



**METRO LÍNEA 1**

## PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



# ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS) DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ (PLMB) - TOMO 2

L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_02

CONTROL DE EMISIONES		
REVISIÓN	FECHA	EMITIDO PARA
V01	29/10/2024	Revisión no objetada - Emitido para Implementación
VE1	30/04/2024	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios.
VD1	22/12/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios.
VC1	30/10/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios.
VB1	30/09/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
V00	24/05/2023	Revisión no objetada - Emitido para Implementación
VFF	30/01/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría - Incluye comentarios / Modificado donde se indica el control de cambios
VEE	02/12/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VDD	23/11/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VCC	26/10/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría de acuerdo con lo establecido en el modificatorio 6.
VBB	30/09/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	17/03/2022	Emitido para comentarios internos - Emisión preliminar para comentarios

CONTROL DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
V01	29/10/2024	Revisión no objetada - Emitido para Implementación. De acuerdo con el comunicado con radicado EXTS24-0006834.
VE1	30/04/2024	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios, mediante comunicado con radicado EXTS24-0001294 – Se incluyen los instrumentos de fase previa.
VD1	22/12/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios, de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-23-4678
VC1	30/10/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría. Incluye comentarios/modificado donde se indica el control de cambios, de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-23-4507
VB1	30/09/2023	Emitido para Implementación - (Revisión General / modificado donde se indica), conforme las observaciones recibidas por parte de la EMB, mediante correo electrónico con fecha del 26/07/2023.
V00	24/05/2023	Revisión no objetada - Emitido para Implementación - Incluye comentarios / Modificado donde se indica el control de cambios conforme comentarios realizados por la Banca multilateral, la EMB y la Interventoría, mediante comunicado con Radicado EXT23-0003963 y EIAS - EXTS23-0001544.
VFF	30/01/2023	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría - Incluye comentarios / Modificado donde se indica el control de cambios conforme comentarios realizados por la Banca multilateral y la EMB, mediante comunicados con Radicados EXTS2290007184 y EXTS23-0000291 y mediante correo electrónico del 23 de enero de 2023.
VEE	02/12/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicación L1T1-INT-CE-22-3860
VDD	23/11/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría de acuerdo con observaciones realizadas mediante comunicaciones L1T1-INT-CE-22-3340 y L1T1-INT-CE-22-3605
VCC	26/10/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría de acuerdo con lo establecido en el modificatorio 6.
VBB	30/09/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	17/03/2022	Emitido para comentarios internos - Emisión preliminar para comentarios

APROBACIÓN ML1			
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
ELABORÓ		Dolly Redondo	Residente SST
ELABORÓ		Edgar Ricaurte	Residente Ambiental
ELABORÓ		Jonathan Alexander Luna	Residente Forestal
ELABORÓ		Juan Andrés Rodríguez	Biólogo
ELABORÓ		Claudia Marcela Díaz	Coordinadora Abiótica
ELABORÓ		Oscar Rene Avella	Director ambiental y SST
ELABORÓ		Alexandra Corredor	Directora social

<b>ELABORÓ</b>		Dalila Córdoba	Subgerente General - Gestión De Calidad
<b>ELABORÓ</b>		Diana Villamizar	Controlador Documental
<b>APROBÓ</b>		Yi Liming	Vicepresidente del Departamento Ambiental, SST y Social

## Tabla de contenido

**5 LÍNEA BASE MEDIO ABIÓTICO Y BIÓTICO .....1**

<b>5.1</b>	<b>ÁREAS DE INFLUENCIA.....</b>	<b>1</b>
5.1.1	Áreas de influencia preliminares .....	4
5.1.2	Áreas de influencia definitivas.....	71
5.1.3	Resultados Áreas de influencia definitivas por medios .....	83
<b>5.2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO .....</b>	<b>85</b>
5.2.1	Componente Geosférico .....	85
5.2.2	Componente Hidrosférico .....	180
5.2.3	Componente Atmosférico.....	413
<b>5.3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO .....</b>	<b>908</b>
5.3.1	Estructura Ecológica Principal – EPP .....	909
5.3.2	Vegetación .....	925
5.3.3	Fauna .....	1056
<b>5.4</b>	<b>ZONIFICACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>1153</b>
5.4.1	Aspectos metodológicos.....	1153
5.4.2	Zonificación del marco Legal y Normativo.....	1156
5.4.3	Zonificación ambiental medio Abiótico .....	1170
5.4.4	Zonificación ambiental Medio Biótico .....	1180
5.4.5	Zonificación ambiental final.....	1190
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>1193</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>1205</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 – Descripción de actividades por etapa de definición del área de influencia .....	4
Tabla 2 – Datos pozo de referencia para identificar el radio de influencia .....	8
Tabla 3 – Criterios preliminares para la Definición del Área de Influencia del Medio Biótico.....	17
Tabla 4 – Intersección de los Ecosistemas terrestres con el tipo de afectación en el AID.....	21
Tabla 5 – EEP del POT 2021 .....	24
Tabla 6 – EEP identificados en el Área de Influencia Directa del proyecto .....	26
Tabla 7 – EEP identificados en el Área de influencia Directa del proyecto .....	27
Tabla 8 –Tipo de Intervención que se presenta en los sistemas hídricos presentes en el AID .....	27
Tabla 9 – Afectación del proyecto a los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde .....	36

Tabla 10 – Tipo de intervención asociada a la presencia en el AID de Conectores ecosistémicos.....	40
Tabla 11 – Tipo de intervención de Zonas verdes en el AID .....	44
Tabla 12 – Estructura Ecológica Principal del All .....	50
Tabla 13 – Estructura Ecológica Principal presente dentro del Área de Influencia .....	51
Tabla 14 – Impactos significativos del medio biótico .....	77
Tabla 15 – Riqueza de especies registradas en los hábitats dentro del área de influencia biótica .....	81
Tabla 16 – Áreas de Influencia para Cada Medio .....	84
Tabla 17 – Formaciones de la Unidad Cretácico .....	87
Tabla 18 – Formaciones de la Unidad Paleógeno .....	88
Tabla 19 –Tramos EIAS .....	94
Tabla 20 – Localización Tramos Evaluación Medio Abiótico .....	94
Tabla 21 – Correlación de sedimentos que constituyen la Sabana de Bogotá .....	95
Tabla 22 – Columna Registro fotográfico - Formación Sabana .....	97
Tabla 23 - Características geológicas de la Formación Chía .....	100
Tabla 24 – Columna Registro fotográfico - Formación Chía.....	101
Tabla 25 – Columna Registro fotográfico Formación Tunjuelito .....	103
Tabla 26 – Columna - registro fotográfico depósitos antrópico .....	103
Tabla 27 – Columna - registro fotográfico Formación Tunjuelito - Sector 2 .....	107
Tabla 28 – Jerarquización Unidades Geomorfológicas en el Área de Influencia Indirecta .....	110
Tabla 29 – Categorías de los Rangos de Pendientes para el Área de Influencia Indirecta .....	115
Tabla 30 – Distribución de la calidad visual del paisaje Zona 1 – Tramo 1 .....	127
Tabla 31 – Distribución de la calidad visual del paisaje – Tramo 2 .....	133
Tabla 32 – Distribución de la calidad visual en el Tramo 3 (ha) .....	139
Tabla 33 – Calidad visual del paisaje Tramo 4 .....	142
Tabla 34 – Calidad visual en el Tramo 5.....	145
Tabla 35 – Calidad visual del paisaje – Tramo 6 .....	149
Tabla 36 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Indirecta – All, según POT .....	153
Tabla 37 – Compatibilidad de Usos para las Áreas y Zonas de Actividad en el All .....	154
Tabla 38 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Directa – AID, según POT .....	156

Tabla 39 – Uso del suelo en el AII .....	157
Tabla 40 – Clasificación de Conflicto del Uso del suelo en el AII .....	159
Tabla 41 – Conflictos de Uso del Suelo por Actividad para el AII.....	159
Tabla 42 – Coordenadas Puntos de Monitoreo de Suelos .....	163
Tabla 43 – Parámetros analizados en el monitoreo de suelos .....	164
Tabla 44 –Criterios de evaluación de suelos según la Guía canadiense de calidad de suelos .....	166
Tabla 45 – Consideraciones Generales para Interpretar Análisis Químicos de Suelos .....	167
Tabla 46 –Valores de Aceleración $A_s$ (g).....	173
Tabla 47 – Descripción de las Zonas de Respuesta Sísmica.....	174
Tabla 48 – Valores de $A_a$ Utilizados para el Análisis Sismológico .....	176
Tabla 49 – Características Estaciones de Precipitación Cercanas a la Zona de Estudio .....	182
Tabla 50 – Características Geométricas para las Cuencas Hidrográficas .....	191
Tabla 51 – Factor de Reducción de Lluvia por Área de Drenaje .....	195
Tabla 52 – Tiempo de Concentración .....	197
Tabla 53 – Cobertura Cuencas del Tramo 1 .....	200
Tabla 54 – Niveles y Volumen de Almacenamiento Máximos del Canal Cundinamarca .....	203
Tabla 55 – Curvas IDF Cuenca Canal Albina .....	205
Tabla 56 – Hietograma de Diseño Cuenca Hidrográfica Canal Albina .....	207
Tabla 57 – Resultados de caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma NS-085.....	209
Tabla 58 – Caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma SCS .....	211
Tabla 59 – Caudales Máximos Instantáneos Sitio de Proyecto.....	214
Tabla 60 – Caudales Máximos Instantáneos Mayorados en el Sitio de Proyecto .....	214
Tabla 61 – Intercepción del Suelo.....	216
Tabla 62 – Almacenamiento del Suelo.....	220
Tabla 63 – Permeabilidad del Suelo .....	225
Tabla 64 – Promedio de Temperatura Media Anual Multianual – Estación Doña Juana .....	226
Tabla 65 – Evapotranspiración Potencial.....	228
Tabla 66 – Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha.....	230
Tabla 67 – Fuentes Hídricas Identificadas en el AII.....	232

Tabla 68 – Fuentes Hídricas por Tramo.....	233
Tabla 69 – Niveles y Volumen de Almacenamiento Máximo del Canal Cundinamarca .....	239
Tabla 70 – Relación de los laboratorios y resoluciones de Acreditación .....	251
Tabla 71 – Identificación de los puntos de muestreo .....	252
Tabla 72 – Tipo de recipientes y preservación de muestras .....	254
Tabla 73 – Relación de productos suministrados externamente .....	258
Tabla 74 – Resumen de puntos monitoreados .....	259
Tabla 75 – Resultados de los análisis de parámetros y comparación normativa .....	266
Tabla 76 – Resultados de los análisis de parámetros y comparación normativa .....	279
Tabla 77 – Regla de decisión y evaluación de la conformidad para el hierro total.....	297
Tabla 78 – Calificación del Índice de Calidad del Agua - ICA.....	301
Tabla 79 – Resultados - Índice de Calidad del Agua .....	302
Tabla 80 –Resultados – Índices de Contaminación.....	303
Tabla 81– Resultados de los análisis de parámetros (puntos de monitoreo rio Bogotá aguas arriba a canal rio Fucha aguas abajo) vs Sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015.....	305
Tabla 82 – Resultados de los análisis de parámetros (puntos de monitoreo canal Cundinamarca aguas arriba a canal Río seco aguas abajo) vs Sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 .....	308
Tabla 83 – Resultados aforos de caudal.....	311
Tabla 84 - Rangos de clasificación ICOs e ICA .....	336
Tabla 85 - Resultados ICA e ICO.....	336
Tabla 86 – Comparativo pH – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015.....	338
Tabla 87 – Comparativo Tensoactivos – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015 .....	340
Tabla 88 – Comparativo Turbiedad – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015 .....	342
Tabla 89 – Comparativo Coliformes Totales – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015 .....	343
Tabla 90 – Comparativo Coliformes Termotolerantes– Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015 .....	344
Tabla 91 – Comparativo Hierro Total– Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015.....	346
Tabla 92 –Valor del Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF) .....	347
Tabla 93 – Resultados - Índice de Calidad del Agua .....	348
Tabla 94 – Resultado del cálculo del índice la Langelier para cada cuerpo de agua.....	350

Tabla 95 – Información primaria para cálculo de capacidad amortiguadora .....	351
Tabla 96 – Primaria para cálculo de capacidad amortiguadora.....	352
Tabla 97 – Valores de concentración de iones en el equilibrio.....	353
Tabla 98 – Valores de concentración de iones en las tres fases de la reacción .....	354
Tabla 99 – Constante de Disociación.....	355
Tabla 100 – Los resultados se presentan a continuación.....	356
Tabla 101 – Base de datos de los puntos identificados en el área.....	359
Tabla 102 – Grado de mineralización del agua según su valor de conductividad eléctrica .....	367
Tabla 103 – Datos planimétricos y altimétricos de las captaciones subterráneas .....	370
Tabla 104 – Georreferenciación y principales características de los sondeos eléctricos verticales levantados .....	374
Tabla 105 – Método de análisis para los parámetros solicitados .....	381
Tabla 106 – Coordenadas proyectadas de los puntos de muestreo .....	383
Tabla 107 – Parámetros in situ durante la purga.....	387
Tabla 108 – Estación meteorológica representativa próxima al área de estudio .....	388
Tabla 109 – Valores medios diarios multimensuales de la temperatura de las estaciones analizadas .....	389
Tabla 110 –Valores medios diarios multimensuales de la precipitación de las estaciones analizadas .....	390
Tabla 111 – Valores medios diarios multimensuales de la humedad relativa de las estaciones analizadas .....	391
Tabla 112 – Error admisible para análisis de muestras de agua .....	393
Tabla 113 – Balance iónico para los datos fisicoquímicos obtenidos de los puntos de muestreo obtenidos en la primera campaña.....	393
Tabla 114 – Análisis exploratorio de las muestras de agua subterránea tomadas en el área de estudio .....	393
Tabla 115 – Comparación de la base de datos con la Resolución 2115/07.....	396
Tabla 116 – Comparación de la base de datos con el IRCA para la destinación del recurso hídrico .	399
Tabla 117 – Valoración del potencial de recarga.....	401
Tabla 118 – Rango de pendientes presente en el área de estudio .....	402



Tabla 119 – Clasificación de las unidades hidrogeológicas y sus principales características litológicas e hidráulicas .....	404
Tabla 120 – Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas mediante la metodología - GOD .....	410
Tabla 121 – Estaciones Meteorológicas Analizadas.....	414
Tabla 122 – Variación de la Presión Horaria (mm Hg)– Año 2020.....	423
Tabla 123 – Porcentaje de Días Con y Sin Precipitaciones Media Diaria – Periodo 2017-2020 .....	427
Tabla 124 – Precipitación Media Mensual (mm) Período 2017-2020.....	428
Tabla 125 – Humedad Relativa Media, Máxima y Mínima Periodo 2014-2020.....	430
Tabla 126 – Tabla de Frecuencias Estación Apto El Dorado .....	433
Tabla 127 – Distribución Mensual de la Dirección del Viento.....	434
Tabla 128 – Promedio Horario de la Radiación Wh/m2 Estación Universidad Nacional.....	436
Tabla 129 – Interpretación de la Nubosidad .....	438
Tabla 130 – Valores Medios Mensuales Multianuales de Nubosidad .....	439
Tabla 131 – Clasificación Climática de Caldas – Lang .....	442
Tabla 132 –Tipos de Fuentes por Localidad.....	446
Tabla 133 – Fuentes Fijas con Permiso de Emisiones .....	447
Tabla 134 – Estaciones de Conteo Vehicular Manual .....	449
Tabla 135 – Estaciones de Conteo Vehicular Manual .....	451
Tabla 136 – Registro fotográfico del muestreo de tráfico .....	453
Tabla 137 – Conteo Vehicular Automático por Tipo de Vehículo .....	454
Tabla 138 – Conteo Vehicular Manual por Tipo de Vehículo .....	454
Tabla 139 – Clasificación de Receptores Sensibles por Sector y carácter .....	455
Tabla 140 – Ubicación de Estaciones de Calidad de Aire .....	457
Tabla 141 – ICA´s de las máximas concentraciones de PM10 reportadas por laboratorio.....	461
Tabla 142 – ICA´s de las máximas concentraciones de PM2,5 reportadas por laboratorio.....	465
Tabla 143 – ICA´s de las máximas concentraciones de NO <sub>2</sub> reportadas por laboratorio .....	468
Tabla 144 – ICA´s de las máximas concentraciones de O <sub>3</sub> reportadas por laboratorio .....	481
Tabla 145 – Ubicación de Las Estaciones RMCAB y del EIA Metro Línea 1 a Comparar .....	484
Tabla 146 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Kennedy .....	485

Tabla 147 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Ministerio de Medio Ambiente .....	486
Tabla 148 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Móvil Carrera 7ma .....	486
Tabla 149 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana.....	487
Tabla 150 - Concentraciones Anuales PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB .....	490
Tabla 151 - Resumen de Datos PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Kennedy .....	491
Tabla 152 - Resumen de Datos PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Ministerio de Medio Ambiente .....	491
Tabla 153 - Resumen de Datos PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Móvil Carrera 7ma .....	492
Tabla 154 - Resumen de Datos PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana.....	492
Tabla 155 - Concentraciones Promedio Anuales PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB .....	495
Tabla 156 - Resumen de Datos Horarios de NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] I.....	496
Tabla 157 - Resumen de Datos Horarios de NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] II.....	496
Tabla 158 - Concentraciones Anuales NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB .....	500
Tabla 159 - Resumen de Datos SO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Kennedy.....	501
Tabla 160 - Resumen de Datos SO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana.....	501
Tabla 161 - Resumen de Datos CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Kennedy .....	505
Tabla 162 - Resumen de Datos CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Ministerio de Medio Ambiente .....	505
Tabla 163 - Resumen de Datos CO Estación Móvil Carrera 7ma .....	506
Tabla 164 - Resumen de Datos CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana.....	506
Tabla 165 - Resumen de los registros de Ozono Troposférico de las estaciones de RMCAB .....	518
Tabla 166 - Resumen Datos Concentraciones PM10 24h Grupos de comparación 1 y 2 .....	524
Tabla 167- Resumen de Datos de Concentraciones PM10 24h Grupos de comparación 3 y 4 .....	526
Tabla 168 - Criterios ubicación estaciones WRF .....	538
Tabla 169 – Resultados concentraciones máximas - escenario actual.....	541
Tabla 170 – Resultados aportes a concentraciones [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] escenario actual .....	543
Tabla 171 - Fuentes del proyecto a lo largo de la línea del proyecto .....	548
Tabla 172 - Fuentes del Proyecto en el Patio Taller .....	549
Tabla 173 - Fuentes del Proyecto para construcción de vías.....	549
Tabla 174 - Tasas de Emisión Fuentes del proyecto a lo largo de la línea del proyecto .....	551
Tabla 175 - Tasas de Emisión Fuentes del proyecto del patio taller .....	552

Tabla 176 Tasas de Emisión de Fuentes del Proyecto para construcción de vías .....	553
Tabla 177 - Resultados concentraciones máximas - escenario construcción .....	555
Tabla 178 - Resultados aportes escenario de construcción. ....	557
Tabla 179 – Características de altura de las edificaciones.....	565
Tabla 180 – Valores máximos permisibles resolución 0627 de 2006.....	567
Tabla 181 – Puntos de conteo de tráfico .....	568
Tabla 182 – Información vial .....	570
Tabla 183 – Resumen monitoreo de tráfico de 96 horas.....	575
Tabla 184 – Resumen monitoreo de tráfico manual de 1 hora en 4 días.....	576
Tabla 185 – Promedio diario y porcentaje de vehículos pesados, periodo día .....	580
Tabla 186 – Promedio diario y porcentaje de vehículos pesados, periodo noche .....	582
Tabla 187– Equipos empleados en las mediciones de ruido ambiental .....	583
Tabla 188 – Localización, descripción y sectorización de los puntos monitoreados en día diurno y nocturno.....	585
Tabla 189 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permissible Horario Diurno (Sector B). Día No Hábil.....	592
Tabla 190 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permissible Horario Diurno (Sector B - Parques).....	594
Tabla 191 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permissible Durante el Horario Diurno (Sector C).....	596
Tabla 192 – Comparación de los resultados de los puntos categorizados como sector A con los valores máximos permissible de la RES. 627-2006 (diurno).....	599
Tabla 193 – Comparación de los resultados obtenidos con el límite máximo permissible durante el horario nocturno (Sector B – zonas residenciales) .....	600
Tabla 194 – Comparación de los resultados obtenidos con el límite máximo permissible durante el horario nocturno (Sector B - parques) .....	602
Tabla 195 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permissible Durante el Horario Nocturno (Sector C).....	603
Tabla 196 – Comparación de los resultados de los puntos categorizados como sector A con los valores máximos permissible de la RES. 627-2006. (Nocturno) .....	607
Tabla 197 - Puntos de monitoreo para ruido ambiental a las alturas de viaducto.....	609

Tabla 198 - Relación de sonómetros .....	619
Tabla 199 - Relación de calibradores acústicos .....	619
Tabla 200 - Resultados de las mediciones de ruido a la altura del viaducto .....	620
Tabla 201 - Muestra de la Comparación del Nivel Sonoro para las Mediciones de 1 Hora Realizadas Entre el 27 y el 30 de Julio de 2021 (Medido vs. Previsto) .....	628
Tabla 202 - Comparación de los Niveles Sonoros de las Mediciones de 96 Horas (Medidos vs. Previstos) .....	629
Tabla 203 - Niveles Sonoros de Línea Base Modelados en los POR .....	632
Tabla 204 - Fuentes de Ruido fase Constructiva – Patio Taller y Patios de Almacenamiento.....	654
Tabla 205 - Efectos del ruido aéreo en los PORs - Sin mitigar .....	668
Tabla 206 - Efectos del ruido aéreo en los PORs – Mitigado .....	690
Tabla 207 – Listado de receptores sensibles.....	711
Tabla 208 – Fuentes de vibración .....	714
Tabla 209 – Acelerógrafo y Geófonos para la medición de vibraciones.....	718
Tabla 210– Coordenadas de los puntos de muestreo con acelerógrafos .....	719
Tabla 211– Coordenadas de los puntos de muestreo con Minimate.....	722
Tabla 212 – Resultados de la medición de las vibraciones de referencia .....	731
Tabla 213 – Comparación de los niveles de vibración en exteriores y en interiores.....	741
Tabla 214 – Resultados del Estudio Sobre el Estado del Edificio .....	747
Tabla 215 - Niveles de vibración de línea base modelados en los PORs .....	766
Tabla 216 – Información general edificaciones monitoreadas.....	845
Tabla 217 – Avalúo de cargas vivas y permanente .....	846
Tabla 218 – Periodos y frecuencias fundamentales para las edificaciones .....	847
Tabla 219 – Comparativo de frecuencias .....	847
Tabla 220 – Niveles de vibración generados por equipos de construcción.....	848
Tabla 221 – Criterios de daños por vibración en la construcción .....	849
Tabla 222 – Valores de los límites máximos admisibles de las vibraciones a nivel del suelo y del ruido estructural.....	853
Tabla 223 – Criterios de impacto de vibraciones y ruido terrestres en interiores de la FTA 2018 para la evaluación de las vibraciones .....	854

Tabla 224 – Comparación de los criterios del AT 15 frente a la FTA 2018 .....	855
Tabla 225 - Resultados de los efectos de las vibraciones y ruido terrestres en los PORs .....	859
Tabla 226 – Puntos de mitigación .....	906
Tabla 227 - Estructura Ecológica Principal POT 2021 .....	910
Tabla 228 – Estructura Ecológica Principal presente dentro Área de Influencia indirecta .....	911
Tabla 229 – Conectores Ecosistémicos presente dentro Área de Influencia indirecta.....	912
Tabla 230 – Resumen total de los individuos arbóreos amparados para intervenir por afectación del Proyecto Primera línea de Metro de Bogotá .....	925
Tabla 231 - Zona de vida del Área de Influencia (AI).....	927
Tabla 232 – Biomás del área de influencia .....	929
Tabla 233 – Ecosistemas del Área de Influencia (AI) .....	930
Tabla 234 - Coberturas del Área de Influencia .....	933
Tabla 235 – Resumen individuos inventarios por tramo dentro del AID.....	941
Tabla 236 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de u-beam. ....	944
Tabla 237 – Distribución por categoría de altura Patio Taller (U-BEAM). ....	945
Tabla 238 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de Patio Taller CAR. ....	946
Tabla 239 – Distribución por categoría de altura Patio Taller (CAR).....	946
Tabla 240 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de Patio Taller SDA. ....	947
Tabla 241 – Distribución por categoría de altura Patio Taller (SDA). ....	948
Tabla 242 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del Ramal Técnico .....	949
Tabla 243 - Distribución por categoría de altura Tramo 1 - Ramal técnico .....	950
Tabla 244 – Composición florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF1 viaducto. ....	952
Tabla 245 - Distribución por categoría de altura WF1 Viaducto .....	953
Tabla 246 – Individuos en veda WF1 Viaducto.....	954
Tabla 247 – Composición Florística – Tratamientos Silviculturales Amparados por Especie de WF1 Redes. ....	955

Tabla 248 – distribución por categoría de altura WF1 redes. ....	956
Tabla 249 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF2 viaducto .....	958
Tabla 250 - distribución por categoría de altura WF2 Viaducto. ....	961
Tabla 251 – Individuos en veda WF2 Viaducto. ....	962
Tabla 252 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF2 redes .....	963
Tabla 253 - distribución por categoría de altura WF2 redes. ....	963
Tabla 254 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF3 viaducto. ....	965
Tabla 255 - distribución por categoría de altura WF3 viaducto. ....	969
Tabla 256 – Individuos en veda WF3 viaducto. ....	970
Tabla 257 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF3 redes .....	972
Tabla 258 - distribución por categoría de altura WF3 redes. ....	973
Tabla 259 – Individuos en veda WF3 redes. ....	975
Tabla 260 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de Av. 68. ....	975
Tabla 261 - distribución por categoría de altura Av. 68. ....	977
Tabla 262 – Individuos en veda de Av. 68. ....	978
Tabla 263 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo colegio Luis Vargas tejada. ....	979
Tabla 264 - distribución por categoría de altura Colegio Luis Vargas Tejada. ....	980
Tabla 265 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF4 viaducto. ....	982
Tabla 266 - Distribución por categoría de altura WF4 viaducto. ....	985
Tabla 267 - Individuos en veda WF4 viaducto. ....	986
Tabla 268 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF4 redes .....	988
Tabla 269 - Distribución por categoría de altura WF4 redes. ....	990
Tabla 270 - Individuos en veda de WF4 redes. ....	992

Tabla 271 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF5 viaducto. ....	993
Tabla 272 - Distribución por categoría de altura WF5 viaducto. ....	996
Tabla 273 - Individuos en veda WF5 viaducto. ....	997
Tabla 274 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF5 redes. ....	998
Tabla 275 - Distribución por categoría de altura WF5 redes. ....	999
Tabla 276 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de WF6 viaducto. ....	1002
Tabla 277 - Distribución por categoría de altura WF6 viaducto. ....	1004
Tabla 278 - Individuos en veda WF6 viaductos. ....	1006
Tabla 279 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF6 redes. ....	1007
Tabla 280 - Distribución por categoría de altura WF6 redes. ....	1007
Tabla 281 - Individuos en veda WF6 redes. ....	1009
Tabla 282 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de calle 72 (3171 de 2021). ....	1009
Tabla 283 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3171 de 2021). ....	1010
Tabla 284 - Individuos en veda Calle 72 (Resolución 3171 de 2021). ....	1011
Tabla 285 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de calle 72. ....	1012
Tabla 286 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3172 de 2021). ....	1013
Tabla 287 - Individuos en veda Calle 72 (Resolución 3172 de 2021). ....	1014
Tabla 288 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de calle 72 (Resolución 3273 de 2022). ....	1015
Tabla 289 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3273 de 2022). ....	1016
Tabla 290 - Inventario total de Zonas verdes para todo el proyecto. ....	1018
Tabla 291 – Inventario de zonas verdes para la planta de prefabricados Localidad de Bosa .....	1019
Tabla 292 – Inventario de zonas verdes para el Tramo 1 - Ramal Técnico Localidad de Bosa .....	1019
Tabla 293 - Inventario de zonas verdes para el Tramo 1 - Ramal Técnico Localidad de Kennedy ..	1020
Tabla 294 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo 1 - Ramal Técnico. ....	1021

Tabla 295 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF1 localidad de Kennedy.....	1022
Tabla 296 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF2 Localidad de Kennedy .....	1023
Tabla 297 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF3 localidad de Kennedy.....	1024
Tabla 298 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF3 localidad de Puente Aranda.....	1025
Tabla 299 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF3 .....	1025
Tabla 300 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Antonio Nariño.....	1026
Tabla 301 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Los Mártires.....	1027
Tabla 302 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Santa Fe.....	1028
Tabla 303 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Puente Aranda.....	1028
Tabla 304 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF4 .....	1029
Tabla 305 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Chapinero .....	1030
Tabla 306 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Los Mártires .....	1031
Tabla 307 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Santa Fe .....	1031
Tabla 308 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Teusaquillo .....	1032
Tabla 309 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF5 .....	1033
Tabla 310 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF6 Localidad de Barrios Unidos.....	1034
Tabla 311 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF6 Localidad de Chapinero .....	1034
Tabla 312 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF6 Localidad de Teusaquillo .....	1035
Tabla 313 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF6 .....	1036
Tabla 314 – Localización parcelas.....	1037
Tabla 315 - Abundancia de especies por forófito.....	1038
Tabla 316 –Especies de flora vascular y no vascular registradas.....	1041
Tabla 317 – Composición florística especies no vasculares .....	1041
Tabla 318 - Composición florística especies no vasculares .....	1044
Tabla 319 – Preferencia de forófitos especies no vasculares .....	1044
Tabla 320 – Abundancia de especies no vasculares por cobertura vegetal.....	1045
Tabla 321 – Índices de riqueza y diversidad- Epífitas no vasculares .....	1047
Tabla 322 – Especies en alguna categoría de amenaza o especiales.....	1048
Tabla 323 –Composición florística especies vasculares .....	1049



Tabla 324 - Composición florística especies vasculares en hábitat terrestre .....	1050
Tabla 325 – Especies de forófitos con presencia de especies vasculares .....	1051
Tabla 326 – Preferencia de forófitos especies vasculares.....	1052
Tabla 327 – Asociación a las coberturas vegetales – Especies vasculares.....	1053
Tabla 328 – Distribución vertical de las especies vasculares. ....	1053
Tabla 329 –Índices de riqueza y diversidad – Epífitas vasculares .....	1054
Tabla 330 – Epífitas vasculares en alguna categoría de amenaza .....	1055
Tabla 331 – Avifauna migratoria con potencial distribución en el área de estudio.....	1058
Tabla 332 – Avifauna con categoría de amenaza con potencial distribución en el área de estudio. ....	1061
Tabla 333 – Avifauna con algún grado de endemismo con potencial distribución en el área de estudio. .....	1063
Tabla 334 – Especies factibles de herpetos para el área de estudio .....	1065
Tabla 335 – Especies factibles de herpetos endémicos para el área de estudio .....	1067
Tabla 336 – Listado de especies potenciales en el área de estudio .....	1068
Tabla 337 – Hábitats identificados para la fauna silvestre.....	1072
Tabla 338 – Riqueza de especies registradas en los hábitats dentro del área de influencia biótica .....	1077
Tabla 339 – Estructura de la comunidad de aves dentro del área de influencia. ....	1083
Tabla 340 – Abundancia de avifauna por WF .....	1090
Tabla 341 – Especies de aves migratorias dentro del área de influencia.....	1095
Tabla 342 – Especies de aves dentro del área de influencia incluidas en alguna categoría de amenaza. .....	1108
Tabla 343 – Especies de aves registradas en el AICA .....	1112
Tabla 344 – Especies de herpetos endémicos y con algún grado de amenaza para el área de influencia. .....	1119
Tabla 345 – Estructura de la comunidad de mamíferos dentro del área de influencia.....	1124
Tabla 346 – Ficha ecológica Aves .....	1136
Tabla 347 – Ficha ecológica Mamíferos .....	1149
Tabla 348 – Niveles de sensibilidad para la Zonificación ambiental.....	1154
Tabla 349 – Categorías de Sensibilidad ambiental.....	1155
Tabla 350 – Medios y Aspectos considerados para la zonificación ambiental .....	1156

Tabla 351 - Sensibilidad por usos según POT en las áreas de influencia.....	1157
Tabla 352 – EEP de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde en el AII del Medio Abiótico y Medio Biótico.....	1159
Tabla 353 – EEP de Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde en el AID del Medio Físico- biótico.....	1159
Tabla 354 - Cuerpos Hídricos Naturales de la EEP en el AII del Medio Abiótico y Medio Biótico ....	1161
Tabla 355 - Cuerpos Hídricos Naturales de la EEP en el AID del Medio Físico- biótico.....	1161
Tabla 356 - Cuerpos Hídricos Artificiales del EEP en el AII del Medio Abiótico y Medio Biótico .....	1162
Tabla 357 - Cuerpos Hídricos Artificiales del EEP en el AID .....	1162
Tabla 358 – Conectores ecosistémicos del EEP en el AII del Medio Abiótico - Biótico .....	1163
Tabla 359 – Corredores Ecológicos del EEP en el AID del Medio Abiótico- Biótico .....	1163
Tabla 360 – Clasificación de sensibilidad por fuentes de contaminación ambiental – AII Abiótica...	1164
Tabla 361 – Sensibilidad por Áreas de Actividad del suelo en el AII abiótica .....	1166
Tabla 362 – Sensibilidad por áreas de actividad del Suelo en el AID .....	1167
Tabla 363 – Sensibilidad por Marco Normativo y Reglamentario en el AII Abiótica.....	1168
Tabla 364 – Sensibilidad por Marco Normativo y Reglamentario en el AID .....	1169
Tabla 365 – Sensibilidad por movimiento en masa en el AII abiótica.....	1171
Tabla 366 – Sensibilidad de Amenaza por Inundación en el AII del medio abiótico .....	1173
Tabla 367 – Sensibilidad Amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10 en el AII del medio abiótico .....	1176
Tabla 368 – Sensibilidad por avenidas torrenciales en el AII Abiótica .....	1177
Tabla 369 – Distribución de zonificación ambiental intermedia en el AII del medio abiótico.....	1179
Tabla 370 – Sensibilidad del Medio Abiótico en el AID.....	1179
Tabla 371 – Categorías de Sensibilidad por Coberturas de la Tierra en el AII del Medio Biótico .....	1181
Tabla 372 – Categorías de Sensibilidad por Coberturas de la Tierra en el AID del Medio Biótico ...	1182
Tabla 373 – Sensibilidad por Hábitats para Fauna asociados a Coberturas en el AII del Medio Biótico .....	1184
Tabla 374 – Sensibilidad por Hábitats para Fauna asociados a Coberturas en el AID del medio biótico .....	1185
Tabla 375 – Distribución de zonificación ambiental intermedia – medio biótico.....	1187

Tabla 376 – Zonificación biótica por tramos en el AID Medio Biótico .....	1188
Tabla 377 - Rangos de sensibilidad en la zonificación ambiental final .....	1190
Tabla 378 - Zonificación ambiental Final en el Área de intervención del proyecto .....	1191

## Índice de Figuras

Figura 1 Definición de Áreas de Influencia por componentes y cada uno de los medios .....	2
Figura 2 Representación del proceso de definición de áreas de influencia del EIAS .....	3
Figura 3 Áreas de Influencia – Componente geosférico .....	6
Figura 4 Áreas de Influencia - Componente hidrosférico .....	9
Figura 5 Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos considerados en el AII del componente atmosférico .....	10
Figura 6 Niveles de Concentración PM <sub>10</sub> - Escenario de Construcción .....	11
Figura 7 Área de Influencia Preliminar de calidad del aire .....	12
Figura 8 Áreas de Influencia de ruido ambiental .....	14
Figura 9 Área de Influencia Directa - Medio Abiótico .....	15
Figura 10 Áreas de Influencia Indirecta - Medio Abiótico .....	16
Figura 11 Intersección del AID con el arbolado urbano registrado en el SIGAU .....	19
Figura 12. Intersección del AID con los ecosistemas terrestres .....	23
Figura 13 Intersección del AID del componente Flora con los elementos de la EEP .....	26
Figura 14. Intersección del AID del componente flora con el sistema hídrico canal Cundinamarca .....	28
Figura 15. Intersección del AID con el sistema hídrico canal Cundinamarca según tipo de intervención .....	30
Figura 16. Intersección del AID del componente flora con el sistema hídrico canal Rio Seco Sector 1 30	
Figura 17. Intersección del AID con el sistema hídrico canal Rio Seco Sector 1 según tipo de intervención .....	31
Figura 18 Intersección del AID del componente flora con el sistema hídrico canal Albina .....	32
Figura 19. Intersección del AID con el sistema hídrico canal Albina según tipo de intervención .....	32
Figura 20 Intersección del AID del componente flora con el Sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal .....	33

Figura 21. Intersección del AID con el Sistema hídrico Río Fucha o San Cristóbal según tipo de intervención ..... 33

Figura 22 Intersección del AID del componente Flora con el Corredor Ecológico de Ronda Canal arzobispo ..... 34

Figura 23. Intersección del AID con el Corredor Ecológico de Ronda Canal arzobispo según el tipo de intervención ..... 35

Figura 24 Vista general Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP El Porvenir (Gibraltar) presente dentro del AID de flora ..... 37

Figura 25. Vista general Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP El Porvenir (Gibraltar) presente dentro del AID de flora según tipo de intervención ..... 38

Figura 26. Vista general Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP Tercer milenio presente dentro del AID de flora según tipo de intervención ..... 39

Figura 27 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 1 ..... 40

Figura 28 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 2 ..... 41

Figura 29 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 3 ..... 41

Figura 30 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 4 ..... 42

Figura 31. Intersección del AID con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha según tipo de intervención ..... 43

Figura 32 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico Virrey - Chicó.... 43

Figura 33. Intersección del AID con el Conector ecosistémico Virrey – Chicó según tipo de intervención ..... 44

Figura 34 Intersección del AID del componente Flora con las zonas verdes ..... 45

Figura 35. Intersección del AID del componente Flora con las zonas verdes según tipo de intervención ..... 46

Figura 36 Área de Influencia directa Componente Flora ..... 49

Figura 37 Intersección del AII del Componente Flora con los elementos de la EEP ..... 52

Figura 38 Intersección del AII del Componente Flora con los Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la EEP y Parques de Borde ..... 52

Figura 39 Intersección del AII del Componente Flora con las Áreas para la adaptación al cambio climático.....	53
Figura 40 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá ....	53
Figura 41 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque El Porvenir (Gibraltar) .....	54
Figura 42 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque El Porvenir .....	54
Figura 43 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Tercer Milenio .....	55
Figura 44 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico) .....	55
Figura 45 Intersección del AII del Componente Flora con Sistema Hídrico .....	56
Figura 46 Intersección del AII del Componente Flora con Sistema Hídrico Canal Cundinamarca .....	56
Figura 47 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Albina .....	57
Figura 48 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Río Fucha o San Cristóbal .....	57
Figura 49 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal arzobispo .....	58
Figura 50 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema hídrico Canal de Río Seco Sector 1.....	58
Figura 51 Intersección del AII del Componente Flora con los Conectores ecosistémicos .....	59
Figura 52 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 1 .....	59
Figura 53 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 2.....	60
Figura 54 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico Virrey-Chicó.....	60
Figura 55 Área de Influencia Indirecta Componente Flora .....	61
Figura 56 Elementos de la EEP presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna...	62
Figura 57 Coberturas vegetales presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna ..	63
Figura 58 Coberturas vegetales y elementos de la EEP presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna.....	63
Figura 59 Delimitación del Área de Influencia Directa componente Fauna .....	64
Figura 60 Cruce Geoportal SIAC .....	65
Figura 61 Cruce Tremarctos .....	66
Figura 62 Elementos de la EEP en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna .....	67

Figura 63 Coberturas vegetales en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna .....	68
Figura 64 Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna .....	69
Figura 65 Áreas de Influencia Directa del Medio Biótico .....	70
Figura 66 Áreas de Influencia indirecta del Medio Biótico .....	71
Figura 67 Niveles de concentración de PM10 para 24 horas .....	73
Figura 68 Niveles de concentración de PM2,5 para 24 horas .....	74
Figura 69 Modelo de dispersión de CO para 1 hora .....	74
Figura 70 Modelo de dispersión de NO2 para 1 hora .....	75
Figura 71 Modelo de dispersión de SO2 para 1 hora .....	76
Figura 72 All de la Unidad de Análisis Ruido e Isófona Diurna – Escenario Construcción del Proyecto PLMB.....	77
Figura 73 Área de influencia definitiva para el medio biótico.....	82
Figura 74 Áreas de Influencia por medios .....	83
Figura 75 Áreas de Influencia resultantes de la superposición de los medios abiótico y biótico .....	84
Figura 76 Geología Regional All .....	86
Figura 77 Localización de Perfil geológico transversal de Bogotá .....	91
Figura 78 Perfil geológico transversal de Bogotá (L1 - 1').....	92
Figura 79 Área de Influencia Directa (AID) Componente Geología.....	93
Figura 80 Mapa Geológico del Área de Influencia Directa Sector 1 .....	105
Figura 81 Mapa Geológico del Área de Influencia Directa Sector 2 .....	109
Figura 82 Mapa de Unidades Geomorfológicas del All Abiótica .....	114
Figura 83 Mapa de Pendiente en Porcentajes del All Abiótica.....	116
Figura 84 Mapa de Geomorfología del Área de Influencia Directa Sector 1 .....	119
Figura 85 Panorámica del Sector 1 .....	119
Figura 86 Mapa de Geomorfología del Área de Influencia Directa Sector 2 .....	120
Figura 87 Panorámica del Sector 2.....	121
Figura 88 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual .....	127
Figura 89 Distribución de la calidad visual para la zona 1 en superficie (ha) .....	128

Figura 90 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual - Tramo 2 .....	133
Figura 91 Distribución de la calidad visual para el Tramo 2 en superficie (ha) .....	134
Figura 92 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual Tramo 3 .....	138
Figura 93 Distribución de la calidad visual en el Tramo 3 en superficie (ha).....	139
Figura 94 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en el Tramo 4 .....	142
Figura 95 Calidad visual de paisaje – Tramo 4.....	143
Figura 96 Resultados de cada una de las variables evaluadas para el Tramo 5 .....	145
Figura 97 Calidad visual del paisaje en el Tramo 5 .....	146
Figura 98 Resultados de cada una de las variables analizadas -Tramo 6 .....	148
Figura 99 Valoración de la calidad visual del paisaje - Tramo 6.....	149
Figura 100 Distribución de la calidad visual para el AII Paisaje .....	150
Figura 101 Clasificación del Suelo en el AII Abiótica.....	154
Figura 102 Áreas y Zonas de Actividad en el Área de Influencia Indirecta AII .....	155
Figura 103 Distribución porcentual de las Áreas y Zonas de Actividad en el AID .....	156
Figura 104 Uso del Suelo del Área de Influencia Indirecta AII .....	158
Figura 105 Conflicto de Uso del Suelo en el AII .....	162
Figura 106 Puntos de Monitoreo de Suelos en el AI del proyecto levantados por INGETEC .....	164
Figura 107 Amenazas por Movimientos en Masa AID.....	169
Figura 108 Amenazas por Inundación AID .....	171
Figura 109 Mapa de Amenaza por avenidas torrenciales y/o crecientes súbitos.....	172
Figura 110 Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia.....	173
Figura 111 Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá .....	175
Figura 112 Mapa de Valores Máximos de Aceleración Horizontal para el Período de Retorno de 475 en el Área de Influencia Directa (AID).....	178
Figura 113 Mapa de Amenaza Sísmica según Clasificación NSR-10 para el AID.....	179
Figura 114 Localización de Estaciones.....	184
Figura 115 Curva de Dobles Masas Estación Sede IDEAM Kra 10 .....	185
Figura 116 Hoyas Hidrográficas Aferentes al AID .....	186

Figura 117 Hoya Hidrográfica Rio Bogotá Aferente al AID .....	187
Figura 118 Hoyas Hidrográficas Aferentes al Sector 1 .....	189
Figura 119 Cobertura en las Hoyas Hidrográficas Aferentes al AID.....	200
Figura 120 Áreas de Drenaje Aferentes al Canal Cundinamarca .....	204
Figura 121 Curvas IDF Cuenca Canal Albina .....	206
Figura 122 Distribución de la Lluvia de Diseño Para un Periodo de Retorno de 3 Años – Hoya Canal Albina.....	209
Figura 123 Ajuste Probabilístico Datos de Caudales Máximos Instantáneos Estación Puente Cundinamarca .....	213
Figura 124 Influencia de las Estaciones en las Cuencas – Polígonos de Thiessen.....	215
Figura 125 Modelo SMA – HECHMS .....	229
Figura 126 Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha .....	231
Figura 127 Fuentes Hídricas en el Área de Influencia AII y AID.....	232
Figura 128 Cuerpos de Agua Existentes en el Tramo 1 .....	234
Figura 129 Cuerpos de Agua Existentes en el Tramo 3 y 4 .....	235
Figura 130 Cuerpos de Agua Existente en Tramo 5.....	236
Figura 131 Localización del Rio Bogotá con Respecto al AII y AID .....	237
Figura 132 Localización del Canal Cundinamarca con Respecto al AII y AID .....	238
Figura 133 Área de Drenaje Aferente al Canal Cundinamarca .....	240
Figura 134 Sección Transversal del Canal Cundinamarca.....	240
Figura 135 Punto de Descarga de Aguas del Canal Tintal II al Canal Cundinamarca .....	242
Figura 136 Localización del Canal Tintal con Respecto al AII y AID .....	243
Figura 137 Localización del Canal Río Seco con Respecto al AII y AID .....	246
Figura 138 Localización del Canal Albina con Respecto al AII y AID .....	247
Figura 139 Localización del Canal Río Fucha con Respecto al AII y AID .....	248
Figura 140 Localización del Canal arzobispo con Respecto al AII y AID .....	250
Figura 141 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de agua superficial Aguas arriba y abajo. ....	254
Figura 142 Localización puntos de monitoreo de calidad del agua .....	265
Figura 143 Comportamiento de la temperatura .....	276



Figura 144 Comportamiento del pH .....	277
Figura 145 Comportamiento del oxígeno disuelto .....	278
Figura 146 Comportamiento de la conductividad.....	279
Figura 147 Comportamiento del Cianuro .....	282
Figura 148 Comportamiento de la DBO5 y DQO .....	283
Figura 149 Comportamiento de los detergentes o surfactantes .....	284
Figura 150 Comportamiento de las grasas y aceites e hidrocarburos totales .....	286
Figura 151 Comportamiento de los nitratos .....	288
Figura 152 Comportamiento de los sólidos.....	289
Figura 153 Comportamiento de la turbiedad.....	290
Figura 154 Comportamiento de los cloruros .....	291
Figura 155 Comportamiento de los sulfatos .....	292
Figura 156 Comportamiento de los coliformes totales .....	293
Figura 157 Comportamiento de los coliformes termotolerantes .....	294
Figura 158 Comportamiento del Aluminio .....	295
Figura 159 Comportamiento del Arsénico.....	295
Figura 160 Comportamiento del Bario .....	296
Figura 161 Comportamiento del Cadmio .....	296
Figura 162 Comportamiento del Cobre .....	296
Figura 163 Comportamiento del Hierro .....	297
Figura 164 Comportamiento del Mercurio.....	298
Figura 165 Comportamiento del Plata.....	298
Figura 166 Comportamiento del Plomo.....	299
Figura 167 Comportamiento del Zinc .....	299
Figura 168 Comportamiento del pH .....	312
Figura 169 Comportamiento de la conductividad eléctrica .....	313
Figura 170 Comportamiento de la temperatura .....	314
Figura 171 Comportamiento de la Acidez .....	315
Figura 172 Comportamiento de la Alcalinidad .....	316

Figura 173 Comportamiento del Color Real.....	317
Figura 174 Comportamiento de la DBO <sub>5</sub> vs DQO .....	318
Figura 175 Comportamiento de la dureza total y cálcica .....	319
Figura 176 Comportamiento de los fenoles .....	320
Figura 177 Comportamiento fósforo total.....	321
Figura 178 Comportamiento de las Grasas y aceites .....	322
Figura 179 Comportamiento del Nitrógeno Amoniacal .....	323
Figura 180 Comportamiento del Nitrógeno Total .....	323
Figura 181 Comportamiento del Nitrógeno Total .....	324
Figura 182 Comportamiento Solidos disueltos y suspendidos totales.....	325
Figura 183 Comportamiento Solidos disueltos y suspendidos totales.....	326
Figura 184 Comportamiento de surfactantes .....	327
Figura 185 Comportamiento Turbiedad .....	328
Figura 186 Comportamiento del Bario .....	329
Figura 187 Comportamiento Cobre Total.....	330
Figura 188 Comportamiento del Nique Total .....	331
Figura 189 Comportamiento del Plomo.....	332
Figura 190 Comportamiento del Zinc Total.....	333
Figura 191 Comportamiento de los Coliformes termotolerantes. ....	334
Figura 192 Comportamiento de los Coliformes termotolerantes. ....	335
Figura 193 Comparativo pH .....	339
Figura 194 Comparativo Tensoactivos.....	341
Figura 195 Comparativo Turbiedad.....	342
Figura 196 Comparativo Coliformes Totales.....	344
Figura 197 Comparativo Coliformes Termotolerantes .....	345
Figura 198 Comparativo Coliformes Termotolerantes .....	347
Figura 199 Comparativo ICA.....	349
Figura 200 Composición de la demanda en Bogotá y municipios .....	357
Figura 201 Distribución de puntos de agua subterránea por Unidad Geológica .....	365

Figura 202 Comportamiento del pH en la zona de estudio.....	366
Figura 203 Comportamiento de la temperatura en la zona de estudio.....	367
Figura 204 Grado de mineralización de las aguas subterráneas en la zona de estudio.....	368
Figura 205 Inventario de puntos de agua subterránea en el área de influencia.....	369
Figura 206 Direcciones de flujo del agua subterránea en el área de influencia.....	373
Figura 207 Ubicación de los sondeos eléctricos verticales.....	375
Figura 208 Valores de resistividad reflejados y conductividades eléctricas reflejadas por las rocas y sedimentos.....	376
Figura 209 Arreglo Schlumberger para ejecución de técnica de SEV's.....	377
Figura 210 Secuencia de Chevotareb para aguas subterráneas.....	380
Figura 211 Localización puntos de muestreo de aguas subterránea en el área de influencia.....	387
Figura 212 Comportamiento diario de la Temperatura (°C) en el periodo OCT-DIC 2021.....	389
Figura 213 Comportamiento Mensual de la Precipitación (mm).....	391
Figura 214 Comportamiento diario de la Humedad Relativa (%) en el periodo OCT-DIC 2021.....	392
Figura 215 Boxplot de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas de los puntos de muestreo.....	395
Figura 216 Mapa hidrogeológico.....	406
Figura 217 Metodología GOD (Foster, 1987).....	407
Figura 218 Mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación.....	410
Figura 219 Localización de las Estaciones Analizadas en el AII y AID.....	417
Figura 220 Relación de la Temperatura Media Anual con la Altura en las Estaciones.....	418
Figura 221 Variación de la Temperatura Media Mensual (°C).....	419
Figura 222 Variación Mensual de las Temperaturas Máximas y Mínimas Mensuales (°C) – Período 1999 – 2019.....	420
Figura 223 Temperaturas Multianuales °C. Período 1999 – 2019.....	421
Figura 224 Distribución Espacial de la Temperatura – Período 1999 – 2019.....	422
Figura 225 Ciclo Horario de la Presión Atmosférica.....	424
Figura 226 Comportamiento Mensual de la Presión Atmosférica en el Área de Estudio – Año 2020.....	425
Figura 227 Comportamiento de la Presión Media Mensual en Bogotá – Período 2010-2020.....	426
Figura 228 Distribución Temporal de la Precipitación Media Mensual (mm). Período 2017-2020.....	429

Figura 229 Distribución Espacial de la Precipitación – Período 2017 – 2022 .....	430
Figura 230 Humedad Relativa Media Mensual (%) – 2014 -2020 .....	431
Figura 231 Humedad Relativa Media Máxima y Media Mínima Mensual (%) 2014 – 2020 .....	432
Figura 232 Rosa de Vientos Estación Apto El Dorado. Periodo 1981-2010.....	433
Figura 233 Distribución Mensual de la Velocidad del Viento – Estación Apto El Dorado .....	434
Figura 234 Distribución Mensual de la Dirección del Viento.....	435
Figura 235 Radiación Media Mensual Wh/m2 .....	437
Figura 236 Promedios Mensuales de Brillo Solar en Horas de Sol al Día.....	438
Figura 237 Distribución Media Mensual de Nubosidad en Octas .....	440
Figura 238 Medio Multianual de Evaporación y Evapotranspiración Potencial. Aeropuerto El Dorado .....	441
Figura 239 Zonificación Climática del All .....	442
Figura 240 Georreferenciación de Fuentes Fijas .....	444
Figura 241 Cantidad de fuentes fijas por localidad .....	445
Figura 242 Cantidad de fuentes fijas por localidad .....	445
Figura 243 Proporción del Conteo Automático vehicular por tipo de Vehículo .....	454
Figura 244 Proporción del Conteo Manual vehicular por tipo de Vehículo .....	454
Figura 245 Receptores Sensibles por Sector y Carácter.....	456
Figura 246 Georreferenciación Puntos Estaciones de Monitoreo de CA .....	458
Figura 247 Validación de datos PM10 .....	459
Figura 248 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo .....	460
Figura 249 ICA´s de las máximas concentraciones de PM10. Estaciones M-1 a M-11. Laboratorio SGS, 2021 .....	461
Figura 250 ICA´s de las máximas concentraciones de PM10. Estaciones M-12 a M-21. Laboratorio ASOAM, 2021 .....	461
Figura 251 ICA´s de las máximas concentraciones de PM10. Estaciones M-22 a M-30. Laboratorio AMBIENCIQ, 2021 .....	461
Figura 252 Validación de datos PM2.5 .....	462
Figura 253 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo .....	464

Figura 254 ICA´s de las máximas concentraciones de PM <sub>2,5</sub> Estaciones M-1 a M-11. Laboratorio SGS .....	465
Figura 255 ICA´s de las máximas concentraciones de PM <sub>2,5</sub> Estaciones M-12 a M-21. Laboratorio ASOAM.....	465
Figura 256 ICA´s de las máximas concentraciones de PM <sub>2,5</sub> Estaciones M-22 a M-30. Laboratorio AMBIENCIQ .....	465
Figura 257 Validación de datos NO <sub>2</sub> .....	466
Figura 258 Concentraciones Máximas de NO <sub>2</sub> por Estación y Cumplimiento Normativo.....	467
Figura 259 ICA´s de las máximas concentraciones de NO <sub>2</sub> Estaciones M-1 a M-11. Laboratorio SGS .....	468
Figura 260 ICA´s de las máximas concentraciones de NO <sub>2</sub> Estaciones M-12 a M-21. Laboratorio ASOAM.....	468
Figura 261 ICA´s de las máximas concentraciones de NO <sub>2</sub> Estaciones M-22 a M-30. Laboratorio AMBIENCIQ .....	468
Figura 262 Validación de datos SO <sub>2</sub> .....	470
Figura 263 Concentraciones Máximas de SO <sub>2</sub> por Estación y Cumplimiento Normativo .....	471
Figura 264 Concentraciones Máximas de CO por Estación y Cumplimiento Normativo.....	474
Figura 265 Validación de datos O <sub>3</sub> .....	479
Figura 266 Concentraciones Máximas de O <sub>3</sub> por Estación y Cumplimiento Normativo .....	480
Figura 267 ICA´s de las máximas concentraciones de O <sub>3</sub> . Estaciones M-12 a M-21. Laboratorio SGS .....	481
Figura 268 ICA´s de las máximas concentraciones de O <sub>3</sub> . Estaciones M-22 a M-30. Laboratorio ASOAM .....	481
Figura 269 ICA´s de las máximas concentraciones de O <sub>3</sub> . Estaciones M-22 a M-30. Laboratorio ASOAM. Estaciones M-22 a M-30. Laboratorio AMBIENCIQ.....	481
Figura 270 Distrital de Las Estaciones de Monitoreo de Contaminantes de la RMCAB, 2021 .....	483
Figura 271 Ubicación de Las Estaciones RMCAB y del EIA Metro Línea 1 a Comparar .....	484
Figura 272 Concentración PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy.....	487
Figura 273 Concentración PM <sub>10</sub> Diaria [µg/m <sup>3</sup> ] 2019, 2020 y 2021 Estación Min Ambiente.....	488
Figura 274 Concentración PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Móvil Carrera 7ma .....	488
Figura 275 Concentración PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación sevillana .....	489

Figura 276 Concentraciones Anuales promedio PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB .....	490
Figura 277 Concentración PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy.....	493
Figura 278 Concentración PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Min Ambiente.....	493
Figura 279 Concentración PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Móvil Carrera 7ma .....	494
Figura 280 Concentración PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Carvajal Sevillana .....	494
Figura 281 Concentraciones Anuales PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB .....	495
Figura 282 Concentración NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy .....	497
Figura 283 Concentración NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Min Ambiente .....	498
Figura 284 Concentración NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 y 2021 Estación Móvil Carrera 7ma. Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente .....	498
Figura 285 Concentración NO2 Horaria 2019, 2020 y 2021 Estación Carvajal Sevillana.....	499
Figura 286 Concentraciones Anuales NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB .....	500
Figura 287 Concentración SO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy.....	502
Figura 288 Concentración SO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Carvajal Sevillana .....	502
Figura 289 Concentración SO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy .....	503
Figura 290 Concentración SO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019, 2020 y 2021 Estación Carvajal Sevillana.....	504
Figura 291 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019 Estación Kennedy .....	507
Figura 292 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Kennedy .....	507
Figura 293 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Kennedy .....	508
Figura 294 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente.....	508
Figura 295 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Ministerio Medio Ambiente.....	509
Figura 296 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019 Estación Móvil Carrera 7ma.....	509
Figura 297 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Móvil Carrera 7ma.....	510
Figura 298 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Móvil Carrera 7ma.....	510
Figura 299 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019 Estación Carvajal La Sevillana .....	511
Figura 300 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Carvajal La Sevillana .....	511
Figura 301 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Carvajal La Sevillana .....	512
Figura 302 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Kennedy .....	512
Figura 303 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Kennedy .....	513

Figura 304 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas a 2021 Estación Kennedy .....	513
Figura 305 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente .....	514
Figura 306 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente .....	514
Figura 307 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Móvil Carrera 7ma .....	515
Figura 308 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Móvil Carrera 7ma .....	515
Figura 309 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Móvil Carrera 7ma .....	516
Figura 310 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Carvajal La Sevillana .....	516
Figura 311 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Carvajal La Sevillana .....	517
Figura 312 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Carvajal La Sevillana .....	517
Figura 313 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Ministerio Medio Ambiente .....	518
Figura 314 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 1 Hora 2020 Estación Kennedy .....	519
Figura 315 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Kennedy .....	519
Figura 316 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Ministerio Medio Ambiente .....	520
Figura 317 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente .....	520
Figura 318 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente .....	521
Figura 319 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Carvajal Sevillana .....	521
Figura 320 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Carvajal Sevillana .....	522
Figura 321 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Carvajal Sevillana .....	522
Figura 322 Comparación de Concentraciones PM10 24 horas Grupo1 .....	523
Figura 323 Comparación de Concentraciones PM10 24 horas Grupo2 .....	524
Figura 324 Comparación de Concentraciones PM10 24 horas Grupo3 .....	526
Figura 325 Metodología General de Modelación .....	528
Figura 326 Metodología Específica para Modelación .....	529
Figura 327 Procesamiento WRF .....	530
Figura 328 Condiciones topográficas .....	539
Figura 329 Mallado detallado .....	539
Figura 330 Mallado superior .....	540
Figura 331 Modelo de dispersión de SO2 para 1 hora. ....	546
Figura 332 Modelo de dispersión de PM10 para 24 horas. ....	546

Figura 333 Modelo de dispersión de NO2 una hora. ....	547
Figura 334 Modelo de dispersión de CO una hora. ....	547
Figura 335 Modelo de dispersión de SO2 24 Horas .....	560
Figura 336 Modelo de dispersión de CO una Horas.....	560
Figura 337 Modelo de dispersión de NO2 una Horas.....	561
Figura 338 Modelo de dispersión de PM2.5 24 horas .....	561
Figura 339 Modelo de dispersión de PM10 24 Horas.....	562
Figura 340 Localización de los 29 puntos de monitoreo.....	564
Figura 341 Comportamiento del tráfico sistematizado (96 horas) .....	576
Figura 342 Comportamiento del tráfico mediante conteo manual (1 hora por 4 días) .....	580
Figura 343 Puntos de monitoreo de ruido ambiental .....	591
Figura 344 Niveles de Presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno Sector B.....	593
Figura 345 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques) .....	595
Figura 346 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques).....	598
Figura 347 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques).....	598
Figura 348 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector B – zonas residenciales). ....	601
Figura 349 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector B - parques).....	603
Figura 350 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector C). ....	606
Figura 351 Continuación figura 7 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector C). ....	606
Figura 352 Localización de mediciones de ruido estructural .....	625
Figura 353 Ejemplo de Identificación de Receptores.....	632
Figura 354 Mapa De Curvas Isófonas - Día - 4 M De Altura .....	650
Figura 355 Mapa De Curvas Isófonas - Noche- 4 M De Altura .....	651



Figura 356 Interfase inicial SoundPlan noise 8.1 y essential 5.0.....	652
Figura 357 Interfaz de edición ArcGis .....	653
Figura 358 Procedimiento general ejecución de modelos .....	653
Figura 359 Capas Geográficas dispuestas para el modelo - Tamo 1.....	656
Figura 360 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo2.....	656
Figura 361 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo3.....	656
Figura 362 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo 4.....	656
Figura 363 Capas de edificaciones, Vista 3D.. Tramo5.....	656
Figura 364 Capas de edificaciones, Vista 3D.. Tramo6.....	656
Figura 365 Capas Geográficas dispuestas para el modelo .....	658
Figura 366 Capas Geográficas dispuestas para el modelo .....	658
Figura 367 Área de cálculo trazada para el proyecto .....	659
Figura 368 Diagrama de Gantt (ej. Tramo 4) .....	660
Figura 369 Modelos digitales de elevación en cada tramo .....	661
Figura 370 Capas de edificaciones, Vista 3D- Tramo 1.....	661
Figura 371 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo2.....	661
Figura 372 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo3.....	662
Figura 373 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo 4.....	662
Figura 374 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo5.....	662
Figura 375 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo6.....	662
Figura 376 Mapa de conflicto – periodo diurno.....	666
Figura 377 Mapa de conflicto – periodo nocturno.....	667
Figura 378 Velocidad de vibración PPV (mm/s) para el lugar de medición M5_6.....	718
Figura 379 Ubicación de los 29 puntos de monitoreo de vibraciones .....	723
Figura 380 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos (M1). .....	724
Figura 381 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M2) .....	724
Figura 382 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M3) .....	724
Figura 383 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M4) .....	724
Figura 384 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M5) .....	725

Figura 385 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M6) .....	725
Figura 386 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M7) .....	725
Figura 387 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M8) .....	725
Figura 388 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M9) .....	726
Figura 389 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M10) .....	726
Figura 390 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M11) .....	726
Figura 391 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M12) .....	726
Figura 392 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M13) .....	727
Figura 393 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M14) .....	727
Figura 394 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M15) .....	727
Figura 395 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M16) .....	727
Figura 396 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M17) .....	728
Figura 397 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M18) .....	728
Figura 398 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M19) .....	728
Figura 399 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M20) .....	728
Figura 400 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M21) .....	729
Figura 401 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M22) .....	729
Figura 402 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M23) .....	729
Figura 403 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M24) .....	729
Figura 404 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M25) .....	730
Figura 405 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M26) .....	730
Figura 406 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M27) .....	730
Figura 407 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M28) .....	730
Figura 408 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M29) .....	730
Figura 409 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el punto de medición M2 .....	749
Figura 410 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M3 .....	750
Figura 411 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M4 .....	750
Figura 412 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M5 .....	751
Figura 413 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M6 .....	751

Figura 414 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M7 .....	752
Figura 415 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M8 .....	752
Figura 416 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M9 .....	753
Figura 417 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M10 .....	753
Figura 418 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M11 .....	754
Figura 419 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M12 .....	754
Figura 420 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M13 .....	755
Figura 421 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M14 .....	755
Figura 422 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M15 .....	756
Figura 423 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M16 .....	756
Figura 424 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M17 .....	757
Figura 425 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M18 .....	757
Figura 426 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M19 .....	758
Figura 427 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M20 .....	758
Figura 428 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M21 .....	759
Figura 429 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M22 .....	759
Figura 430 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M23 .....	760
Figura 431 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M24 .....	760
Figura 432 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M25 .....	761
Figura 433 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M26 .....	761
Figura 434 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M27 .....	762
Figura 435 Cantidad Relativa de Uso y Estado del Edificio en el Punto de Medición M28.....	762
Figura 436 Cantidad Relativa de Uso y Estado del Edificio en el Punto de Medición M29.....	763
Figura 437 Ejemplo de identificación de receptores .....	765
Figura 438 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 1 .....	849
Figura 439 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 2.....	850
Figura 440 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 3.....	850
Figura 441 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 4.....	851
Figura 442 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 5.....	851

Figura 443 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 6..... 852

Figura 444 Ruta de propagación de las vibraciones en estructuras ferroviarias elevadas ..... 853

Figura 445 Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral componente biótico ..... 909

Figura 446 Estructura Ecológica Principal del Área de Influencia (AI) ..... 911

Figura 447 Intersección del All del Componente Flora los Sistemas de Áreas Protegidas del Distrito Capital Humedal de La Vaca..... 914

Figura 448 Intersección del All del Componente Flora con los Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la EEP y Parques de Borde..... 915

Figura 449 Intersección del All del Componente Flora con las Áreas para la adaptación al cambio climático..... 916

Figura 450 Intersección del All del Componente Flora con el Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá 916

Figura 451 Intersección del All del Componente Flora con el Parque El Porvenir (Gibraltar) ..... 917

Figura 452 Intersección del All del Componente Flora con el Parque El Porvenir..... 917

Figura 453 Intersección del All del Componente Flora con el Parque Tercer Milenio ..... 918

Figura 454 Intersección del All del Componente Flora con el Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico) ..... 918

Figura 455 Intersección del All del Componente Flora con los Sistemas Hídricos ..... 919

Figura 456 Intersección del All del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Cundinamarca 920

Figura 457 Intersección del All del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Albina ..... 920

Figura 458 Intersección del All del Componente Flora con el Sistema Hídrico Río Fucha o San Cristóbal ..... 921

Figura 459 Intersección del All del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Arzobispo ..... 921

Figura 460 Intersección del All del Componente Flora con el Sistema hídrico Canal de Río Seco Sector 1..... 922

Figura 461 Intersección del All del Componente Flora con los Conectores ecosistémicos ..... 923

Figura 462 Intersección del All del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuena del Río Fucha sector 1 ..... 923

Figura 463 Intersección del All del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuena del Río Fucha sector 2..... 924

Figura 464 Intersección del All del Componente Flora con los Conector ecosistémico Virrey-Chicó. 924

Figura 465 Zonas de vida del Área de Influencia (AI) componente flora ..... 928

Figura 466 Biomás del Área de Influencia (AI) componente flora .....	929
Figura 467 Ecosistemas del Área de Influencia (AI) .....	932
Figura 468 Coberturas del del Área de Influencia (AI).....	934
Figura 469 Distribución de categoría por altura Tramo 1 - Ramal técnico .....	951
Figura 470 Distribución por categoría de altura WF1 Viaducto. ....	954
Figura 471 Distribución por categoría de altura WF1 redes. ....	956
Figura 472 Distribución por categoría de altura WF2 viaducto.....	961
Figura 473 Distribución por categoría de altura WF2 redes. ....	964
Figura 474 Distribución por categoría de altura WF3 viaducto.....	969
Figura 475 Distribución por categoría de altura WF3 redes. ....	974
Figura 476 Distribución por categoría de altura Av. 68.....	978
Figura 477 Distribución por categoría de altura de Colegio Luis Vargas Tejada. ....	980
Figura 478 Distribución por categoría de altura WF4 viaducto.....	985
Figura 479 Distribución por categoría de altura WF4 redes. ....	991
Figura 480 Distribución por categoría de altura WF5 viaducto.....	996
Figura 481 Distribución por categoría de altura WF5 redes. ....	999
Figura 482 Distribución por categoría de altura WF6 viaducto.....	1005
Figura 483 Distribución por categoría de altura WF6 redes. ....	1008
Figura 484 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3171 de 2021). ....	1011
Figura 485 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3172 de 2021). ....	1014
Figura 486 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3273 de 2022). ....	1016
Figura 487 Riqueza de especies epífitas por especie de forófito .....	1038
Figura 488 Abundancia y frecuencia relativa de especies no vasculares cortícolas. ....	1043
Figura 489 Porcentaje de abundancia especies no vasculares por cobertura vegetal .....	1046
Figura 490 Similitud florística de las especies no vasculares por cobertura. ....	1048
Figura 491 Abundancia y frecuencia de especies vasculares cortícolas.....	1051
Figura 492 Similitud florística de las especies vasculares por cobertura .....	1055
Figura 493 Riqueza con potencial distribución para el área de estudio según fuentes secundarias	1058
Figura 494 Representatividad de mamíferos por orden, familia género y especie .....	1068

Figura 495 Cantidad de especies por grupo taxonómico en cada cobertura .....	1077
Figura 496 Análisis de Bray-Curtis.....	1080
Figura 497 Curva de acumulación de aves.....	1081
Figura 498 Número de especies de aves distribuidos por familia .....	1087
Figura 499 Número de individuos por especie de aves .....	1089
Figura 500 Categorías tróficas de las aves en el área de influencia .....	1100
Figura 501 Organización social de la avifauna registrada .....	1104
Figura 502 Porcentaje de aves en cada una de las coberturas.....	1106
Figura 503 Interceptación del AICA Humedales de la Sabana de Bogotá en patio taller, WF 1 y WF 2 .....	1111
Figura 504 Oscilograma (A) y espectograma (B) bioacustico de <i>Dendropsophus molitor</i> en el área de influencia. ....	1114
Figura 505 Distribución <i>Dendropsophus molitor</i> .....	1120
Figura 506 Distribución <i>Atractus crassicaudatus</i> .....	1120
Figura 507 Curva de acumulación de especies de murciélagos insectívoros aéreos registrados acústicamente .....	1121
Figura 508 Categorías tróficas de los mamíferos en el área de influencia.....	1129
Figura 509 Captura de roedores en trampa Tomahawk (a) Instalación trampa Tomahawk (b) Captura de roedor ( <i>Rattus norvegicus</i> ).....	1130
Figura 510 Idoneidad de hábitat sector Avenida 68.....	1132
Figura 511 Idoneidad de hábitat WF5 - WF6.....	1133
Figura 512 Idoneidad de hábitat WF1-WF2 .....	1134
Figura 513 Estructura metodológica aplicada por la Zonificación Ambiental .....	1153
Figura 514 Humedal La Vaca.....	1158
Figura 515 EEP de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde en el Área de Influencia del medio Biótico .....	1160
Figura 516 Sistema hídrico en el Área de Influencia (AI).....	1162
Figura 517 Conectores ecosistémicos en el Área de Influencia .....	1164
Figura 518 Sensibilidad por fuentes de contaminación ambiental.....	1165
Figura 519 Sensibilidad por Reglamentación del Uso del Suelo en las Áreas de Influencia Abiótica .....	1168

Figura 520 Sensibilidad por Marco Normativo y Reglamentario en el Área de Influencia Abiótica...	1169
Figura 521 Sensibilidad amenaza por movimiento en masa en el AII Abiótica .....	1172
Figura 522 Sensibilidad amenaza por Inundación .....	1175
Figura 523 Mapa de valores máximos de aceleración horizontal para el período de retorno de 475 en el Área de Influencia de la PLMB.....	1176
Figura 524 Sensibilidad amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10.....	1177
Figura 525 Sensibilidad por avenidas torrenciales .....	1178
Figura 526 Distribución de zonificación ambiental intermedia medio abiótico .....	1180
Figura 527 Sensibilidad por Coberturas de la Tierra en el área de influencia Biótica.....	1183
Figura 528 Sensibilidad por Hábitats para Fauna asociados a Coberturas en el área de influencia Biótica .....	1187
Figura 529 Zonificación Biótica para el área de influencia biótica .....	1190
Figura 530 Zonificación ambiental Final del proyecto.....	1192

## Índice de Fotografías

Fotografía 1 Inventario forestal Avenida Primero de mayo con Calle 52 Tramo 3 .....	20
Fotografía 2 Inventario forestal Avenida Primero de mayo con Avenida NQS Tramo 3 .....	20
Fotografía 3 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 4 Tramo 4 .....	20
Fotografía 4 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 10 Tramo 4 .....	20
Fotografía 5 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 31 Tramo 5 .....	21
Fotografía 6 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 40 Tramo 5 .....	21
Fotografía 7 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 43 Tramo 6 .....	21
Fotografía 8 Inventario forestal Estación Héroes Tramo 6 .....	21
Fotografía 9 Canal del Río Seco Sector 1 .....	31
Fotografía 10 Río Fucha o San Cristóbal.....	34
Fotografía 11 Canal arzobispo .....	35
Fotografía 12 Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP El Porvenir (Gibraltar) .....	38
Fotografía 13 Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 3.....	42

Fotografía 14 Separadores viales tramo 2 Avenida Villavicencio .....	46
Fotografía 15 Separadores viales tramo 3 Avenida Primero de mayo .....	46
Fotografía 16 Separadores viales tramo 4 Avenida Calle 1 .....	47
Fotografía 17 Separadores viales tramo 4 Avenida Caracas .....	47
Fotografía 18 Separadores viales tramo 5 Avenida Caracas .....	47
Fotografía 19 Glorieta Avenida Primero de mayo con Carrera 50 Tramo 3 .....	47
Fotografía 20 Glorieta Avenida Calle 1 con Carrera 27 Tramo 4 .....	47
Fotografía 21 Circulación peatonal Avenida Primero de mayo con Carrera 68 Tramo 3 .....	47
Fotografía 22 Circulación vehicular Avenida Primero de mayo con Carrera 68 Tramo 3 .....	48
Fotografía 23 Parque zonal Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo Tramo 3 .....	48
Fotografía 24 Parque zonal Avenida Calle 1 con Carrera 24 Tramo 4 .....	48
Fotografía 25 Circulación vehicular Avenida NQS con Calle 8 sur Tramo 4 .....	48
Fotografía 26 Plaza de las flores Avenida Caracas con Calle 69 Tramo 6 .....	48
Fotografía 27 Circulación vehicular Avenida Caracas con Calle 76 Tramo 6 .....	48
Fotografía 28 Sector Tramo 1 - Ramal Técnico .....	123
Fotografía 29 Área del canal y edificaciones presentes .....	124
Fotografía 30 Zonas industriales o comerciales y zonas de red vial .....	125
Fotografía 31 Zonas recreativas identificadas en el tramo 1 .....	126
Fotografía 32 Equipamientos de tipo social .....	126
Fotografía 33 Zonas con presencia de áreas verdes y algunos individuos arbolados Tramo 2 .....	129
Fotografía 34 Construcciones y zonas comerciales Tramo 2 .....	130
Fotografía 35 Zonas recreativas Tramo 2 .....	130
Fotografía 36 Equipamientos culturales y educativos - Tramo 2 .....	132
Fotografía 37 Zonas verdes Tramo 3 .....	135
Fotografía 38 Red vial y construcciones asociadas al Tramo 3 .....	135
Fotografía 39 Zonas recreativas Tramo 3 .....	136
Fotografía 40 Equipamiento asociada al Tramo 3 .....	138
Fotografía 41 Espacios verdes presentes en el Tramo 4 .....	140
Fotografía 42 Equipamiento social en el Tramo 4 .....	141



Fotografía 43 Zonas verdes dentro del Tramo 5.....	143
Fotografía 44 Edificaciones asociadas al Tramo 5 .....	144
Fotografía 45 Zonas verdes identificadas a lo largo del Tramo 6.....	147
Fotografía 46 Infraestructura presente en el Tramo 6 .....	148
Fotografía 47 Río Bogotá, extremo del predio El Corzo, aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) .....	237
Fotografía 48 Canal Cundinamarca, aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) con relación al Tramo 1 .....	238
Fotografía 49 Canal Cundinamarca, en el sector que entrega aguas al Río Bogotá, mediante la estación de bombeo.....	241
Fotografía 50 Punto de descarga de aguas del Canal Tintal II al Canal Cundinamarca .....	241
Fotografía 51 Canal Tintal II en obra, aguas arriba y aguas abajo con relación al AID .....	244
Fotografía 52 Canal Tintal II, antes del inicio de las obras en el sector que entrega aguas a canal Cundinamarca .....	245
Fotografía 53 Canal Tintal II en obra, sector que entrega aguas a canal Cundinamarca .....	245
Fotografía 54 Canal Río Seco aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID.....	246
Fotografía 55 Canal Albina aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID .....	247
Fotografía 56 Canal Río Fucha aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID.....	249
Fotografía 57 Canal Río arzobispo aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID .....	250
Fotografía 58 Arreglo Schlumberger para el SEV1-PLMB.....	377
Fotografía 59 Toma de datos de resistividad en el SEV2-PLMB.....	377
Fotografía 60 Lugar de medición de las vibraciones M6_2 .....	741
Fotografía 61 Lugar de medición de las vibraciones M8_3 .....	742
Fotografía 62 Lugar de medición de las vibraciones M10_3 .....	742
Fotografía 63 Lugar de medición de las vibraciones M12_6 .....	743
Fotografía 64 Lugar de medición de las vibraciones M14_3 .....	743
Fotografía 65 Lugar de medición de las vibraciones M16_6 .....	744
Fotografía 66 Lugar de medición de las vibraciones M18_2 .....	744
Fotografía 67 Lugar de Medición de vibraciones M24_8.....	745
Fotografía 68 Lugar de medición de las vibraciones M25_3 .....	745

Fotografía 69 Ciudad capital .....	935
Fotografía 70 Zonas comerciales .....	935
Fotografía 71 Red vial .....	936
Fotografía 72 Otras zonas verdes urbanas .....	937
Fotografía 73 Cobertura correspondiente a parques urbanos .....	937
Fotografía 74 Cobertura correspondiente a ronda hídrica de cuerpo de agua urbano .....	938
Fotografía 75 Cobertura correspondiente a pastos limpios .....	938
Fotografía 76 Pastos arbolados .....	939
Fotografía 77 Humedales y Zonas Pantanosas .....	940
Fotografía 78 Canales .....	940
Fotografía 79 Registros de especies no vasculares .....	1043
Fotografía 80 Registro fotográfico <i>Tylandsia recurvata</i> y <i>Pleoltis macrocarpa</i> .....	1050
Fotografía 81 Registro fotográfico <i>Opuntia sp</i> .....	1050
Fotografía 82 Registro fotográfico de algunas especies de aves registradas en el AI .....	1088
Fotografía 83 <i>Pyrocephalus rubinus</i> .....	1093
Fotografía 84 Especies de aves migratorias .....	1094
Fotografía 85 Chirlobirlo ( <i>Sturnella magna</i> .) - Especie Insectívora .....	1101
Fotografía 86 Canario sabanero ( <i>Sicalis luteola</i> ) - Especie granívora .....	1101
Fotografía 87 <i>Elanus leucurus</i> - Especie carnívora .....	1102
Fotografía 88 Especies omnívoras, Izquierda: <i>Turdus fuscater</i> – Derecha: <i>Quiscalus lugubris</i> .....	1102
Fotografía 89 Especie nectarívora – colibrí <i>corunscans</i> .....	1103
Fotografía 90 Especie carroñera - <i>Coragyps atratus</i> .....	1103
Fotografía 91 Pareja de <i>Mimus gilvus</i> .....	1104
Fotografía 92 Grupo monoespecífico de <i>Zenaida auriculata</i> .....	1105
Fotografía 93 <i>Vanellus chilensis</i> en pastizal .....	1105
Fotografía 94 Monjita bogotana ( <i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i> ) en junco de zona de humedal .....	1107
Fotografía 95 Especie en Apéndice III de CITES ( <i>Dendrocygna autumnalis</i> -Pato pisingo) .....	1108
Fotografía 96 Especie en Apéndice II de CITES <i>Asio flammeus</i> .....	1109

Fotografía 97 Especie invasora <i>Columba livia</i> en Parque Tercer Milenio .....	1110
Fotografía 98 Especies registradas en el AICA Izquierda: <i>Asio flammeus</i> . Derecha: <i>Sturnella magna</i> .....	1113
Fotografía 99 Rana sabanera ( <i>Dendropsophus molitor</i> ).....	1113
Fotografía 100 Serpiente sabanera ( <i>Atractus crassicaudatus</i> ).....	1115
Fotografía 101 Murciélagos de Bolivia .....	1122
Fotografía 102 Otras especies identificadas .....	1122

## 5 LÍNEA BASE MEDIO ABIÓTICO Y BIÓTICO

### 5.1 ÁREAS DE INFLUENCIA

La definición de áreas de influencia para la PLMB abarca, en esta instancia, una concepción desde las actividades meramente constructivas (ver Tomo 1, numeral 2.4.1 Alcance), es decir, esta deberá ser objeto de verificación y en caso de ser necesario, de modificación, cuando se incluya la información de operación del viaducto, e incluso, cuando se tengan precisiones en el diseño constructivo, tal como el sistema de agua potable (ver numeral 3.3.6.3 del tomo 1), el urbanismo y manejo de áreas remanentes (ver numeral 3.3.10 Urbanismo).

Asimismo, cualquier ajuste en actividades que impliquen nuevas áreas a las definidas en este capítulo, tales como inclusión de vías a las incorporadas en el PCAD (ver numeral 5.1.1.1.3 Componente Atmosférico) o localización de campamentos, deberán contar con un criterio técnico y realizar el respectivo ajuste o modificación al presente estudio.

Este numeral abarca la definición de áreas de influencia de los medios abiótico y biótico, la definición del medio socioeconómico es abordada en el capítulo 9 (Tomo 4).

Basada en las determinaciones en común con relación al área de influencia, establecidas en el (Decreto 1076 de 2015) y en la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia del (MADS y ANLA, 2018), ésta es considerada como el área donde se manifiestan los impactos ambientales y sociales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Sin embargo, es preciso señalar que las áreas de influencia fueron definidas considerando todos los impactos identificados y cuya naturaleza permita ser delimitados.

Asimismo, y atendiendo las consideraciones contractuales establecidas en el Apéndice Técnico AT 15: (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)), como aspecto metodológico se realizó un análisis de las áreas de influencia directa e indirecta, definidas de la siguiente manera:

- ▶ **Área de Influencia Directa - AID:** El AID es el espacio donde se manifiestan directamente los impactos generados por las actividades del proyecto; está relacionado con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. En ese sentido, también se consideran las áreas de intervención por el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales.
- ▶ **Área de influencia indirecta - All:** El All del EIAS se definió para cada uno de los medios, teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico de las áreas de intervención, es decir la zona externa del área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan los impactos. Es así como se identificaron y cuantificaron los impactos negativos significativos acordes con la metodología empleada de criterios de delimitación, en cada uno de los componentes de cada medio.

En ese sentido, en la Figura 1 se esquematiza el proceso de definición de áreas de influencia (directa e indirecta) de cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico). Es preciso aclarar que la definición de estas áreas es el resultado de la superposición de cada una de las áreas definidas para los componentes, siendo definitoria la mayor extensión.

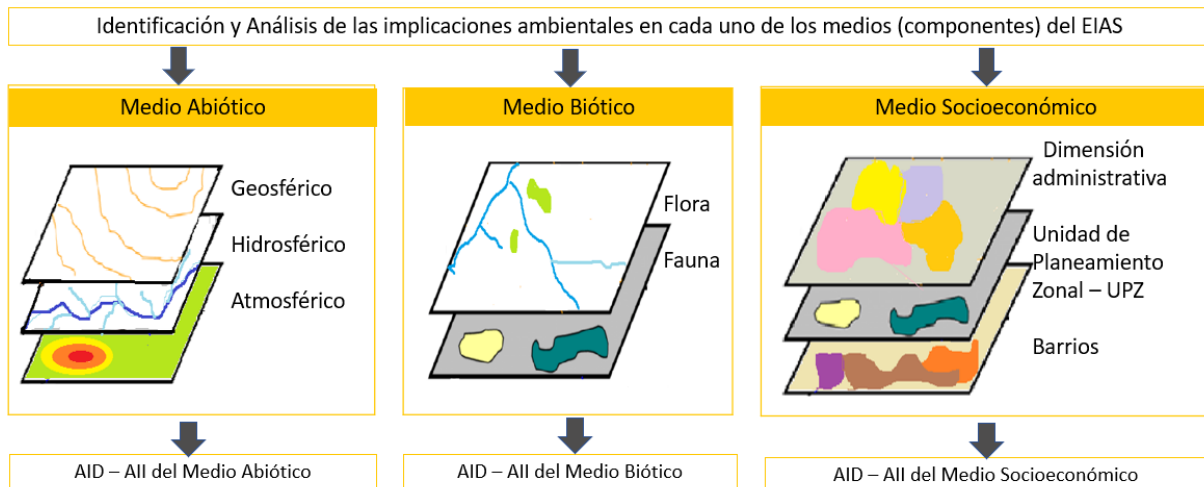


Figura 1 Definición de Áreas de Influencia por componentes y cada uno de los medios

Fuente: ANLA, 2014, modificado por Metro L1 y Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

(MADS y ANLA, 2018), éstas son definidas en el marco de un proceso iterativo de análisis de información recopilada en las diferentes etapas de desarrollo de este estudio (pre-campo, campo y pos-campo), partiendo de la identificación de las actividades a desarrollar en las etapas preliminar, actividades transversales, viaducto, estaciones, sistema BRT, Patio Taller, reconfiguración de vías, actividades de cierre y operación, en el marco del EIAS. A modo general, se siguen los lineamientos de la Política de Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales del Banco Europeo de Inversiones, en el sentido de vincular la evaluación de impactos ambientales al proceso de definición de áreas de influencia definitivas, tal como se representa en la Figura 2.

De esta manera, el ejercicio inicia con la definición de áreas de influencia preliminar, y finaliza con la delimitación de las áreas de influencia definitivas, resultado de un proceso que implica, además de la revisión reiterada de información de caracterización, la evaluación ambiental definitiva, y a partir de los impactos significativos (definidos en el Capítulo 7 Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales), se analiza, evalúa y en caso de ser necesario, se ajusta la delimitación de las áreas de influencia definidas preliminarmente.

► Proceso de definición de las áreas de influencia

La Figura 2 representa el proceso para la delimitación de las áreas de influencia.

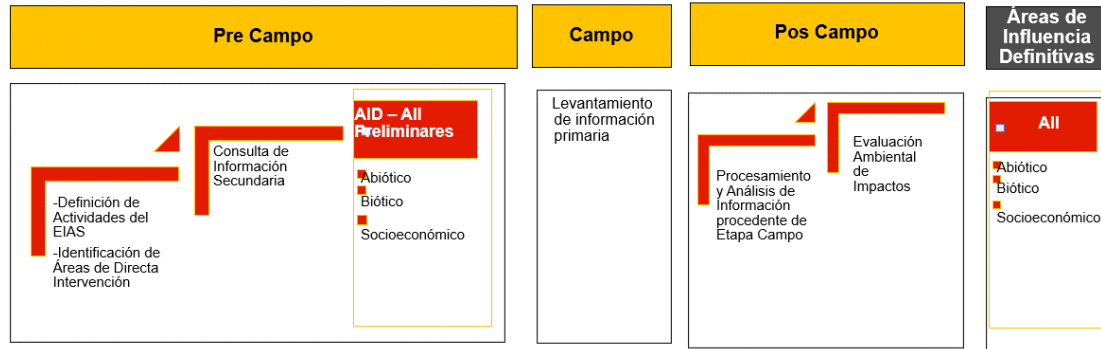


Figura 2 Representación del proceso de definición de áreas de influencia del EIAS

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

La definición de las áreas de influencia tiene un momento inicial, con la claridad en las actividades proyectadas durante la etapa de construcción, la identificación de las áreas que se intervendrán directamente a causa de las obras, con la información secundaria consultada mediante páginas y consulta oficial a entidades, incluida la información cartográfica de las diferentes temáticas.

El producto de este primer momento de análisis es la definición de las AID y All preliminares para cada uno de los componentes y medios que resulta de la utilización de criterios y variables que se relacionan con la presencia de elementos o condiciones que inciden en la trascendencia o limitación de los posibles impactos.

En un segundo momento se delimitan las áreas de influencia definitivas, las cuales son obtenidas a partir de las caracterizaciones (procedentes de la etapa de campo) y del análisis de esta información en esta pos-campo, en la cual se evalúan los impactos (ver Capítulo 7 Impactos y Riesgos Ambientales y Sociales para mayor detalle de la evaluación), principalmente los significativos. A partir de esta evaluación es posible analizar, y en caso de ser necesario, redefinir las áreas preliminares.

Es importante precisar, que para la delimitación o ajuste de áreas se emplea la información secundaria y primaria obtenida en las diferentes etapas del proceso de elaboración y análisis del estudio (pre campo, campo y post campo) (ver Tabla 1).

El anexo cartográfico es el L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_03) y las figuras referentes a este capítulo se encuentran en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_06 / 6\_2 Figuras).

Tabla 1 – Descripción de actividades por etapa de definición del área de influencia

Etapa	Descripción de actividades en esta etapa	Descripción en el proceso de delimitación de área de influencia
Pre-Campo	<p>Se consulta información cartográfica secundaria referente a cada uno de los componentes.</p> <p>A partir de la información secundaria, se identifican los aspectos relevantes, como cambios de cobertura, elementos de la Estructura Ecológica Principal; puntos de interés para el desarrollo del proyecto, identificación de elementos barrera o de mitigación de impactos y el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, así como aspectos sociales.</p>	<p>La información generada en esta etapa es importante para dar una aproximación de las características del medio.</p> <p>Mediante la cartografía de la zona, se permite delimitar las <b>áreas de influencia preliminar</b> de los componentes y medios (abiótico, biótico y socioeconómico)-</p>
Campo	<p>En esta etapa se realiza el reconocimiento del área, con el fin de corroborar la información secundaria consultada y la establecida en las imágenes satelitales, haciendo recorridos de campo previamente definidos y estableciendo puntos de interés para el levantamiento de información y/o muestreos. Adicionalmente, se registra información con respecto a los requerimientos técnicos del proyecto, de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.</p>	<p>Ajuste de áreas preliminares: Con la toma de información primaria, es decir, observaciones, registros y datos, registrada por el grupo interdisciplinario de profesionales, se ajustan los límites de las áreas de influencia preliminar en cada componente y medio.</p>
Pos-Campo	<p>A partir de la información de campo y los resultados obtenidos, así como de la evaluación de impactos y la significancia de estos, se realiza un proceso iterativo, que permite ajustar las áreas de influencia preliminares, obteniendo así <b>áreas de influencia definitivas (AID y AII)</b> por componentes y medios. Dicho proceso está apoyado en información geográfica, resultados de modelaciones, observaciones directas, observación participante, entrevistas, entre otros.</p>	<p>Definitiva: Con la información de campo procesada (Análisis, cartográfica ajustada, modelaciones, etc.), se obtienen mayor detalle en cada componente. Por lo tanto, se puede hacer predicciones de la forma en que los impactos significativos se proyectarían espacialmente, productos de las actividades a ejecutar en la etapa de construcción el EIAS.</p>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.1.1 Áreas de influencia preliminares

#### 5.1.1.1 Área de influencia medio Abiótico

El área de influencia del medio abiótico se delimitó a partir del análisis espacial de las actividades previstas en la **etapa constructiva** del proyecto y de los posibles impactos en los componentes geosférico, hidrosférico y atmosférico.

##### 5.1.1.1.1 Componente Geosférico

###### 5.1.1.1.1.1 Área de influencia Directa – AID

En la etapa de construcción, si bien, se ejecutarán actividades de hincado y pre excavados de pilotes, estos se desarrollarán a profundidades entre 45 y 70 m, con diámetros entre 1 a 1,85 m. Desde el componente geosférico se consideraron impactos como alteración a la calidad del suelo, generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo y afectación por asentamientos del terreno,

alteración de las condiciones geomorfológicas (considerando el aspecto de generación de vibraciones) y alteración en la percepción visual del paisaje.

Si bien, las actividades a desarrollar no repercuten significativamente en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, en la denudación del suelo y en la estabilidad, el AID para este componente incorpora los predios aferentes a las áreas de intervención por la construcción de las estructuras que harán parte de la PLMB, área en la cual podría generarse afectación por hundimientos y cambios en el nivel topográfico del suelo, así como afectación a la infraestructura aledaña a causa de la generación de vibraciones (reflejado en las medidas de manejo planteadas tales como el levantamiento de actas de vecindad) y alteración en la percepción visual del paisaje en áreas aledañas donde se prevé se generará un cambio en la percepción visual del paisaje por los trabajos de remoción de estructuras o construcción de edificaciones, el cual es calificado como moderado y se ve afectado negativamente debido a la inclusión temporal de elementos como maquinaria, equipos, polisombra, señalización y en general, la construcción de la PLMB. Así mismo la actividad de implementación del espacio público, paisajismo y mobiliario urbano se constituye como una actividad con un impacto positivo al componente (ver Figura 3).

#### 5.1.1.1.2 Área de influencia indirecta – AII

El AII del componente geosférico es definido por el impacto alteración de las condiciones geomorfológicas, considerando el aspecto de la generación de vibraciones, entendiéndose que este impacto trascenderá al AID, a diferencia de los demás impactos del componente.

Si bien los impactos generados por las actividades de vibraciones sobre las geofomas del terreno son de naturaleza negativa, estas acciones resultan ser de carácter irrelevante después de realizar su evaluación debido a que la alteración que tienen sobre el terreno es muy puntual y se reduce a solo aquellas zonas donde las actividades constructivas involucren maquinaria que genere vibraciones (máquina de pilotaje, vibro compactador de rodillo, compactador tipo canguro, equipos de demolición y la retroexcavadora, considerando que el vibro compactador es la máquina que emite mayores vibraciones), (ver numeral 7.5.5.1.1. Alteración de las condiciones geomorfológicas).

Es importante mencionar que dichas vibraciones podrían llegar a tener incidencia directa sobre el suelo y las condiciones geotécnicas del terreno (estabilidad) cuando se apliquen estos esfuerzos sobre áreas con condiciones topográficas y de relieve pronunciado puesto que pueden suscitar la pérdida de la cohesión del suelo y el desprendimiento de este, no obstante, para el caso del área que será intervenida por el proyecto, presenta una topografía del terreno primordialmente con relieves planos y homogéneos donde no se prevé una afectación y/o activación de escenarios de inestabilidad del terreno.

Por otra parte y de acuerdo con información secundaria consultada, tal como el Informe de los (Efectos de fuerzas dinámicas aplicadas por equipos de construcción sobre suelos blandos de la sabana de Bogotá) de (Castillo, Diaz, & Torres), en el cual afirma que “*las actividades que incluyen el uso de vibro compactadores reflejan un buen comportamiento del suelo al igual que el uso y la circulación de trenes por esta zona*” y concluyen que el uso de esta maquinaria no inciden en la generación de inestabilidades



en suelos de la sabana de Bogotá. Teniendo en cuenta que es la maquinaria que genera mayores velocidades sobre el suelo se infiere que el uso de otra maquinaria y equipo que produce vibraciones tampoco generaría inestabilidades sobre el terreno.

Sin embargo y teniendo en cuenta que los límites de velocidad máximos establecidos de la maquinaria oscilan entre 3,05 mm/s a 12,7 mm/s y de acuerdo con lo mencionado por (Bascompta, 2020), el vibrocompactador (maquinaria que genera mayores vibraciones), registra valores picos de velocidad de 6.27 mm/s a una distancia de 5 m y 0,27 mm/s a distancias de 30 m. Por otro lado, basado en (Adhilla Ainun Musir, 2021), se estima que, para la **instalación de pilotes**, que es un procedimiento que genera mayores vibraciones, a una distancia promedio de **32,07 m** con velocidades de 0,67 mm/s, por lo tanto, se estima un **búfer de 32 m** entorno al **área de intervención para el All del componente geosférico** (ver Figura 3).

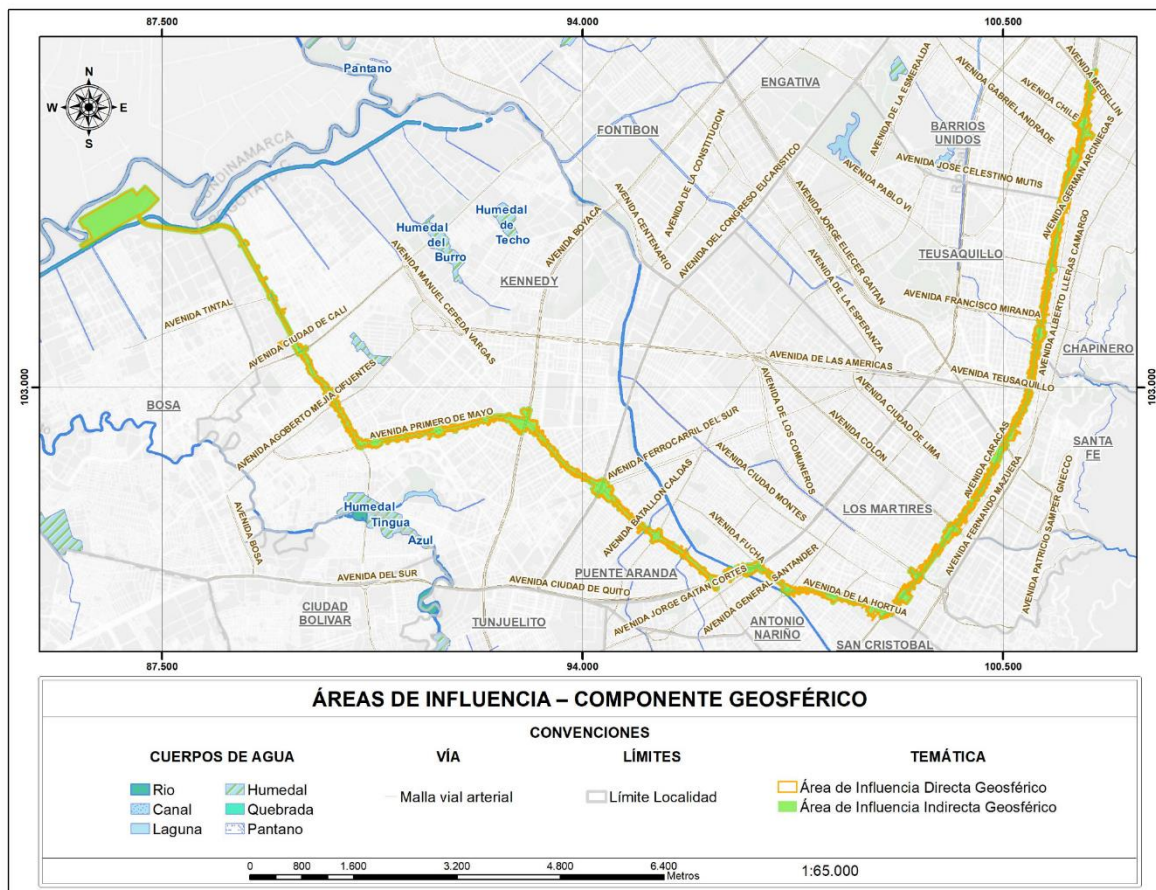


Figura 3 Áreas de Influencia – Componente geosférico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.1.1.1.2 Componente Hidrosférico

##### 5.1.1.1.2.1 Área de influencia directa – AID

Durante la ejecución del EIAS no se prevé captar o verter a fuentes hídricas superficiales ni subterráneas, por lo tanto, el AID para este componente se consolida como la franja correspondiente a las áreas directas de intervención por las actividades del proyecto.

##### 5.1.1.1.2.2 Área de influencia indirecta – AII

###### ▶ Recurso hídrico superficial

En una etapa preliminar, se identificaron todas las fuentes hídricas cercanas y que interceptan el AID, estableciendo un área de 100 m aguas arriba y 200 m aguas abajo, previendo una posible re-suspensión de material particulado por actividades cercanas, y asimilación del cuerpo de agua; las cuales no presentarían afectación por vertimientos al cauce. Estas distancias son mayores a los valores mínimos establecidos por el IDEAM en el (Instructivo de toma y preservación de muestras sedimentos y agua superficial para la red de monitoreo de calidad del IDEAM), en la cual se localizan los sitios de muestreo 50 metros aguas abajo a la intervención.

En ese sentido, se incluyen los siguientes cuerpos de agua, en el AII (ver Figura 4)

- ▶ En el Tramo 1 el canal Cundinamarca: La intervención se proyecta en las franjas de protección ambiental denominadas Faja Paralela y Área de Protección o Conservación Aferente, alinderado mediante Resolución 369 de 2019.
- ▶ En el Tramo 3 se consideran las fuentes hídricas Río Seco (Ronda Hídrica alinderada en Faja Paralela y Área de Protección y Conservación Aferente por Resolución 1032 de 2010) y Canal Albina (constituido como una Ronda Hídrica, de acuerdo con las definiciones del POT vigente, Decreto 555 de 2021).
- ▶ En el Tramo 4 se incorporó el Río Fucha (Constituido como Ronda Hídrica de acuerdo con el nuevo POT, Decreto 555 de 2021).
- ▶ En el Tramo 5 se identificó el canal Arzobispo (Cuerpo de agua definido como Ronda Hídrica de acuerdo al Decreto 555 de 2021) (Nota: En los tramos no mencionados, se precisa que no fueron identificados cuerpos de agua en los que se proyecte algún cruce y/o intervención por las obras y actividades del Proyecto). Ver Figura 4.

Respecto al canal Tintal II representado en la anterior figura, es preciso señalar que por medio de la Resolución 3703 de 2019, “Por medio de la cual se modifica la Resolución 2771 de 2010 y se toman otras determinaciones”, establece en el ARTÍCULO PRIMERO. “Modificar parcialmente el artículo primero de la Resolución 2771 de 2010, en cuanto a la eliminación del Corredor Ecológico de Ronda – CER del Canal Tintal II”, como consecuencia de la intervención consistente en el reemplazo del canal abierto por un box coulvert.

No obstante, el concesionario ML1 elevó consulta a la Secretaría Distrital de Ambiente sobre la aplicabilidad del Permiso de Ocupación de Cauce para el Canal Tintal II mediante comunicado 2023ER125610, al cual la Autoridad Ambiental dio respuesta mediante radicado 2023EE138293, donde se expone la no procedencia de solicitud de POC para esta área. (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A09\_06\_B).

► Recurso hídrico subterráneo

El All por afectación del recurso hídrico subterráneo es definido a partir de las actividades proyectadas del EIAS tales como las actividades de hincado y pre excavado de pilotes a profundidades máximas de 70 m, la construcción de cimentación de las estaciones BRT con profundidades de 1,5 m y de las estaciones (profundidades máximas de 60 m).

Teniendo en cuenta las actividades a desarrollar, y basados en los resultados de los radios de influencia que tienen los pozos que captan los acuíferos asociados a la Formación Sabana en la ciudad de Bogotá, como lo presenta la Secretaria Distrital de Ambiente en el “Informe Técnico No. 01081 del 31 de marzo de 2022”, donde se registra un nivel estático de 15,17 m y un nivel dinámico de 21,39 m, con un bombeo promedio de 0,92 l/s, generando un abatimiento total de 6,22 metros y reportando un radio de influencia de 386 m; en la siguiente tabla se presentan los datos de un pozo en referencia.

Tabla 2 – Datos pozo de referencia para identificar el radio de influencia

No. De Inventario SDA	Pz-11-0051
Nombre actual del predio	Comunidad Religiosa Clérigos de San Viator
Coordenadas planas del pozo:	Norte: 121424,263 m Este: 104019,790 m (hoja Maestra)
Altura o Cota boca del pozo:	2549,293 m.s.n.m
Profundidad del entubado:	140,18 m
Casing:	No reportado
Ubicación de los filtros (profundidad):	Sin información
Formación acuífera captada:	Cretácico- Cuaternario (Formación Sabana)
Sistema de extracción:	Bomba sumergible
Tubería de revestimiento:	4" Acero
Tubería de producción:	2 ½" Acero
No. De medidor	82R10012387142

No. De Inventario SDA	Pz-11-0051
Caudal concesionado:	25,3 m <sup>3</sup> /día (0.94 L/s bajo un régimen de bombeo de 7 horas y 30 minutos)

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (2022)

Partiendo de la información de pruebas de bombeo y los trabajos a profundidades no superiores de 70 m, se observan radios de influencia no superiores a 500 m de longitud, por lo tanto, se define un búfer de 600 m con relación a la zona de intervención. Si bien, es considerada un área amplia, es preciso señalar que la duración del impacto se estima por tiempos mínimos a partir de la intervención.

De acuerdo con lo anterior, el AII del componente hidrosférico está delimitado por las franjas en los cruces de las fuentes superficiales y el búfer de 600 metros a lo largo del área de intervención, por posible afectación al recurso hidrogeológico. Ver Figura 4.

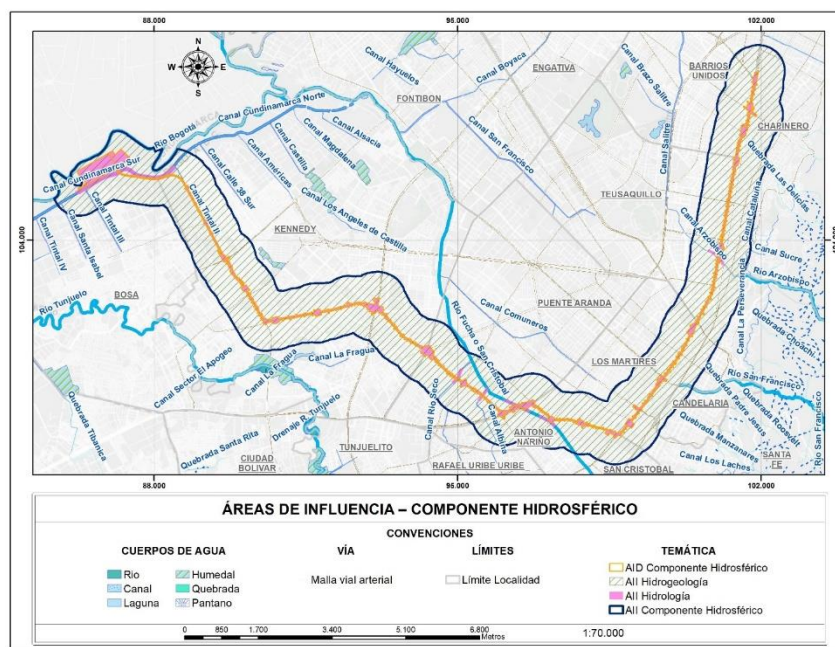


Figura 4 Áreas de Influencia - Componente hidrosférico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.1.1.1.3 Componente atmosférico

El área de influencia para el componente atmosférico es definida a partir del análisis de los impactos ocasionados de Alteración de la calidad del aire (material particulado y gases) y Alteración en los niveles de presión sonora (previando el ruido procedente de actividades movimiento de tierras, y uso de maquinaria y equipos. A continuación, la definición de las áreas para este componente.

Se tomaron como referencia los modelos de dispersión de contaminantes en el aire y el modelo de ruido realizados por el (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019) en la etapa de

prefactibilidad. Sin embargo, el área de influencia definitiva es definido y soportado a partir de los estudios realizados en el marco de este EIAS, con los criterios obtenidos a partir de los monitoreos y modelaciones llevadas a cabo por el (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022).

Las áreas de influencia son soportadas a partir de las actividades constructivas del proyecto, teniendo en cuenta las modelaciones y el **Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos (PCAD)**, que define las estrategias necesarias para controlar, mitigar y minimizar el impacto de las actividades de construcción de la PLMB sobre el tráfico en el área de influencia del proyecto, y que a su vez será usada como insumo para los Planes de Manejo de Tránsito (PMT) Específicos. En ese sentido, las AI del componente atmosférico incorporó las vías del PCAD y los predios aferentes a estas vías.

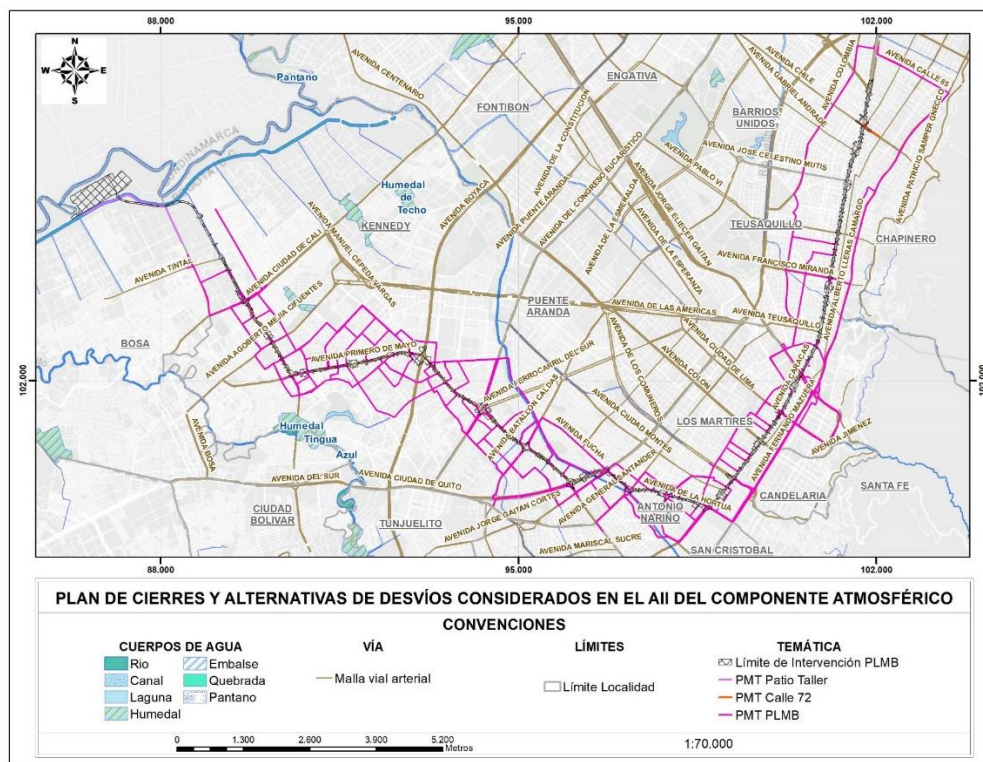


Figura 5 Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos considerados en el AII del componente atmosférico

Fuente: Consortio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.1.1.1.3.1 Calidad de Aire

#### 5.1.1.1.3.1.1 Área de influencia directa - AID

El AID para calidad del aire se delimitó basado en el área donde el proyecto intervendrá directamente, ya que es donde se generará la emisión de material particulado y gases resultante de las actividades del proyecto y donde se deberá establecer las medidas de mitigación directa tales como la instalación de polisombra para el control del material particulado.

### 5.1.1.1.3.1.2 Área de influencia Indirecta -All

La modelación tomada como referencia y realizada por el (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), corresponde a la modelación de PM<sub>10</sub> en etapa de construcción de la PLMB, sin línea base (sin concentraciones de fondo), es decir, las que generará el proyecto para el tiempo de exposición anual. En la Figura 6 se presenta el mapa base de los niveles de concentración de PM<sub>10</sub>, en el anexo L1T1-CON-AMB-PN-0013\_A06 / 6\_1 se relaciona el estudio y análisis para el área de influencia. Dentro de este se puede observar que el máximo nivel de concentración identificado supera los 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración permisible de acuerdo con el Decreto 2254 de 2017, en áreas puntuales tales como el sector Patio-Taller, Portal Américas, Santander, Hospitales y entre Calle 26 y Calle 45 (ver Figura 7).

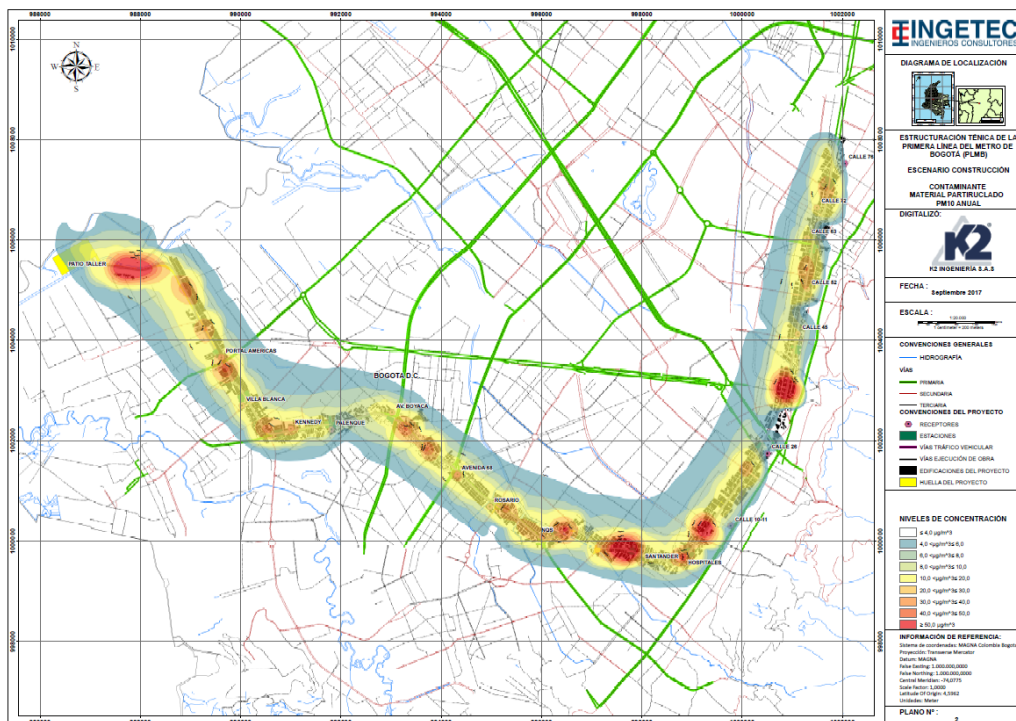


Figura 6 Niveles de Concentración PM<sub>10</sub> - Escenario de Construcción

Fuente: Modelación realizada por K2 Ingeniería S.A.S para el EIAS (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019)

En ese sentido, el AIJ preliminar de calidad de aire incorpora las áreas puntuales que exceden los límites permisibles, de acuerdo con la modelación de la etapa de construcción, y las vías definidas en el PCAD así como los predios aferentes o receptores.

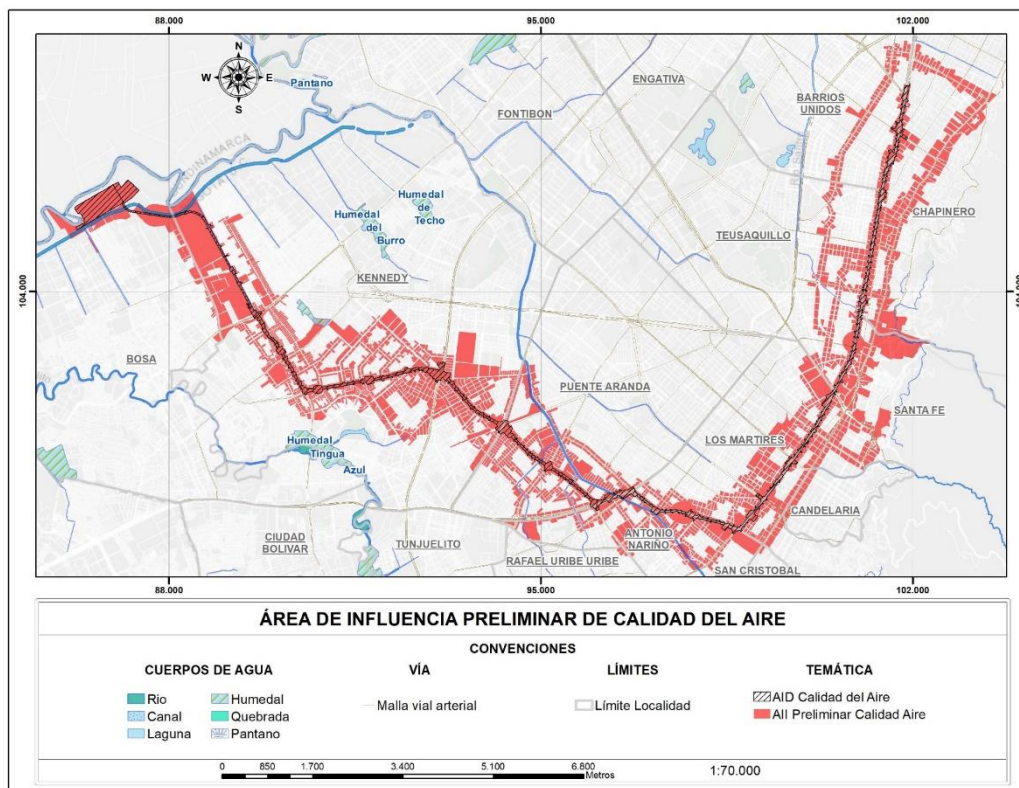


Figura 7 Área de Influencia Preliminar de calidad del aire

Fuente: Basada en la modelación realizada por K2 Ingeniería S.A.S para el EIAS (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019)

La sustentación de los estudios actuales que soportan y permiten reiterar el área de influencia definida preliminarmente se presentan en el numeral 5.1.1.

### 5.1.1.1.3.2 Ruido

#### 5.1.1.1.3.2.1 Área de influencia directa – AID

El AID es definida mediante la ecuación de decaimiento de ruido relacionada a continuación. La aplicabilidad de esta ecuación consiste en encontrar la distancia D en la cual se cumple el límite permisible de ruido ambiental establecido en la (Resolución 0627 de 2016) por el MAVDT para el sector B) Tranquilidad y Ruido Moderado, con estándar máximo de 55 dBA en horario nocturno.

Con relación a la ecuación, en un momento inicial, los datos para resolverla proceden de las modelaciones de **etapa de construcción** realizadas en el estudio de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la PLMB a cargo del (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019). Posterior a la etapa de campo, esta ecuación es aplicada con los datos procedentes de la modelación presentada en el Capítulo 5.2. Caracterización del medio abiótico del presente estudio. A continuación, se presenta el soporte de cada área de influencia.

De acuerdo con lo anterior, la ecuación de decaimiento del ruido es la siguiente:

$$LeqA(D) = LeqA(d) - 20 \log (D/d)$$

Donde:

LeqA(D) es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, calculado a una distancia D del equipo.

LeqA(d) es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido a una distancia d del equipo.

D: Distancia a la cual se calcula el nivel de presión sonora

d: Distancia a la cual se mide el nivel de presión sonora

De acuerdo con esta información y aplicando la ecuación de decaimiento, se tiene que la distancia a la cual se cumpliría con niveles de presión sonora de 55 dBA (exactamente 53,9 dBA) se emplearía un buffer de **30 metros como distancia mínima**, tal como se muestra en la Figura 8.

#### 5.1.1.1.3.2.2 Área de influencia indirecta -All

En el mismo sentido que para el AID, se busca la distancia a la cual las actividades no superan el límite más restrictivo (45 dBA) se realizó un proceso iterativo con la ecuación de decaimiento de ruido. Se asumió una emisión máxima de ruido de 77,40 dBA, la cual ha sido tomada del documento Estimaciones de la Generación de Ruido realizadas en el EIAS elaborado por el (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019). Esta estimación es el promedio de las estimaciones de generación de ruido realizadas en cada una de las estaciones de la línea del metro diseñadas en la etapa de construcción para la alternativa de construcción D.1 y D.2, la cual es una alternativa de desarrollo del proyecto; de las 8 alternativas presentadas es esta la que tiene el nivel de presión sonora promedio más bajo.

Donde:

$$LeqA(d) = 77,40dBA$$

$$D = 84m$$

$$d = 2m$$

$$LeqA(D) = LeqA(d) - 20 \log (D/d)$$

$$LeqA(D) = 77,40dBA - 20 \log (84m/2m)$$

$$LeqA(D) = 44,9dBA$$

Se asume que a los 84 m se disipa el ruido generado por el proyecto y a esta distancia no se sobrepasa el nivel más restrictivo del sector A y C en jornada nocturna de 45 dBA (Resolución 627 de 2006, 2006); por lo tanto, se delimita el All mediante un búfer de **84 m**.



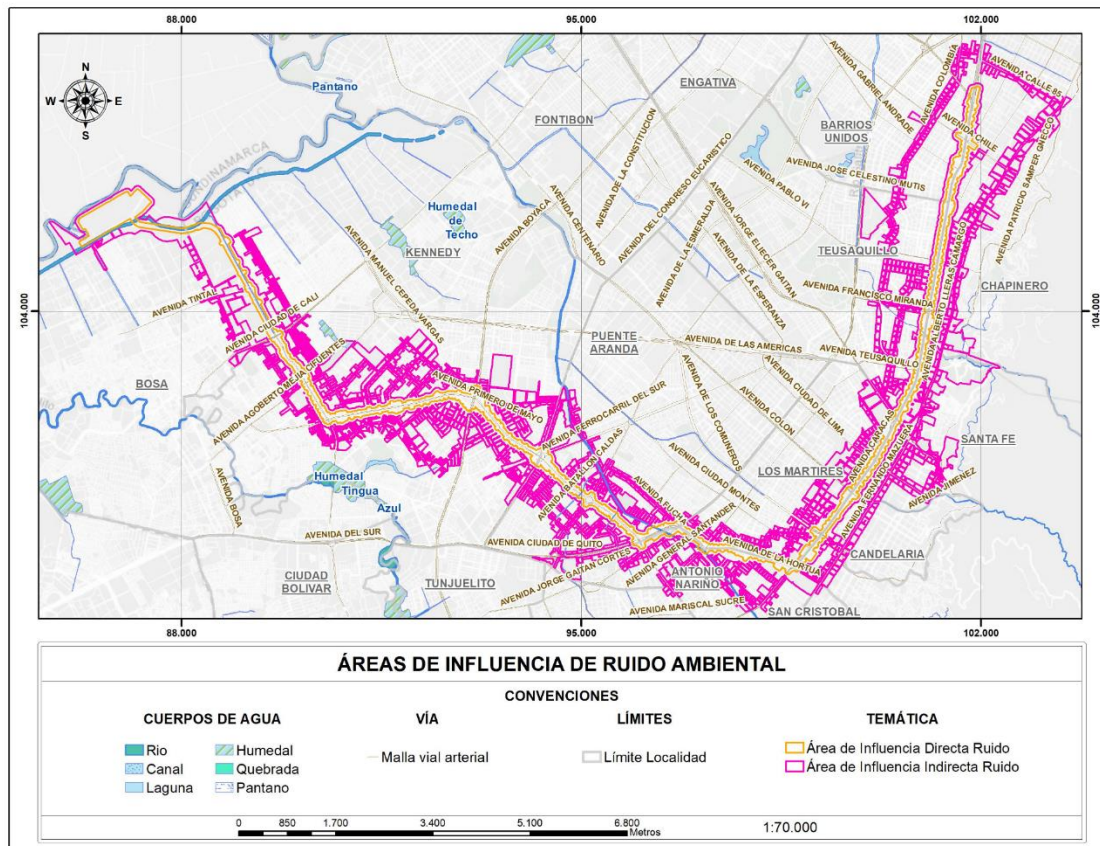


Figura 8 Áreas de Influencia de ruido ambiental

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.1.1.1.4 Área de influencia directa medio Abiótico

El área de influencia abiótica directa preliminar es de 407,39 ha y corresponde al resultado de la superposición de las cartografías de las áreas directas de los componentes analizados.

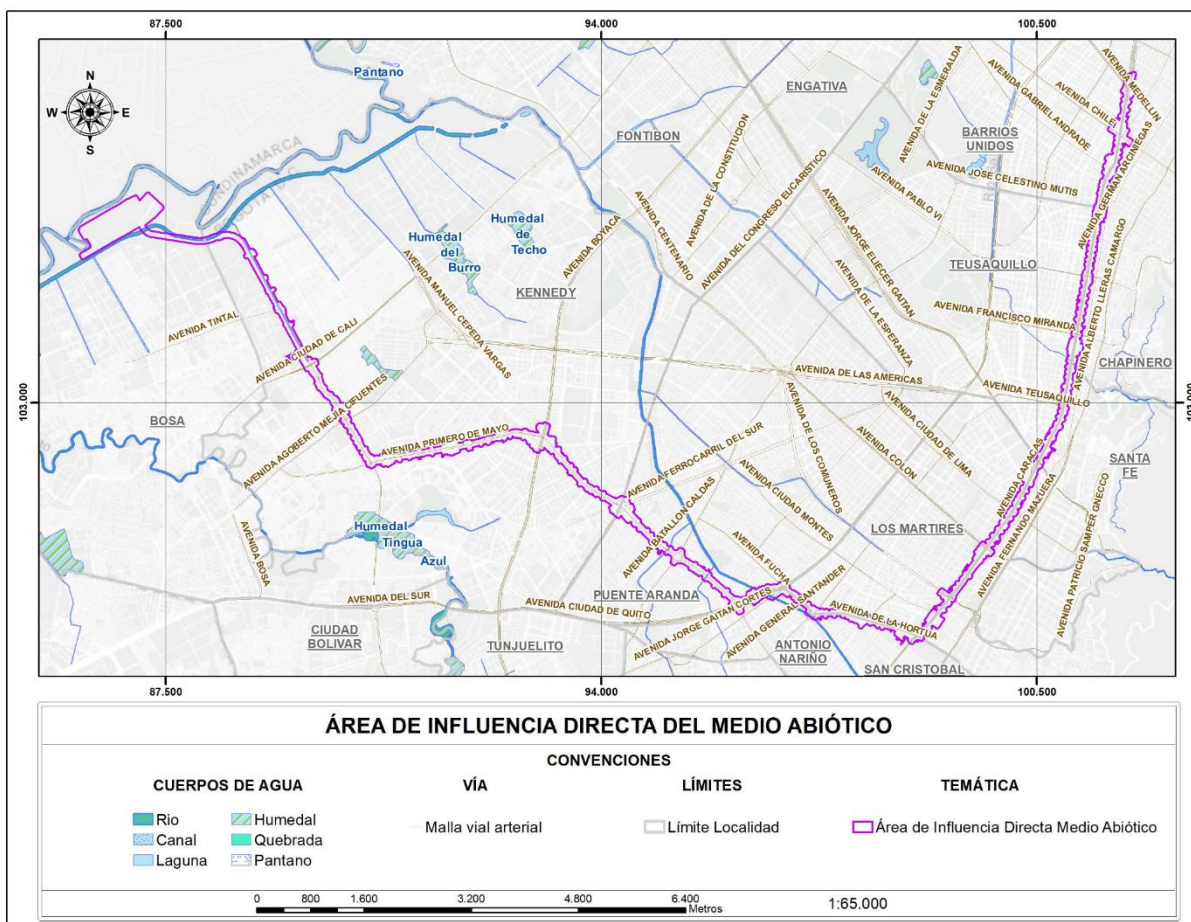


Figura 9 Área de Influencia Directa - Medio Abiótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.1.1.1.5 Área de influencia indirecta medio Abiótico

En cuanto al área de influencia indirecta para el medio abiótico, se tiene un total de 3889,84 ha que se definieron a partir del cruce de las áreas indirectas generadas en los componentes geosférico, hidrosférico y atmosférico (ver Figura 10).

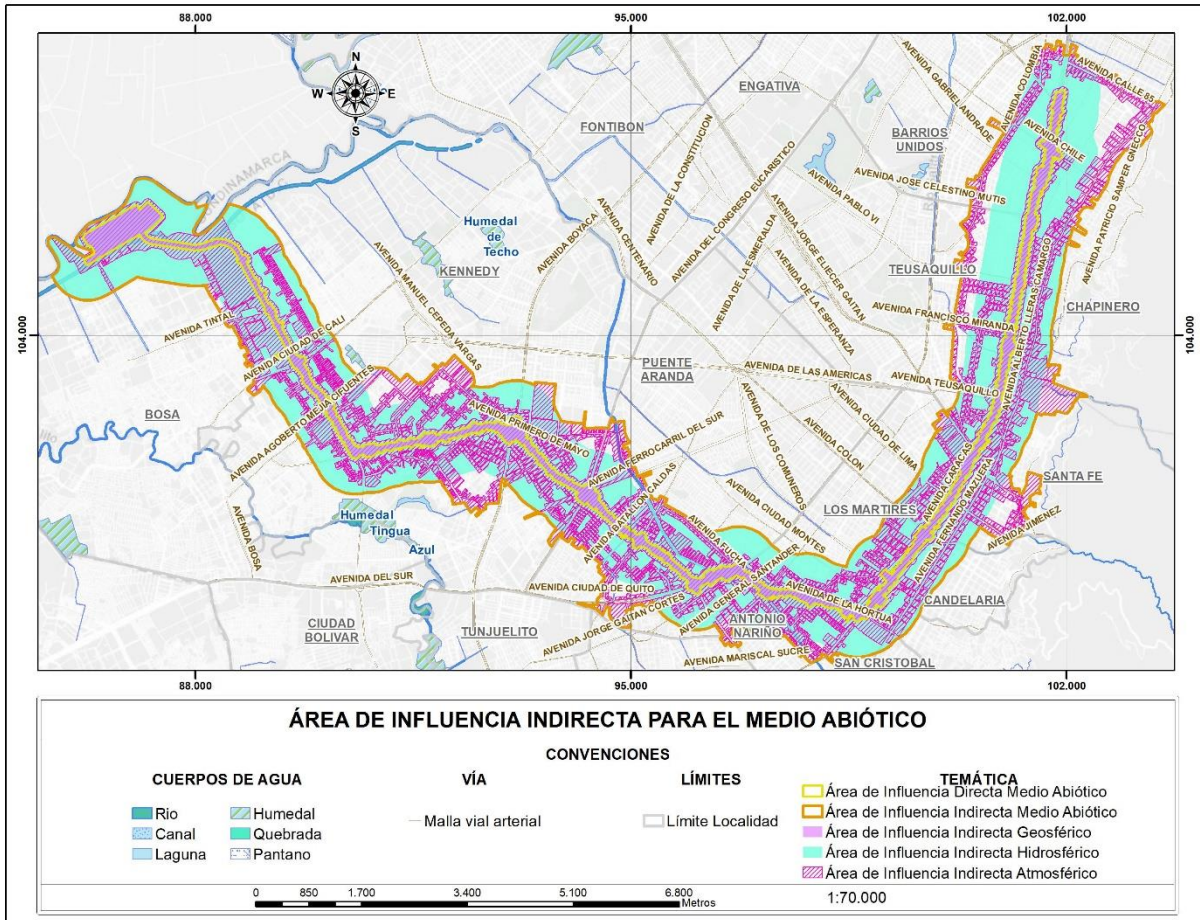


Figura 10 Áreas de Influencia Indirecta - Medio Abiótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.1.1.2 Área de influencia medio Biótico

Para determinar hasta donde se generen los efectos resultantes de las actividades previstas en el EIAS para el medio biótico, inicialmente se parte de las áreas de intervención y de las áreas previstas para el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (aprovechamiento forestal) y los impactos derivados de las actividades para los componentes flora y fauna.

De igual manera, a nivel biótico, se tuvo en cuenta la conectividad de áreas ambientalmente conservadas, la presencia de áreas protegidas y legalmente constituidas a nivel distrital, de ecosistemas estratégicos que sustentan el aprovisionamiento y la regulación de los servicios ecosistémicos, que permiten establecer la composición y estructura de las unidades de análisis de flora y fauna que se encuentran en la zona. A continuación, en la Tabla 3 se describen los criterios considerados para la delimitación del medio biótico, a partir del análisis de impactos.

Tabla 3 – Criterios preliminares para la Definición del Área de Influencia del Medio Biótico

Componente	Criterio	Delimitación del Área	Observaciones
<b>Ecosistemas terrestres – Flora</b>	Afectación a la Estructura Ecológica Principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Áreas de los elementos de la Estructura Ecológica Principal – EEP que interceptan el área de influencia directa del proyecto.</li> <li>▶ Áreas de zonas verdes o coberturas vegetales ubicadas en el área de influencia directa del proyecto.</li> <li>▶ Áreas de afectación a flora mayor y menor por intervención de zonas verdes y/o áreas objeto de aprovechamiento forestal o tratamiento silvicultural asignado localizadas en el área de influencia directa del proyecto.</li> </ul>	Ubicados en el área del proyecto se identificaron ecosistemas 27 ecosistemas terrestres que presentaran intervención por las actividades del proyecto, sin embargo, se destaca que estos ecosistemas son de tipo antrópico por lo cual ya presentan intervenciones producto de otras actividades ajenas al proyecto como es la expansión y el crecimiento urbano.
	Modificación de las coberturas vegetales y/o zonas verdes		
	Afectación a especies vegetales en vegetales endémicas		
	Afectación a especies vegetales en veda		
<b>Ecosistemas terrestres – Fauna</b>	<p>Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre</p> <p>Afectación de hábitats</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Áreas de afectación a hábitats de fauna por intervención de coberturas en el área de influencia directa.</li> <li>▶ Zonas verdes o hábitats en el área de influencia directa.</li> <li>▶ Componentes de la EEP en el área de influencia directa del proyecto.</li> <li>▶ Áreas de conectividad espacial que se asocien en el área de influencia directa del proyecto.</li> </ul>	En la Tabla 233 – Ecosistemas del Área de Influencia (AI) se indican los ecosistemas terrestres de flora y fauna ubicados en el área de afectación y adicionalmente se presenta el tipo de intervención, por otra parte en la Figura 12 se detalla cada ecosistema. Finalmente vale la pena destacar que por ser ecosistemas de tipo antrópico presentan un bajo grado de vulnerabilidad.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.1.1.2.1 Ecosistemas Terrestres – Flora

Para la definición del área de influencia del componente de ecosistemas terrestres – flora se debe tener en cuenta que la afectación a este recurso no se restringe al lugar en el que ocurre la pérdida física de cobertura por las actividades previstas en el EIAS, sino también a la afectación por los impactos que afectan los procesos ecológicos de la zona, acogiendo las Políticas de salvaguardas (Biodiversidad y ecosistemas) del Banco Europeo de Inversiones (BEI), se realiza una aproximación ecosistémica para la definición del área de influencia. En este sentido, se identificaron las áreas de zonas verdes y elementos de la Estructura Ecológica Principal que se encuentran en el área de influencia directa del proyecto y que potencialmente se verían afectadas por la pérdida de conectividad ecológica y cambios en la dinámica de los servicios ecosistémicos. Ahora bien, ha de tenerse en cuenta que la unidad ecológica integradora a nivel urbano de ambos componentes (flora y fauna) es la “cobertura vegetal o zonas verdes”, debido a la fuerte correlación que existe entre estos dos (2) elementos del sistema

biológico. Dependiendo del tipo de cobertura existente, existirá determinado recurso alimenticio, y dependiendo el caso a nivel local y puntual, las zonas verdes pueden constituirse en un ambiente óptimo de servicios ecosistémicos para la fauna, ya sea para la búsqueda de alimento, reproducción, refugio, o como lugares de paso.

#### 5.1.1.2.1.1 Área de influencia directa

La delimitación del Área de Influencia Directa (AID) se basó en el alcance que conlleva las modificaciones espaciales que llegasen a ocurrir sobre el componente de Flora, durante el desarrollo del proyecto. Teniendo en cuenta que la unidad ecológica a nivel urbano son las coberturas vegetales o zonas verdes, se toma como unidad de análisis la afectación directa que se pudiese sobre las coberturas vegetales o zonas verdes existentes en el desarrollo del proyecto. Desde esta perspectiva, se toma por tanto como AID del componente flora la misma delimitación de la denominada “Área de influencia Directa” entendiéndose como la zona hasta donde se extienden las obras asociadas al desarrollo del proyecto. Lo anterior debido a que el desarrollo del proyecto en una zona urbana de por sí ya intervenida ecosistémicamente, es muy puntual, y no presenta mayores afectaciones sobre la flora comprenderán los aprovechamientos puntuales que no trascenderán de los diseños constructivos y los tratamientos silviculturales definidos. Es por eso por lo que se plantea que el AID Biótica sea la misma “Área de influencia Directa”.

Con la anterior propuesta del AID del componente flora, se tienen en cuenta las modificaciones tangibles e intangibles que para el caso presente de un proyecto urbano se enmarcan en las unidades de análisis que corresponden a los espacios en los que la funcionalidad y estructura son alteradas, que corresponden a las zonas verdes existentes en el Área de Influencia Directa. Para zonas muy intervenidas por el desarrollo urbanístico como lo es la ciudad de Bogotá con presencia de algunos individuos forestales, son estos mismos organismos puntuales los que serían afectados por el desarrollo el proyecto.

De acuerdo con lo anterior, los siguientes son los criterios tenidos en cuenta en la delimitación del AID del componente Flora:

- ▶ Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora ubicadas en el área de influencia directa del proyecto.
- ▶ Afectación de los elementos de la Estructura Ecológica Principal ubicados en el área de influencia directa del proyecto.
- ▶ Modificación de las zonas verdes y/o coberturas vegetales ubicadas en el área de influencia directa del proyecto

En este sentido se tiene que el AID del componente flora comprende un área de 200,15 ha.

Entre los criterios de análisis desde el componente flora se encuentra el evaluar las repercusiones que, en los lugares de intersección, el proyecto podría generar puntualmente sobre los elementos de la EEP, teniendo en cuenta que estos forman parte de las áreas de protección de la ciudad. En este sentido, se tuvieron en cuenta los elementos que conforman el Sistema Hídrico que son cruzados por el Área de

influencia Directa y que se relacionan con los Conectores ecosistémicos y los Parques Urbanos. Teniendo en cuenta el área de influencia directa del proyecto se realizó una intercepción con la cartografía de la estructura Ecológica Principal del POT de Bogotá D.C., para identificar cuales elementos se cruzan con dicha área.

Por otro lado, se identificó las áreas de zonas verdes (separadores viales, glorietas etc.) ubicadas dentro del área de influencia directa del proyecto que podrían verse afectadas por la ejecución de este.

#### 5.1.1.2.1.1.1 Composición y estructura de las comunidades de flora

Con base en la plataforma del Sistema de Información Geográfica del Arbolado Urbano SIGAU se identificó la existencia de 4861 individuos forestales en el Área de influencia Directa del proyecto que podrían verse afectados por el aprovechamiento forestal o por la aplicación de tratamientos silviculturales asignados como se muestra en la Figura 11. Sin embargo, después de la ejecución del inventario forestal realizado al 100% del área, esta cifra se constató identificando finalmente la existencia de 3845 individuos forestales localizados en el Área de directa influencia del proyecto (vale la pena recalcar que esta cifra incluye a los individuos presentes en áreas privadas).

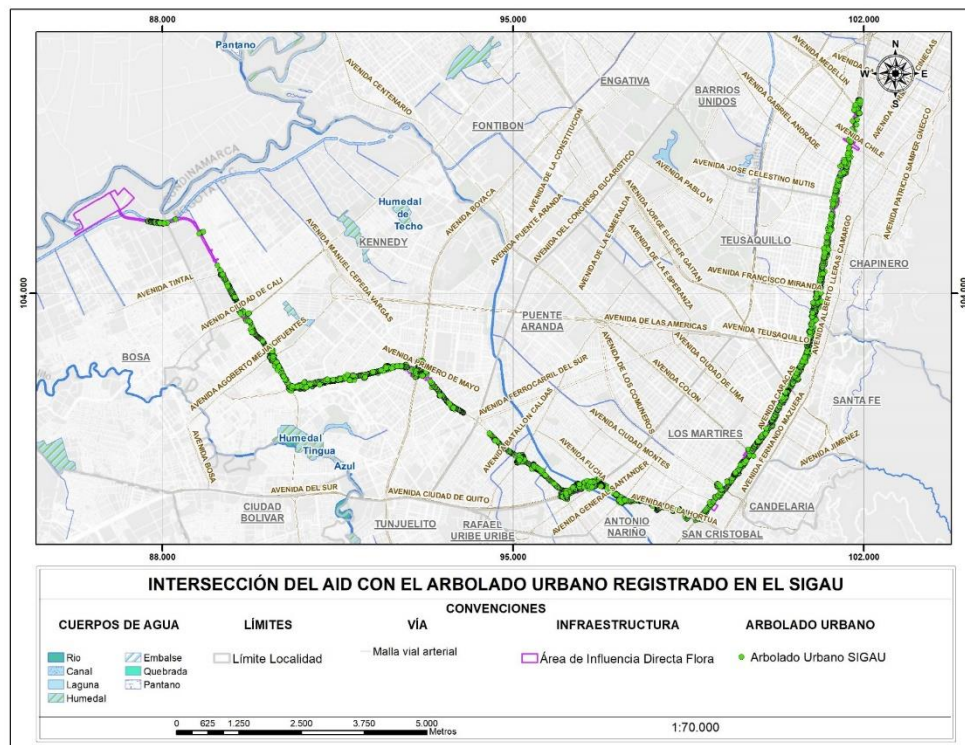


Figura 11 Intersección del AID con el arbolado urbano registrado en el SIGAU

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con base en el inventario forestal realizado se determinó la existencia de 3808 individuos forestales localizados en el Área de influencia directa del proyecto que podrían verse afectados por la aplicación de tratamientos silviculturales. Ver el siguiente registro fotográfico del inventario forestal realizado en el AID (Ver Fotografía 1 a Fotografía 8).



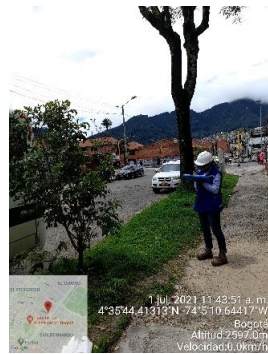
Fotografía 1 Inventario forestal Avenida Primero de mayo con Calle 52 Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 2 Inventario forestal Avenida Primero de mayo con Avenida NQS Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 3 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 4 Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 4 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 10 Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 5 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 31 Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 6 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 40 Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 7 Inventario forestal Avenida Caracas con Calle 43 Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 8 Inventario forestal Estación Héroes Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En la siguiente tabla y la Figura 12 se presentan los ecosistemas terrestres identificados dentro del área de influencia directa y el tipo de intervención que generaría el proyecto, se destaca que dichos ecosistemas son de tipo antrópico puesto que el área del proyecto ha sufrido una fuerte intervención antrópica desde hace varios años.

Tabla 4 – Intersección de los Ecosistemas terrestres con el tipo de afectación en el AID

Descripción	Área/Tipo de intervención					
	Pllote	Concreto	Ciclo ruta	Paños	Sardinel	Zonas verdes
CANALES de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0,002	0,173	0	0	0	0,100
CANALES de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0	0	0	0,016	0	0,000



Descripción	Área/Tipo de intervención					
	Pllote	Concreto	Ciclo ruta	Paños	Sardinel	Zonas verdes
CANALES de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0	0,002	0	0,025	0,002	0,000
CANALES de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0	0,322	0	0,007	0	0,072
CIUDAD CAPITAL de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0	0,028	0	0	0	0,001
CIUDAD CAPITAL de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0,062	7,774	0,040	10,307	4,240	2,701
CIUDAD CAPITAL de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,208	2,158	0,124	7,332	0	2,459
INSTALACIONES RECREATIVAS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0,002	0	0	0	0	0
OTRAS ZONAS VERDES URBANAS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0,039	0,630	0	0,400	0,300	0,601
OTRAS ZONAS VERDES URBANAS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,012	0,854	0,075	0,314	0	1,627
PARQUES URBANOS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0,290	0,296	0	0	0	0,271
PARQUES URBANOS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental		0,127	0,053	0,341	0	0,459
PARQUES URBANOS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,011	0,116	0	0,049	0	0,133
PASTOS ARBOLADOS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0,024	0	0	0	0	0
PASTOS ARBOLADOS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,022	0	0	0	0	0
PASTOS LIMPIOS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0,007	0	0	0	0	0
RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - SEPARADORES VIALES de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0	0,007	0,009	0,000	0	0,009
RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - SEPARADORES VIALES de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	2,319	5,445	1,345	4,072	2,607	5,557
RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - SEPARADORES VIALES de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	1,213	2,029	2,094	0,933	0	4,904
RIOS de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0	0,000	0,002	0,011	0,000	0
RIOS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	0,673	1,470	0	0,011	0	0,652
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0	0	0	0	0	0,001
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0	0,051	0,007	0,090	0,024	0,007
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,1270	1,321	0	0,061	0	0,324

Descripción	Área/Tipo de intervención					
	Pllote	Concreto	Ciclo ruta	Paños	Sardinel	Zonas verdes
ZONAS COMERCIALES de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0	0,223	0,076	0,393	0,036	0,076
ZONAS COMERCIALES de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0	0,000	0	0,007	0	0,000

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023.

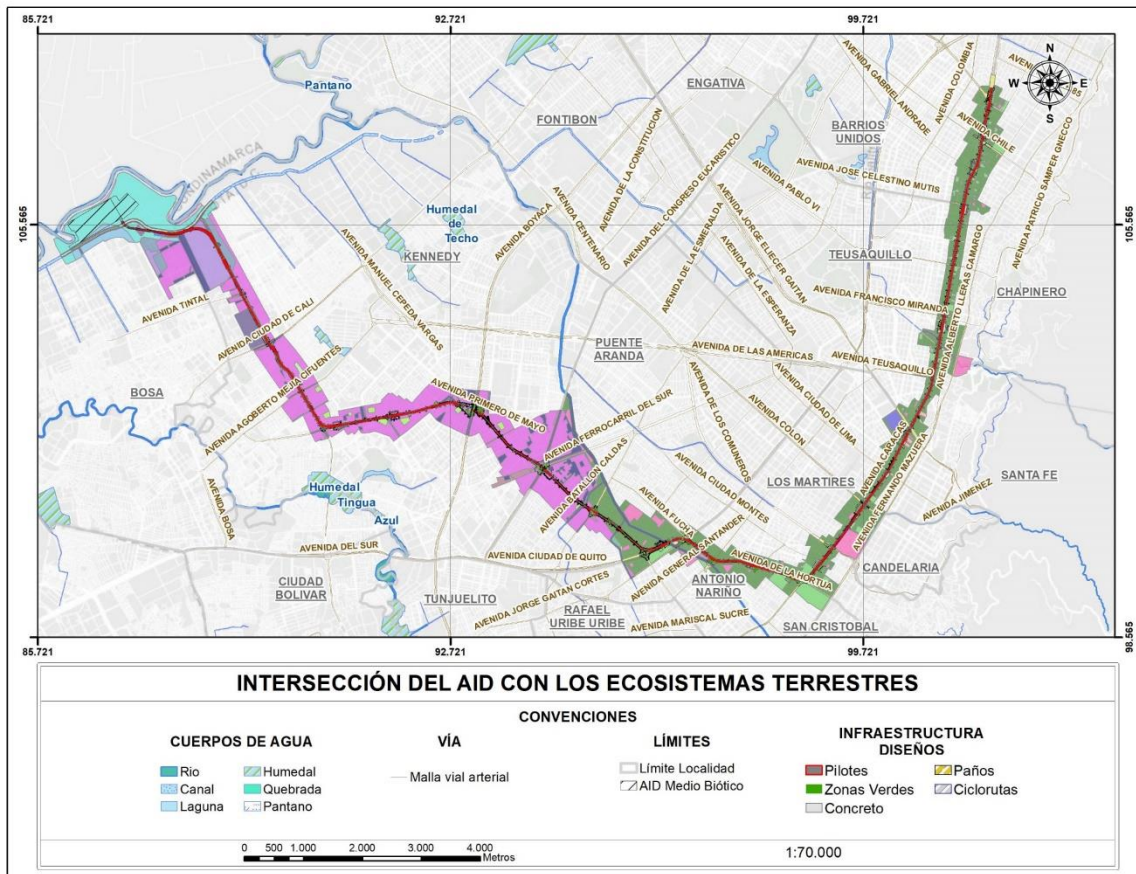


Figura 12. Intersección del AID con los ecosistemas terrestres

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023.

#### 5.1.1.2.1.1.2 Estructura ecológica principal

Los elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal - EEP, constituyen la estrategia de integración de la red de ecosistemas del Distrito Capital, y a su vez de esta con la región, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la biodiversidad y de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas. Desde este punto de vista, se incluye en el análisis en los sitios de cruce con los diferentes componentes de la EEP que se presentan a lo largo del Área de influencia Directa del proyecto y que podrían ser intervenidas principalmente durante la etapa de construcción del proyecto.

Con base en el Área de Influencia Directa del proyecto se llevó a cabo la revisión en la base de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá en el visor geográfico ambiental de la Estructura Ecológica Principal, la cual está conformada por las áreas y corredores que sostienen, generan y conducen los procesos ecológicos esenciales a través del territorio urbano y rural, conectando los ecosistemas estratégicos del Distrito y la región y garantizando una provisión segura, equitativa y diversa de los servicios ambientales a la población. Está conformada por los sistemas hídricos, los parques urbanos y los conectores ecosistémicos (ver Figura 13 y Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03 Cartografía Temática).

La Estructura Ecológica Principal – EEP está definida según el Decreto No. 555 de 29 de diciembre del 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá” Artículo 41 se define la Estructura Ecológica Principal es ordenadora del territorio y garante de los equilibrios ecosistémicos para un modelo de ocupación en clave de sostenibilidad ambiental regional. Esta estructura está constituida por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. Se configura a partir de la integración de las áreas de origen natural y antrópico, las cuales mantienen una oferta ambiental significativa para sus habitantes y de otras formas de vida de la ciudad y la región.

La Estructura Ecológica Principal está conformada por cuatro (4) componentes con categorías y elementos, así:

Tabla 5 – EEP del POT 2021

Componente	Categoría	Elemento
<b>Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP</b>	Áreas protegidas públicas del orden nacional	Parque Nacional Natural Sumapaz
		Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá
	Áreas protegidas privadas del orden nacional	Reservas Naturales de la Sociedad Civil
<b>Zonas de conservación</b>	Áreas de conservación in situ	Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá

Componente	Categoría	Elemento
		Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá Thomas van der Hammen
	Áreas protegidas del orden Distrital	Paisajes Sostenibles
		Parques Distritales Ecológicos de Montaña
		Reservas Distritales de Humedal
<b>Áreas de Especial Importancia Ecosistémica</b>	Paramos	Corredor de Paramos Cruz verde – Sumapaz
	Sistema hídrico	Cuerpos hídricos naturales
		Cuerpos hídricos artificiales
<b>Área Complementarias para la Conservación</b>	Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal
		Parques de Borde
	Subzona de importancia ambiental de los POMCA	Áreas provenientes de la subzona de importancia ambiental del POMCA Rio Bogotá.
	Áreas de resiliencia climática y protección y por riesgo	Áreas de resiliencia climática y protección y por riesgo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

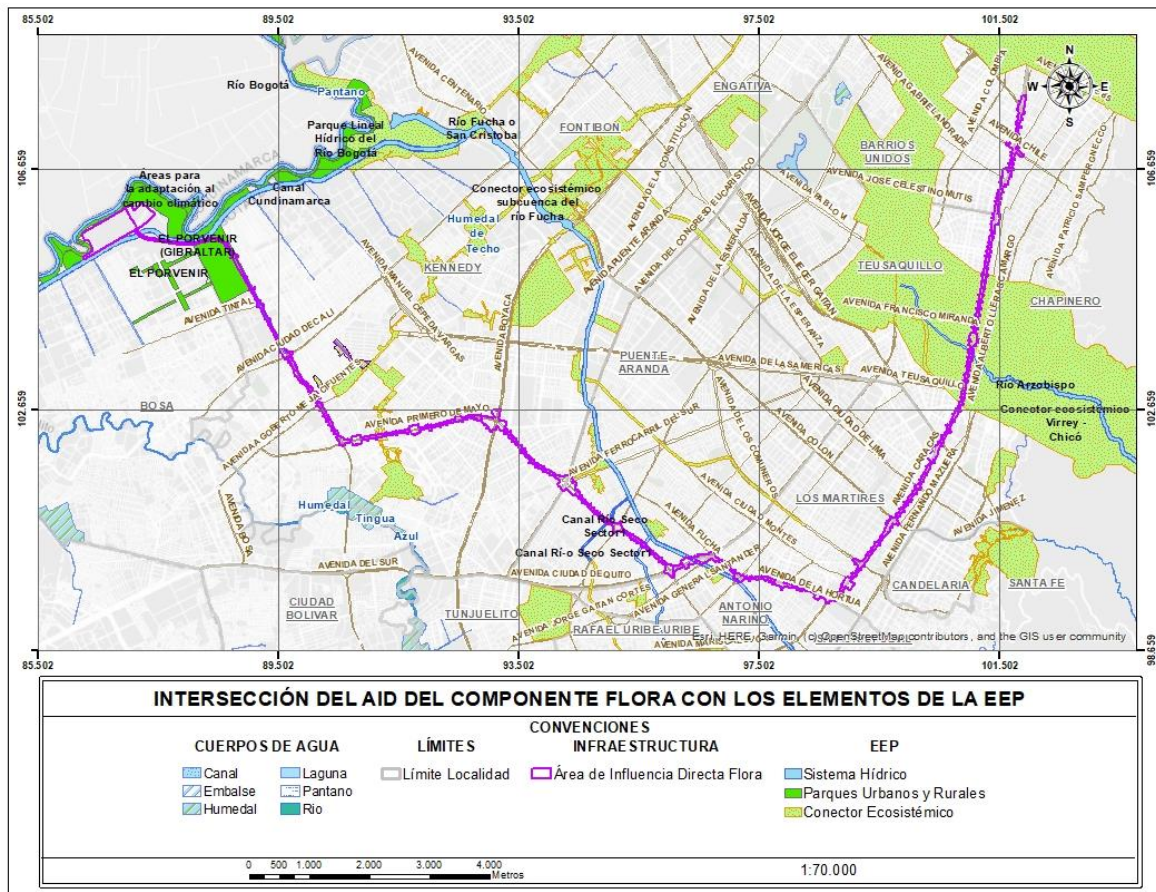


Figura 13 Intersección del AID del componente Flora con los elementos de la EEP

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se realizó un análisis exploratorio en campo con base en la información digital de la Estructura Ecológica Principal que suministró el visor geográfico de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá en donde se identificó puntualmente la localización de los elementos de la EEP con el Área de influencia Directa del proyecto, en donde se evidenció las siguientes apreciaciones:

Tabla 6 – EEP identificados en el Área de Influencia Directa del proyecto

Componente	Categoría	Elemento
Áreas de Especial Importancia Ecosistémica	Sistema hídrico	Cuerpos hídricos naturales
		Cuerpos hídricos artificiales
Área Complementarias para la Conservación	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal

	Parques de Borde
--	------------------

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la siguiente tabla se relaciona el área (ha) de los elementos de la EEP que se encuentran inmersos dentro del Área de influencia directa del proyecto.

Tabla 7 – EEP identificados en el Área de influencia Directa del proyecto

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha)
Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal	El Porvenir (Gibraltar)	5,08
	Tercer Milenio	0,02
	Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá	0,01
	Áreas para la adaptación al cambio climático	0,01
Sistema hídrico	Canal Cundinamarca	2,04
	Canal Río Seco Sector1	0,20
	Canal Albina	0,33
	Río Fucha o San Cristóbal	1,35
	Canal Arzobispo	0,26

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Sistema hídrico

El POT vigente (Decreto 555 de 2021), define en su Artículo 60 al sistema hídrico del Distrito Capital es una categoría del componente de áreas de especial importancia ecosistémica de la Estructura Ecológica Principal, el cual está compuesto por los cuerpos y corrientes hídricas naturales y artificiales y sus áreas de ronda, los cuales son:

- Nacimientos de agua y sus rondas hídricas.
- Ríos y quebradas y sus rondas hídricas.
- Lagos y lagunas.
- Humedales y sus rondas hídricas.
- Áreas de recarga de acuíferos.
- Cuerpos hídricos naturales canalizados y sus rondas hídricas.
- Canales artificiales.
- Embalses.
- Vallados

Dentro del área de influencia directa para el componente flora se encuentran los siguientes sistemas hídricos: Canal Albina, Canal Cundinamarca, río Fucha o San Cristóbal, Canal del río seco Sector 1 y Canal Arzobispo (Tabla 8).

Tabla 8 –Tipo de Intervención que se presenta en los sistemas hídricos presentes en el AID

Nombre	Área (ha)	Área/Tupo de intervención						Para esta actividad se requiere de Permisos de Ocupación de Cauce (POC) y la solicitud de Lineamientos Ambientales del Área de Protección y Conservación Aferente
		Pilote	Concreto	Ciclo ruta	Paños	Sardinell	Zonas verdes	
Canal Cundinamarca	2,04	0,1417	0	0	0	0	0	
Canal Río Seco Sector1	0,20	0,0005	0,0118	0,0134	0,0951	0	0,0118	
Canal Albina	0,33	0,0005	0,0188	0,0299	0,0315	0	0,019	
Río Fucha o San Cristóbal	1,35	0,0287	0,1311	0,0166	0,1103	0,0013	0,131	
Canal Tintal II	6,13	0	0	0	0	0	0	
Canal Arzobispo	0,26	0,0024	0,0483	0	0,0386	0,0434	0,048	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

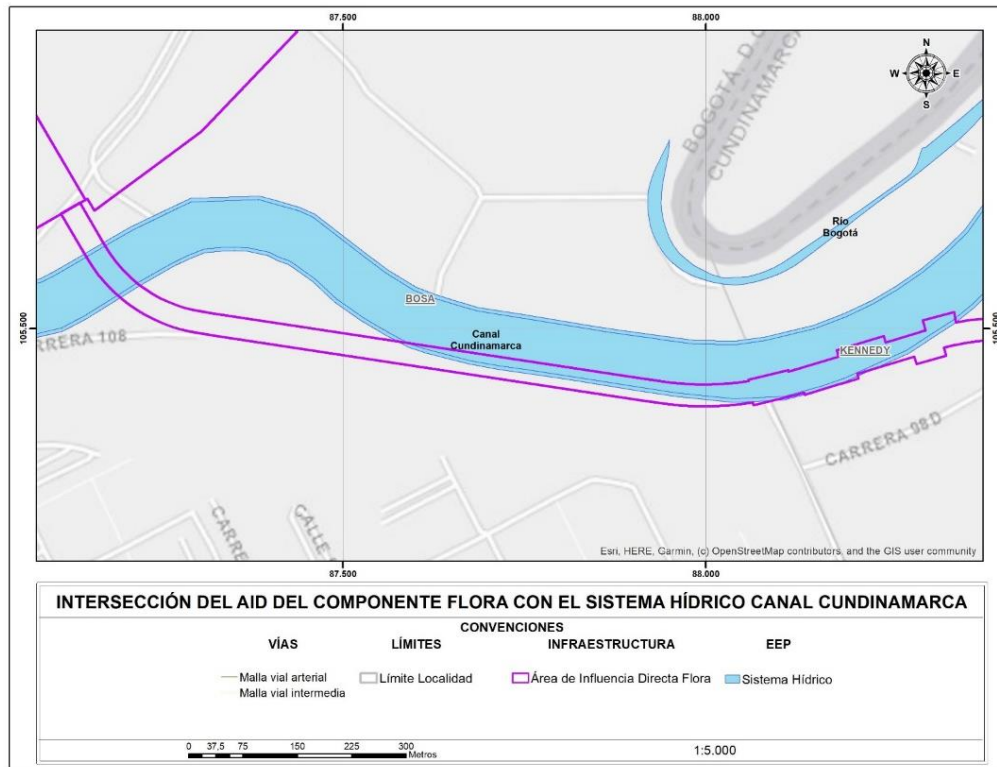


Figura 14. Intersección del AID del componente flora con el sistema hídrico canal Cundinamarca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

Conforme a la figura anterior y con el fin de establecer el impacto que las obras del viaducto tendrán en el funcionamiento hidráulico del Canal Cundinamarca, es pertinente mencionar con base en las conclusiones del documento "Modelación Hidráulica Canal Cundinamarca por Afectación de las Pilas Izquierdas de los Ejes S1-28, S1-29, S1-30, S1-31 Y S1-32 del Viaducto" proporcionado por WSP en octubre del año 2022 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A15\_VFF), que:

A partir de la información secundaria disponible y los estudios previos desarrollados para el Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá, se establecieron los hidrogramas de entrada al canal Cundinamarca para dos periodos de retorno, que permitieron evaluar el comportamiento hidráulico del canal en una condición normal de diseño (Tr 10 años) y ante una creciente extraordinaria poco probable (Tr 100 años). Con base en la información topográfica disponible, se construyó un modelo numérico de simulación de flujo bidimensional que permitió el análisis del desempeño hidráulico del canal para diferentes escenarios, considerando la condición sin intervención, es decir sin la construcción de las pilas del viaducto, y la condición con intervención o con la construcción de las pilas del viaducto.

Los resultados de la simulación hidrodinámica de flujo en el canal Cundinamarca muestran que los valores del nivel máximo de agua, para la condición sin intervención (sin la construcción de las pilas del viaducto) y para la condición con intervención (con la construcción de las pilas del viaducto) son prácticamente idénticos, con diferencias máximas de 1 centímetro, por lo que es claro que la construcción de las pilas no influye apreciablemente en el desempeño hidráulico del canal Cundinamarca.

Para el evento más crítico analizado, las pilas están localizadas en sectores que alcanzan profundidades hasta en el rango entre 1 y 2 metros, especialmente en el sector más occidental. Sin embargo, se debe tener en cuenta que debido a la característica del flujo en un sistema de amortiguamiento y sobre la planicie de inundación, las velocidades son muy bajas por lo que el riesgo de las estructuras es mínimo. Así mismo, se debe considerar que la probabilidad de ocurrencia de un evento con estas características es muy baja, no solamente por el periodo de retorno considerado sino además por la condición de nivel inicial alto e hidrogramas afluentes plenos sin amortiguación.

De acuerdo con las memorias de cálculo del "Plan Maestro de Alcantarillado - Troncal Tintal Canal e Interceptor Cundinamarca", esta estructura cuenta con un volumen de almacenamiento de 1.821.500 m<sup>3</sup>. Por otro lado, las pilas proyectadas ocuparán unos 150 m<sup>3</sup> dentro del canal. De esta forma se puede apreciar que el volumen que ocuparán estos nuevos elementos es marginal con respecto al tamaño del almacenamiento.



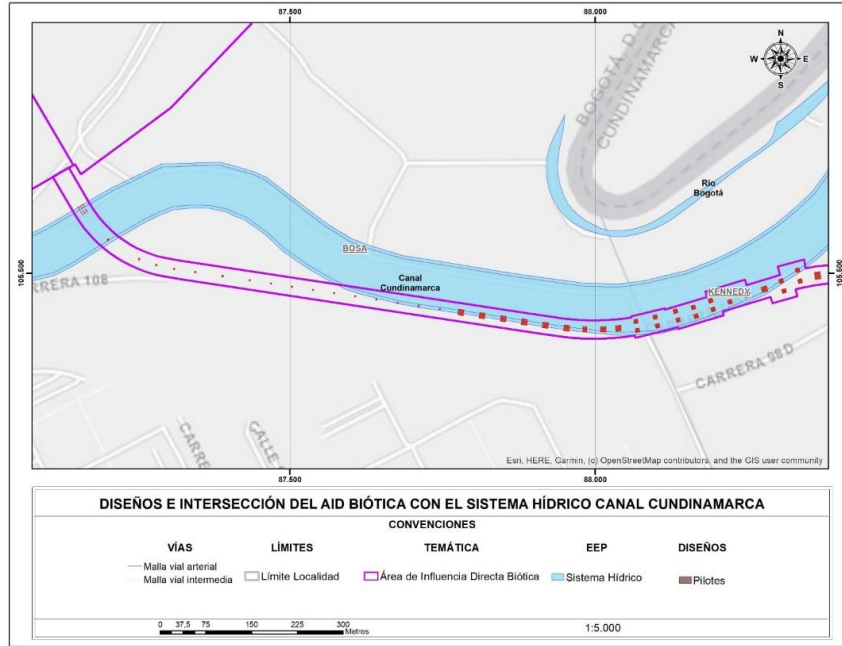


Figura 15. Intersección del AID con el sistema hídrico canal Cundinamarca según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

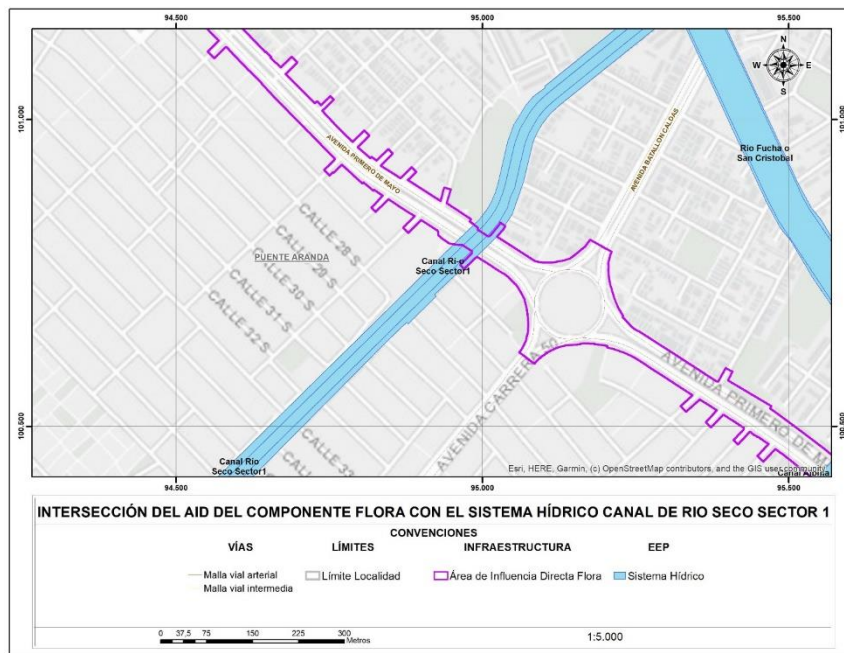


Figura 16. Intersección del AID del componente flora con el sistema hídrico canal Rio Seco Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

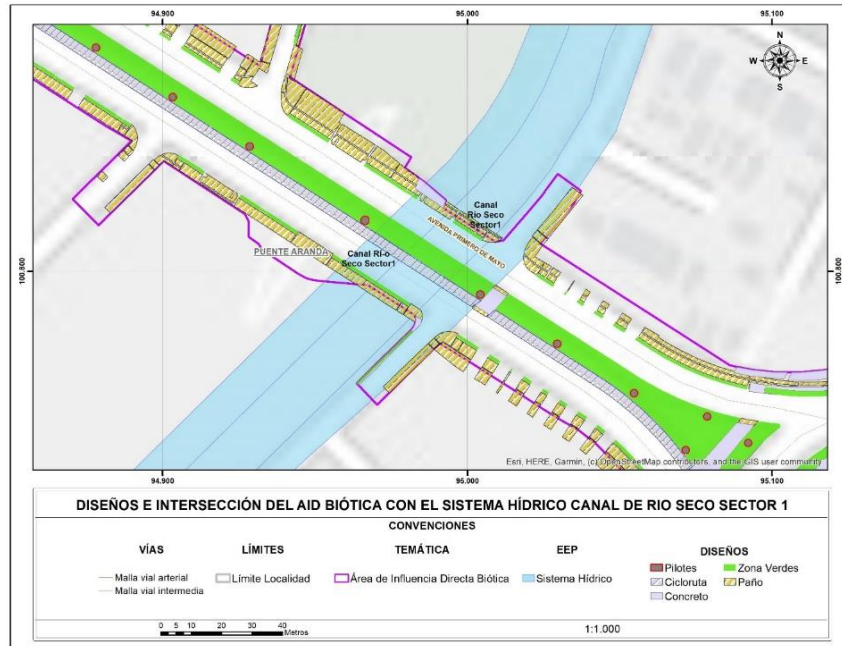


Figura 17. Intersección del AID con el sistema hídrico canal Rio Seco Sector 1 según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023



Fotografía 9 Canal del Río Seco Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

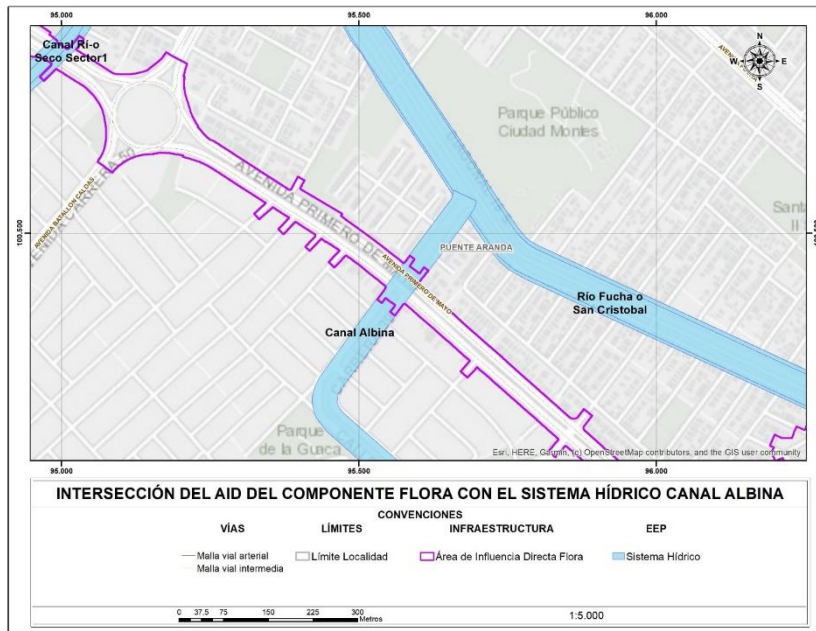


Figura 18 Intersección del AID del componente flora con el sistema hídrico canal Albina

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

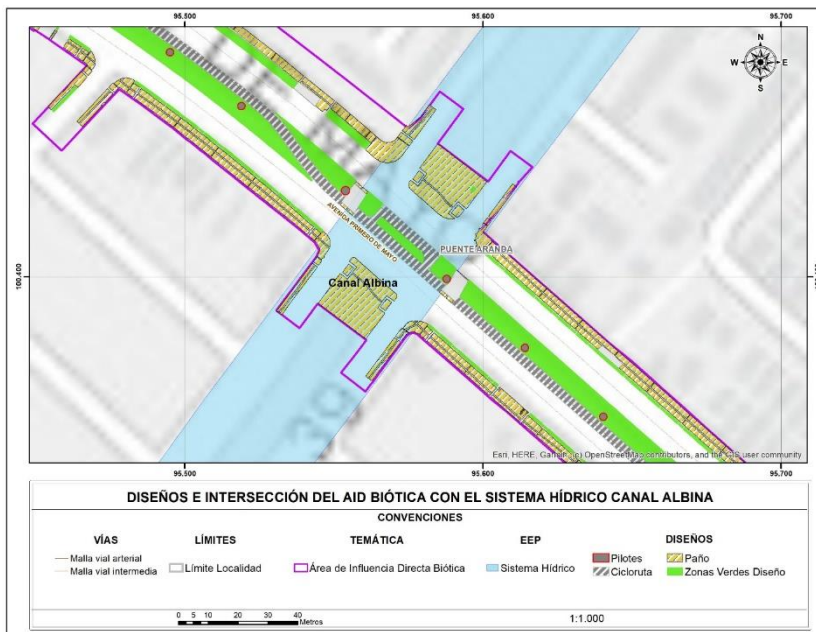


Figura 19. Intersección del AID con el sistema hídrico canal Albina según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

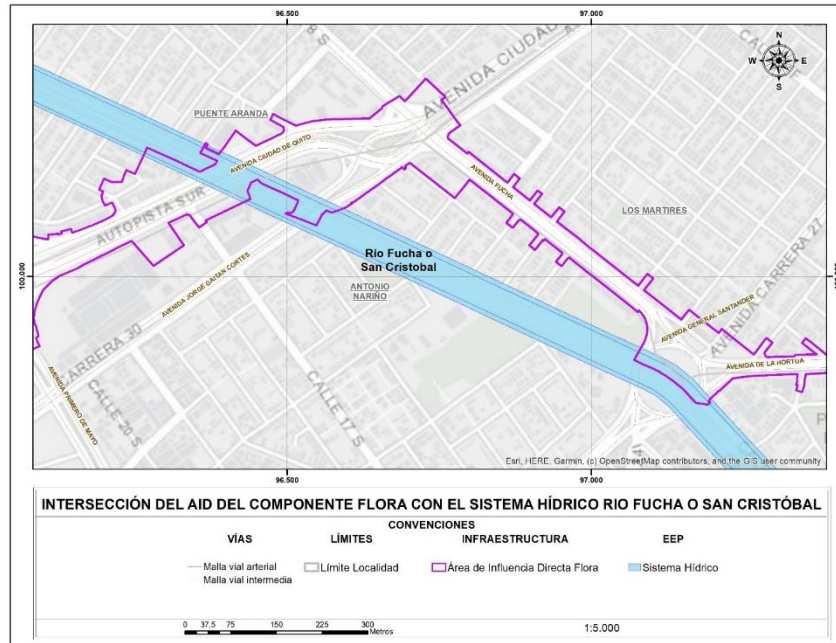


Figura 20 Intersección del AID del componente flora con el Sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

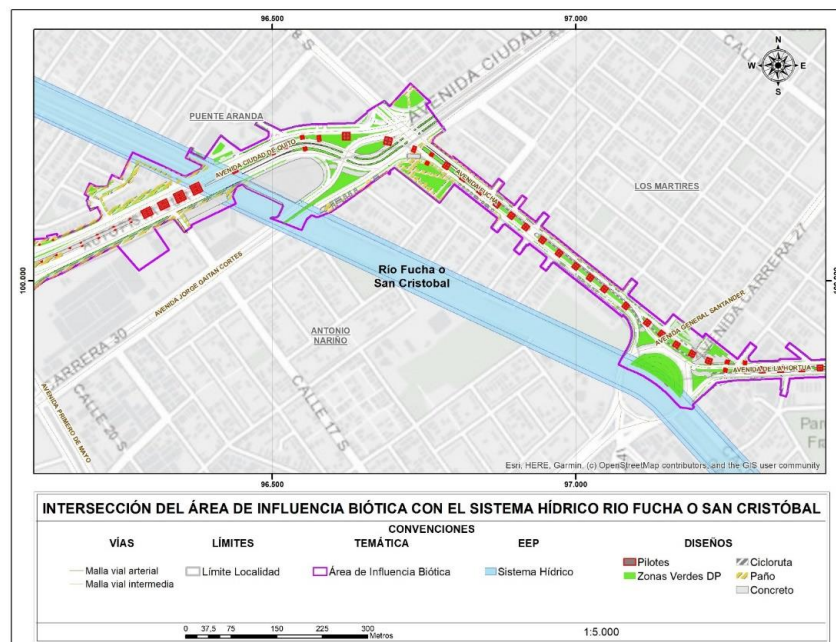


Figura 21. Intersección del AID con el Sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023



Fotografía 10 Rio Fucha o San Cristóbal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

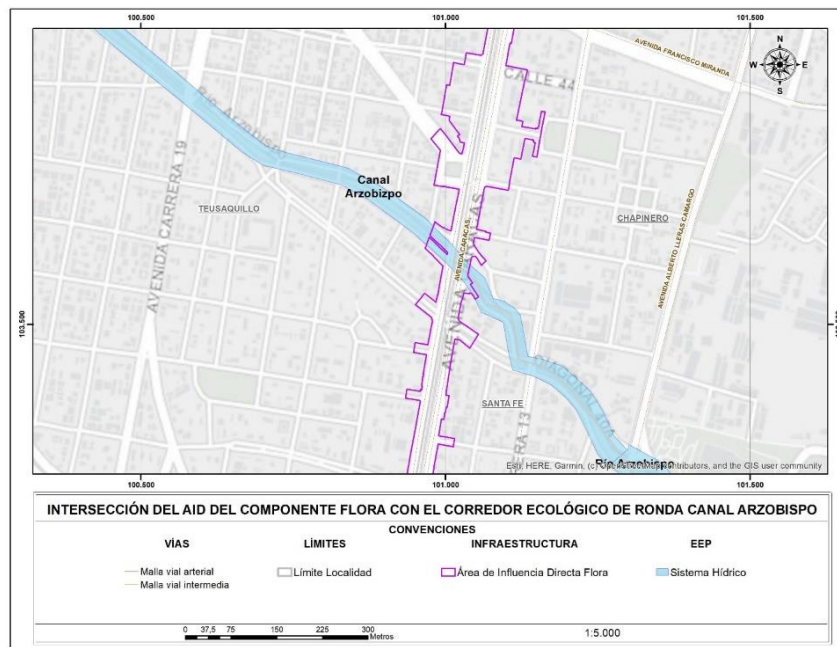


Figura 22 Intersección del AID del componente Flora con el Corredor Ecológico de Ronda Canal arzobispo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023



Figura 23. Intersección del AID con el Corredor Ecológico de Ronda Canal arzobispo según el tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023



Fotografía 11 Canal arzobispo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- ▶ Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde

De acuerdo con el Decreto 555 de 2021, Artículo 67, los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde son las áreas

destinadas a las actividades de disfrute ambiental y conservación y actividades recreativas y deportivas al interior del suelo urbano y rural, las cuales deben mantener la funcionalidad y la conectividad ecológica de la Estructura Ecológica Principal.

Estas áreas están enmarcadas en el contexto urbano dentro del límite definido para el área urbana de Bogotá y están clasificados de la siguiente manera:

- ▶ Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal.
- ▶ Parques de Borde
  - ▶ Red de Parques del Río Bogotá.
    - ▶ Parque Lineal del Río Bogotá
    - ▶ Áreas complementarias para la adaptación al cambio climático
  - ▶ Parque de Borde de los Cerros Orientales
  - ▶ Parque de Borde de Cerro Seco

Como contexto, los parques urbanos metropolitanos y zonales son definidos por el POT vigente como elementos de la EEP, en virtud de su potencial como elementos que complementan en área y conectividad ecológica a la red de espacios conformada por las áreas protegidas.

Los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde que se encuentran dentro del Área de Influencia Directa para flora (AID) son: Parque El Porvenir (Gibraltar), Parque Tercer Milenio, Parque Lineal del Río Bogotá y Áreas complementarias para la adaptación al cambio climático (ver Tabla 9).

Como se puede observar en la Tabla 9, se especifica el tipo de intervención que se realizara para casa uno de los parques que se encuentran dentro del área de intervención esto con base en los diseños con los que se cuenta a la fecha, se destaca que la intervención asociada al Parque El Porvenir (Gibraltar) se estima en 5,08 ha esto debido a la intervención que se realizara por la implementación de los pilotes y de nuevas zonas verdes existentes, por otra parte en el Parque Tercer Milenio se estima una intervención de 0,02 ha y en cuanto al área identificada como Áreas para la adaptación al cambio climático corresponde a la intervención de 0,01 ha, en cuanto al Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá se considera una intervención mínima de 0,0002 ha.

Tabla 9 – Afectación del proyecto a los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde

Nombre	Área (ha)	Área/Tipo de intervención por el proyecto			No se requieren permisos ambientales
		Pilotes	Concreto	Zonas verdes	
El Porvenir (Gibraltar)	5,08	0,9767	1,9978	1,998	
Tercer Milenio	0,02	0	0,0009	0,001	

Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá	0,0002	0	0	0	
Áreas para la adaptación al cambio climático	0,01	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>5,110</b>	<b>0,977</b>	<b>1,999</b>	<b>1,999</b>	

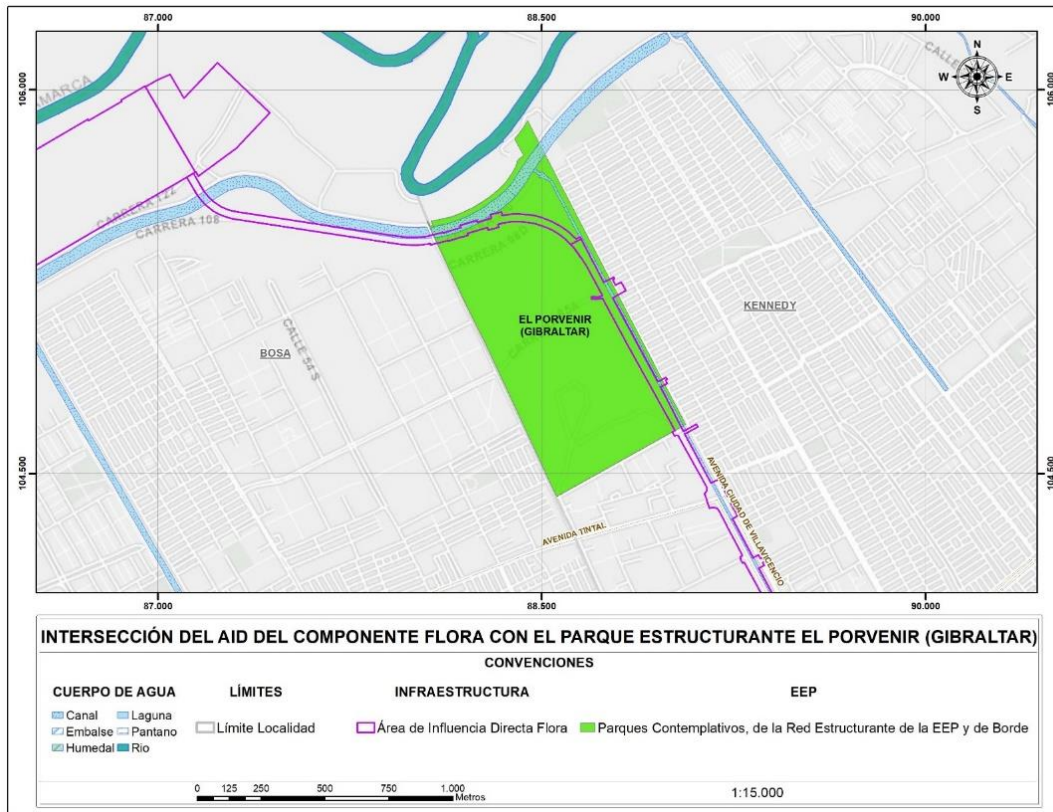


Figura 24 Vista general Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP El Porvenir (Gibraltar) presente dentro del AID de flora

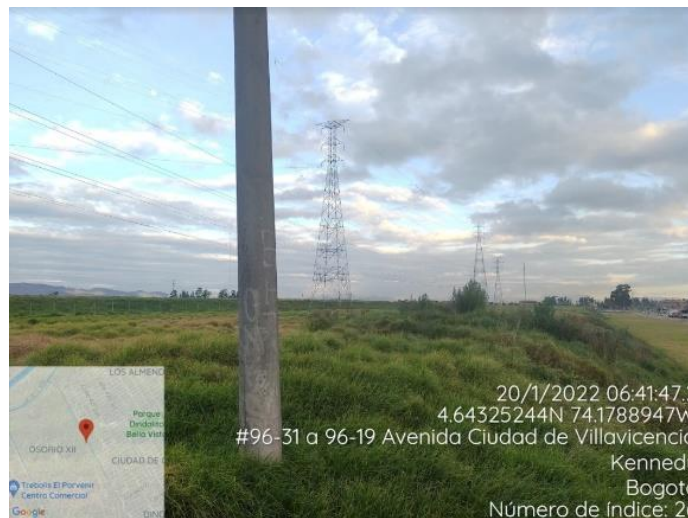
Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 25. Vista general Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP El Porvenir (Gibraltar) presente dentro del AID de flora según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023



Fotografía 12 Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP El Porvenir (Gibraltar)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

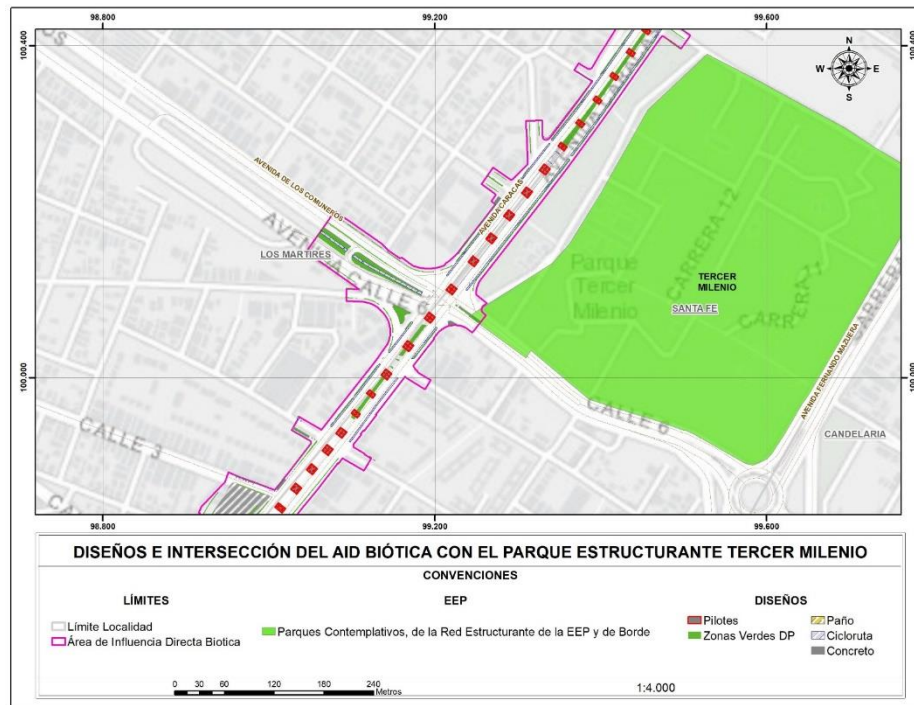


Figura 26. Vista general Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la EEP Tercer milenio presente dentro del AID de flora según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

► Conectores ecosistémicos

El POT en el Artículo 11 definió a los Conectores ecosistémicos como estrategia de conectividad transversal que articula las tres escalas del modelo de ocupación del territorio, los conectores ecosistémicos están conformados por elementos de la Estructura Ecológica Principal y otras áreas que, por sus condiciones ambientalmente estratégicas, tienen características para conectar los atributos ecológicos del territorio urbano y rural del Distrito Capital y la región, y fortalecer la gestión socioambiental.

Su propósito está orientado a la gestión, manejo y consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incremento de la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital y la recuperación ambiental de los corredores hídricos, a través de acciones incluidas en el contenido programático del presente Plan.

Su manejo y gestión se soporta en las siguientes acciones:

► La protección de áreas con importancia para la conectividad hídrica de ecosistemas.

- ▶ El mejoramiento de la conectividad ecológica estructural y funcional y de los flujos de biodiversidad con los elementos de la Estructura Ecológica Principal EEP del Distrito Capital y la Región.
- ▶ La consolidación de la apropiación socioambiental del territorio y fortalecimiento de la gobernanza ambiental de las entidades y la comunidad.

Los Conectores ecosistémicos que se encuentran dentro del Área de Influencia Directa para flora (AID) son: Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha y Conector ecosistémico Virrey - Chicó (Tabla 10).

Tabla 10 – Tipo de intervención asociada a la presencia en el AID de Conectores ecosistémicos

Nombre	Área (ha)	Área/Tipo de intervención					
		Pilotes	Concreto	Ciclo ruta	Paños	Sardinela	Zonas verdes
Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha	1,74	0,01	0,09	0,06	0,09	0,09	0,09
Conector ecosistémico Virrey - Chicó	13,02	0,32	3,75	0	3,75	3,75	3,75

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

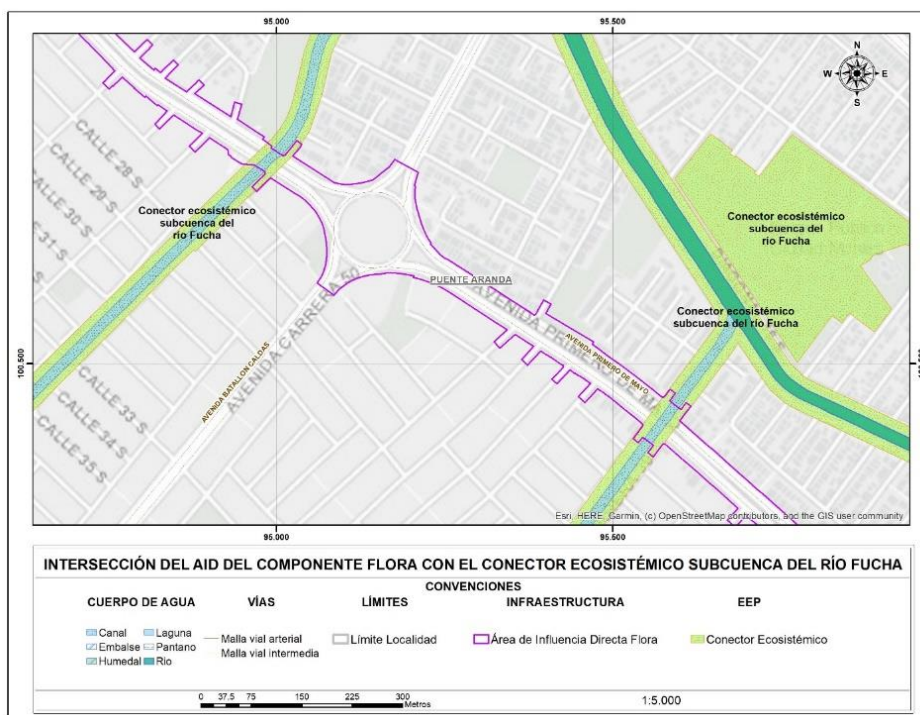


Figura 27 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 28 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

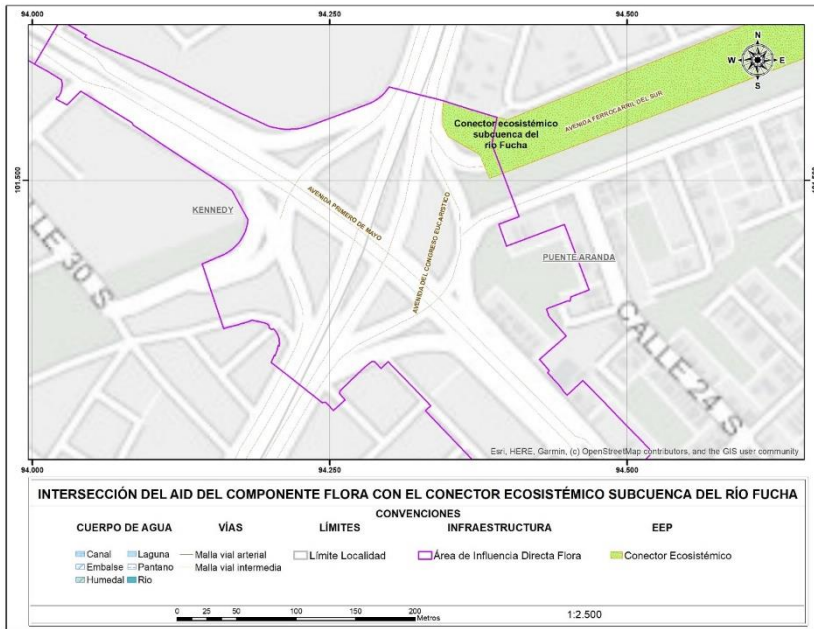


Figura 29 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Fotografía 13 Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector

3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

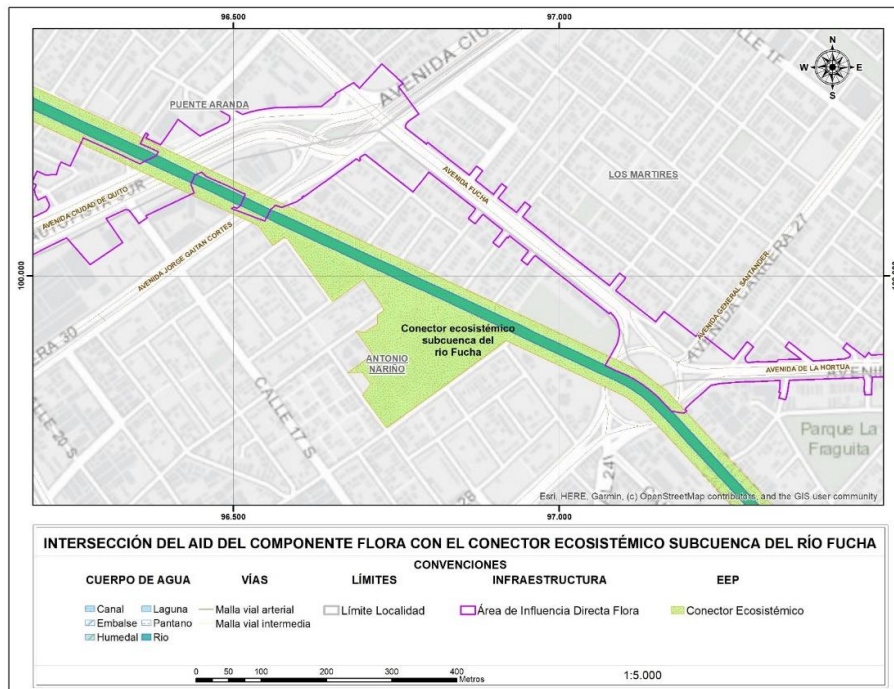


Figura 30 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 31. Intersección del AID con el Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

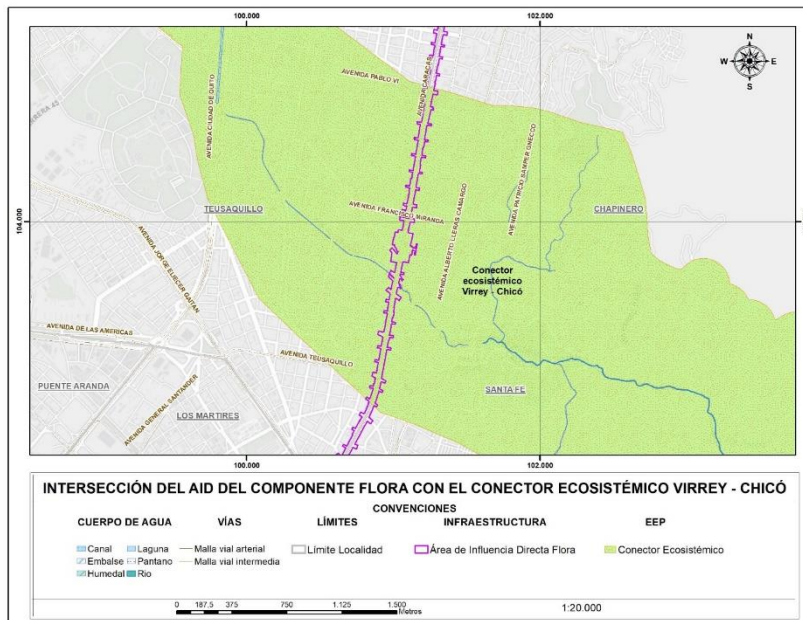


Figura 32 Intersección del AID del componente Flora con el Conector ecosistémico Virrey - Chicó

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

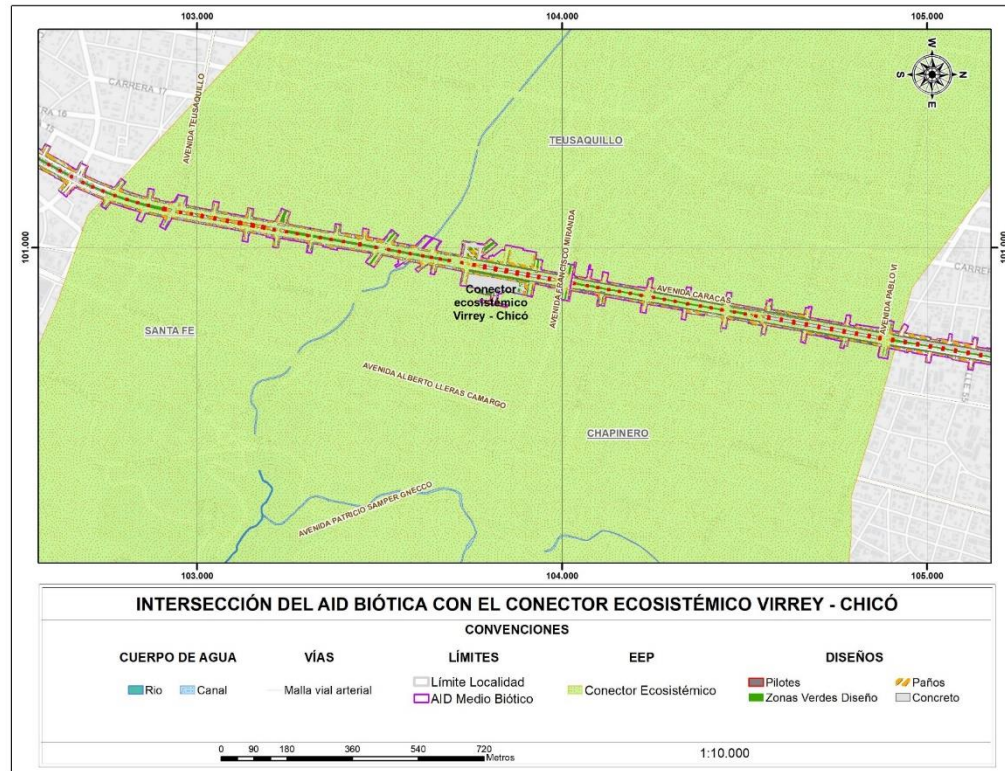


Figura 33. Intersección del AID con el Conector ecosistémico Virrey – Chicó según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

#### 5.1.1.2.1.1.3 Zonas verdes

Teniendo en cuenta la extensión del área de intervención directa de las obras a lo largo del proyecto y con base en la condición de las zonas verdes que se encuentran en la zona de estudio, se pueden generar diferentes repercusiones por parte de las actividades constructivas sobre la unidad de análisis de la flora terrestre, asociada directamente con las coberturas vegetales o zonas verdes. En este sentido, los efectos de la ejecución de una actividad constructiva como la del presente proyecto, tiene implicaciones sobre las unidades de cobertura vegetal homogéneas, ya que pueden ocasionalmente inducir a la fragmentación, dependiendo del estado y continuidad que presenten estas unidades en la zona.

En lo referente a las zonas verdes se identificaron áreas como lo son: Circulación peatonal y vehicular (separadores viales, glorieta y corredor ecológico vial), Articuladores de espacio público (Parques (Zonales, Vecinales y Bolsillo) y Plazas), Sistema hídrico (Zonas de Manejo y Preservación Ambiental y Ronda Hidráulica) y en Espacio privado (antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública).

Tabla 11 – Tipo de intervención de Zonas verdes en el AID

Zona verde	Descripción	Área (ha)	Área/Tipo de intervención					Zonas verdes
			Pilote	Concreto	Ciclo ruta	Paños	Sardinell	
Sistema hídrico	Zonas de Manejo y Preservación Ambiental y Ronda Hidráulica	0.48	0,003	0,157	0	0	0	0,048
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	6.65	1,037	2,524	0	0,095	0	1,746
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial	50.38	0,125	1,694	0,010	0,248	0,021	0,890
	Separadores viales	8.81	1,009	2,964	1,329	0,861	0,448	5,544
	Glorietas	2.71	0,008	0,657	0,073	0,308	0	0,965
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	1,16	0,009	0,799	0,004	0,233	0,089	0,145

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

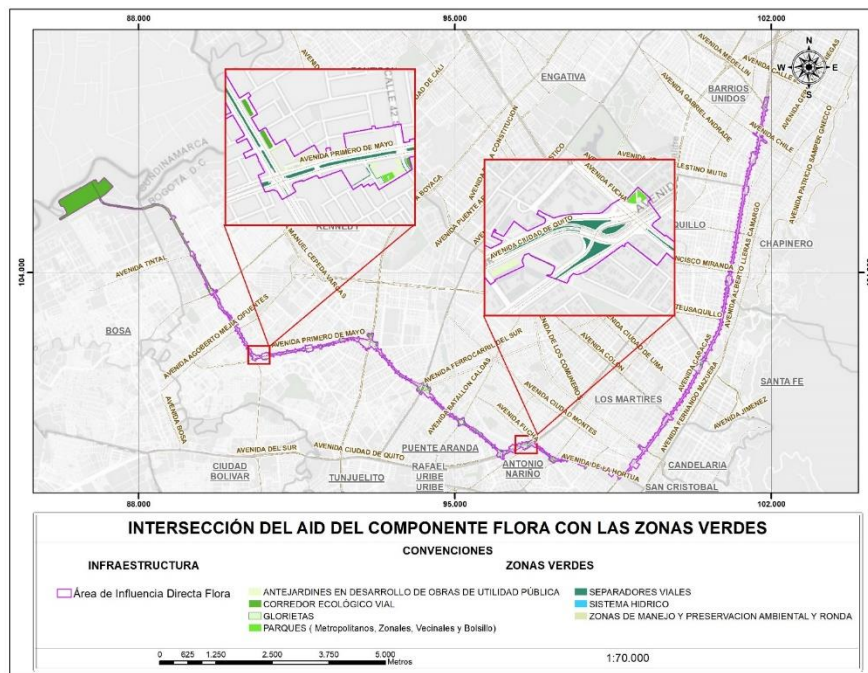


Figura 34 Intersección del AID del componente Flora con las zonas verdes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



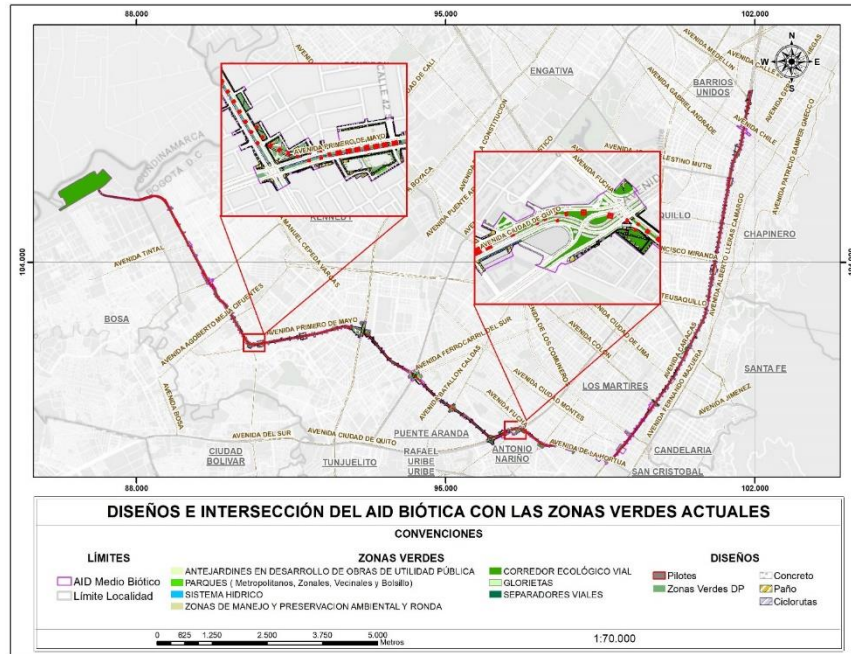


Figura 35. Intersección del AID del componente Flora con las zonas verdes según tipo de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023

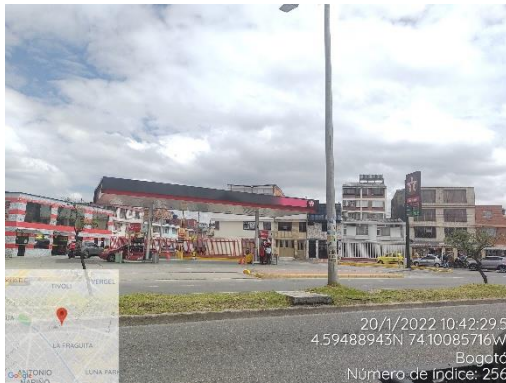
A continuación, se muestra el registro fotográfico de las zonas verdes ubicadas en el AID del componente flora. (Fotografía 14 a Fotografía 27).



Fotografía 14 Separadores viales tramo 2 Avenida Villavicencio



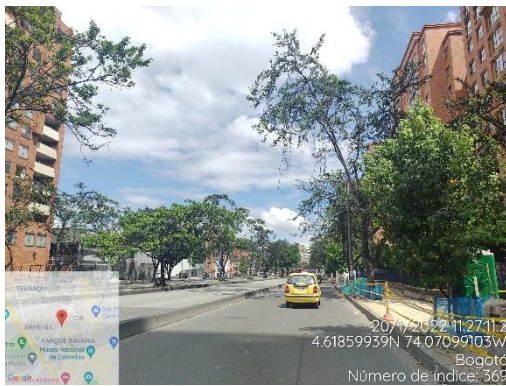
Fotografía 15 Separadores viales tramo 3 Avenida Primero de mayo



Fotografía 16 Separadores viales tramo 4 Avenida Calle 1



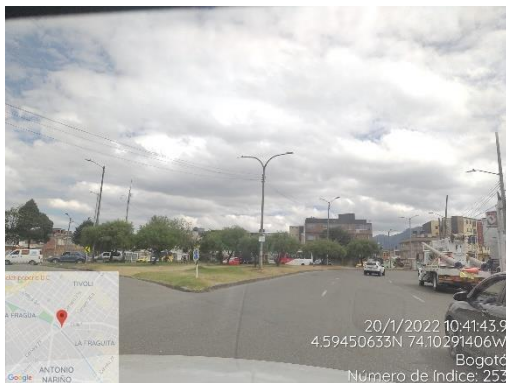
Fotografía 17 Separadores viales tramo 4 Avenida Caracas



Fotografía 18 Separadores viales tramo 5 Avenida Caracas



Fotografía 19 Glorieta Avenida Primero de mayo con Carrera 50 Tramo 3



Fotografía 20 Glorieta Avenida Calle 1 con Carrera 27 Tramo 4



Fotografía 21 Circulación peatonal Avenida Primero de mayo con Carrera 68 Tramo 3



Fotografía 22 Circulación vehicular Avenida Primero de mayo con Carrera 68 Tramo 3



Fotografía 23 Parque zonal Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo Tramo 3



Fotografía 24 Parque zonal Avenida Calle 1 con Carrera 24 Tramo 4



Fotografía 25 Circulación vehicular Avenida NQS con Calle 8 sur Tramo 4



Fotografía 26 Plaza de las flores Avenida Caracas con Calle 69 Tramo 6



Fotografía 27 Circulación vehicular Avenida Caracas con Calle 76 Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El área de influencia directa del componente flora abarca una extensión de 200,15 ha como se observa en la Figura 36.

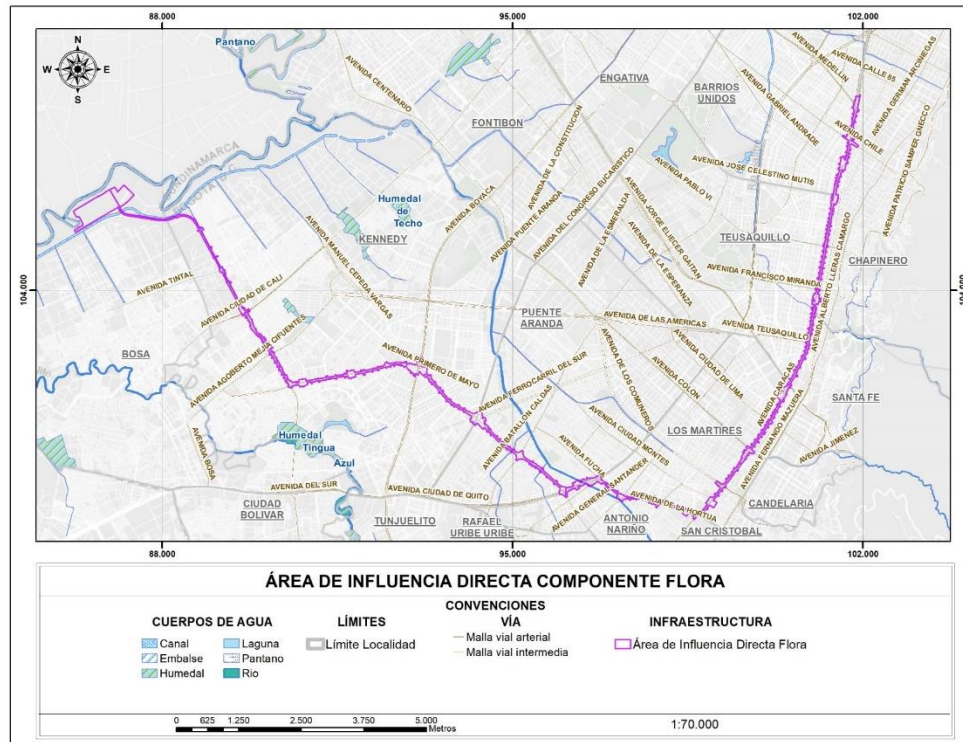


Figura 36 Área de Influencia directa Componente Flora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.1.1.2.1.2 Área de influencia Indirecta -All

El Área de Influencia Indirecta (All) del componente de flora fue determinada a partir del Área de influencia Directa del proyecto y ampliándose en sectores donde se intercepta con las áreas pertenecientes a la Estructura Ecológica Principal – EEP. En concordancia, se consideraron los impactos que podrían generar las actividades del EIAS, asociadas a la pérdida de cobertura vegetal.

Posteriormente se constató que el proyecto y sus obras afectan de manera puntual las zonas verdes y los individuos arbóreos donde se realizarán las diferentes actividades, sin embargo, dichas actividades constructivas pueden generar impactos a zonas verdes e individuos forestales más allá del Área de influencia Directa del proyecto.

En ese sentido, los criterios empleados para delimitar espacialmente los impactos corresponden, en primera medida, a la extensión (o influencia espacial) correspondiente a la superficie afectada por las acciones del proyecto en relación con el total del entorno donde se manifiestan los efectos y de acuerdo con la importancia florística asociada a los elementos de la Estructura Ecológica Principal.

La definición del All para el componente flora requiere de una contextualización a nivel local, en el que se tenga en cuenta aspectos de conectividad de áreas ambientalmente conservadas, la presencia de áreas protegidas y legalmente constituidas a nivel distrital, de ecosistemas estratégicos que sustenten

el aprovisionamiento y la regulación de los servicios ecosistémicos, aspectos que entre otros, contribuyen con el entendimiento del estado de la composición y estructura de las unidades de análisis de flora que se encuentran en el AID del proyecto, así como en el establecimiento del panorama que se requiere para la evaluación de las repercusiones que se generen en las áreas anexas al proyecto vial.

De acuerdo con lo anterior, los siguientes son los criterios tenidos en cuenta en la delimitación del AII del componente flora

- ▶ Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora.
- ▶ Afectación de los elementos de la Estructura Ecológica Principal.

Con respecto a la presencia de áreas verdes en el AID del proyecto se tiene que, el predominio de coberturas de tejido urbano e infraestructura edificada en la ciudad, solo permiten una baja representatividad de áreas de zonas verdes, por lo que la integración de este tipo de áreas es baja a nivel local y su conexión está dada principalmente por la presencia de separadores viales y glorietas que sustentan arbolado de tipo urbano, y por los parques de carácter zonal y vecinal, los cuales dado el planeamiento de la ciudad y su ubicación, no se encuentran interconectados.

Por otro lado, y a nivel espacial en la ciudad de Bogotá, los diversos elementos de los componentes de la EEP se localizan principalmente hacia el centro del corredor o línea vial, entre ellos los asociados a las Áreas protegidas del orden Distrital, el Sistema hídrico y a los Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde y Conectores ecosistémicos. En general, el paso del proyecto por los sitios donde se encuentran los diferentes elementos de la EEP genera repercusiones menores.

De acuerdo con lo anterior, se propone por tanto como Área de Influencia Indirecta (AII) del componente Flora el acoger el AID establecida del componente flora ampliándose en las áreas de intersección con los diversos elementos de los componentes EEP para un total de 1523,24 ha de AII del componente flora como se muestra en las siguientes figuras ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_03 Cartografía Temática.

Así bien, para el proyecto en cuestión se determinó que áreas de la estructura ecológica principal de Bogotá se podrían ver afectadas, en la siguiente tabla se detallan los componentes que tiene presencia dentro del AII del componente flora (véase Tabla 12)

Tabla 12 – Estructura Ecológica Principal del AII

Componente	Categoría	Elemento
Zonas de conservación	Áreas protegidas del orden Distrital	Reservas Distritales de Humedal
Áreas de Especial Importancia Ecosistémica	Sistema hídrico	Cuerpos hídricos naturales
		Cuerpos hídricos artificiales

Componente	Categoría	Elemento
Área Complementarias para la Conservación	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal
		Parques de Borde

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Todas las áreas de la Estructura Ecológica Principal en cualquiera de sus componentes constituyen suelo de protección. En la Tabla 13 se presenta la cuantificación de las proporciones de áreas de superposición dentro de las Áreas de Influencia indirecta para cada uno de los elementos presentes dentro de la Estructura Ecológica Principal.

Tabla 13 – Estructura Ecológica Principal presente dentro del Área de Influencia

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha) Dentro del AI
Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Áreas para la adaptación al cambio climático	47,24
	Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá	7,74
	El Porvenir	11,56
	El Porvenir (Gibraltar)	65,86
	Tercer Milenio	14,48
	Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico)	6,59
Sistema hídrico	Río Bogotá	1,05
	Canal Cundinamarca	23,59
	Canal Albina	4,43
	Canal Río Seco Sector1	3,65
	Río Fucha o San Cristóbal	25,33
	Canal Arzobispo	2,45
	Río Arzobispo	1,98
Reservas Distritales de Humedal	Humedal de La Vaca	2,25
Conectores Ecosistémicos	Conector ecosistémico Virrey - Chicó	93,65
	Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha	57,93

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 37 se pueden observar espacialmente la Estructura Ecológica Principal presente dentro Área de Influencia (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08 Línea Base Medio Biótico).



Figura 37 Intersección del AII del Componente Flora con los elementos de la EEP

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

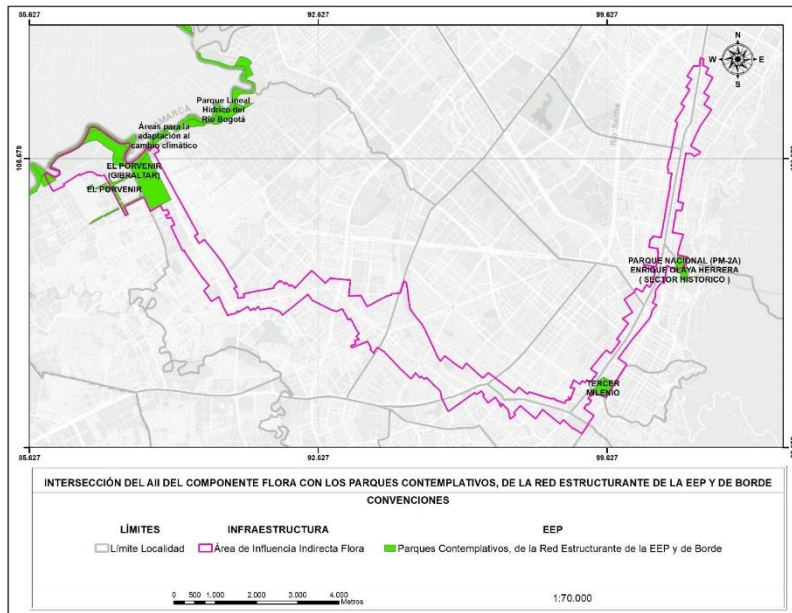


Figura 38 Intersección del AII del Componente Flora con los Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la EEP y Parques de Borde

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

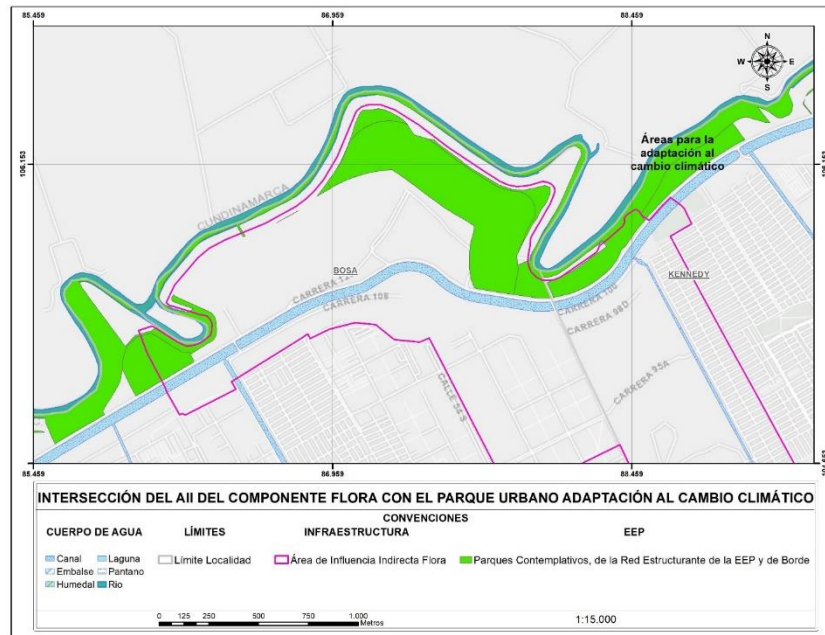


Figura 39 Intersección del AII del Componente Flora con las Áreas para la adaptación al cambio climático

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 40 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



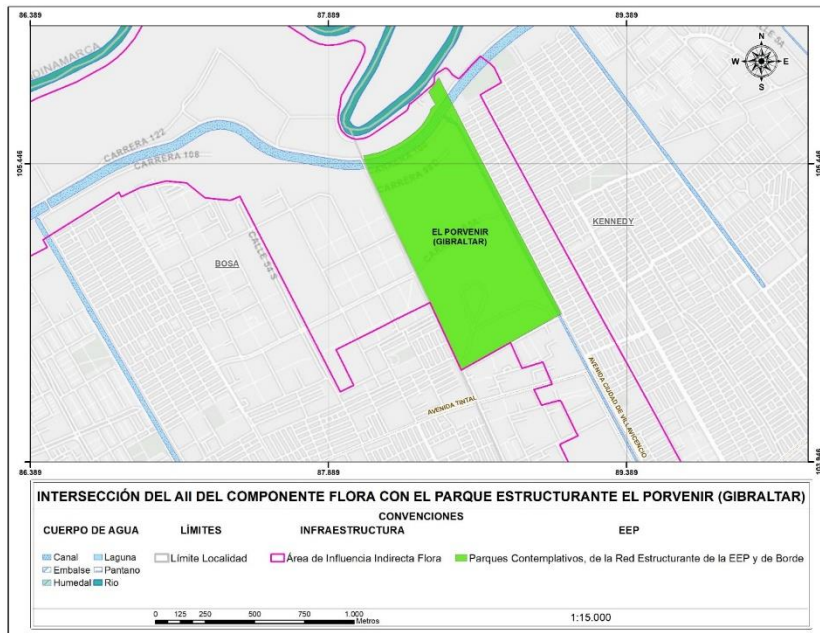


Figura 41 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque El Porvenir (Gibraltar)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

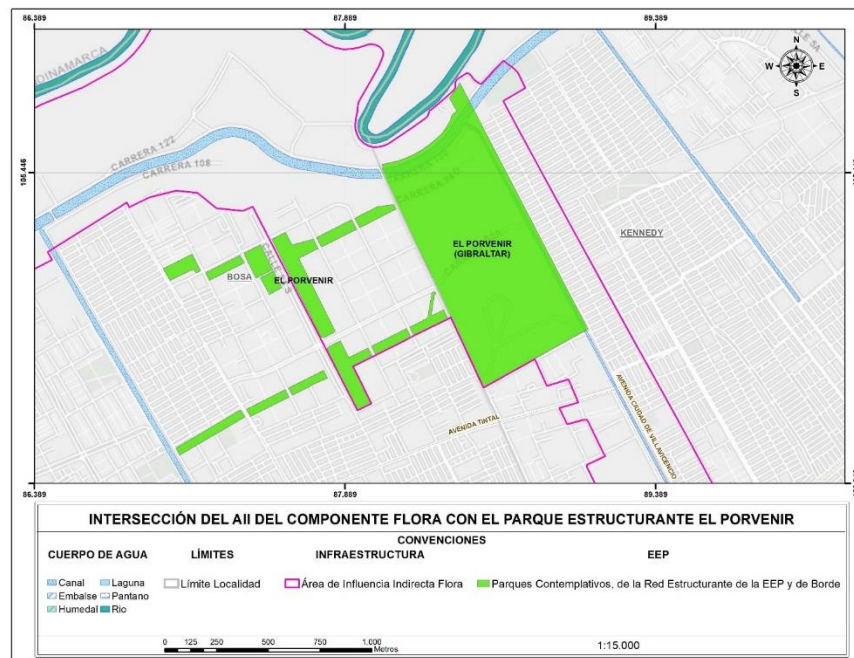


Figura 42 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque El Porvenir

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 43 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Tercer Milenio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

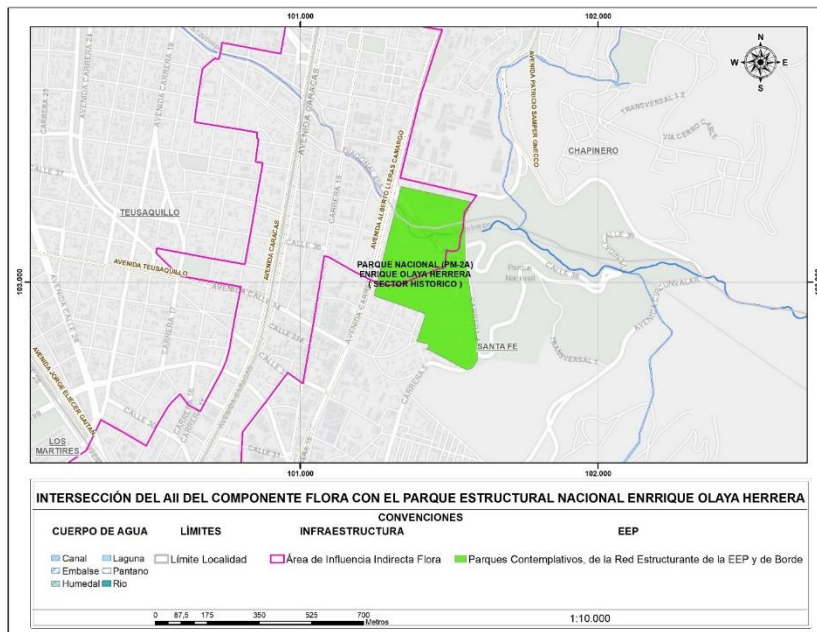


Figura 44 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

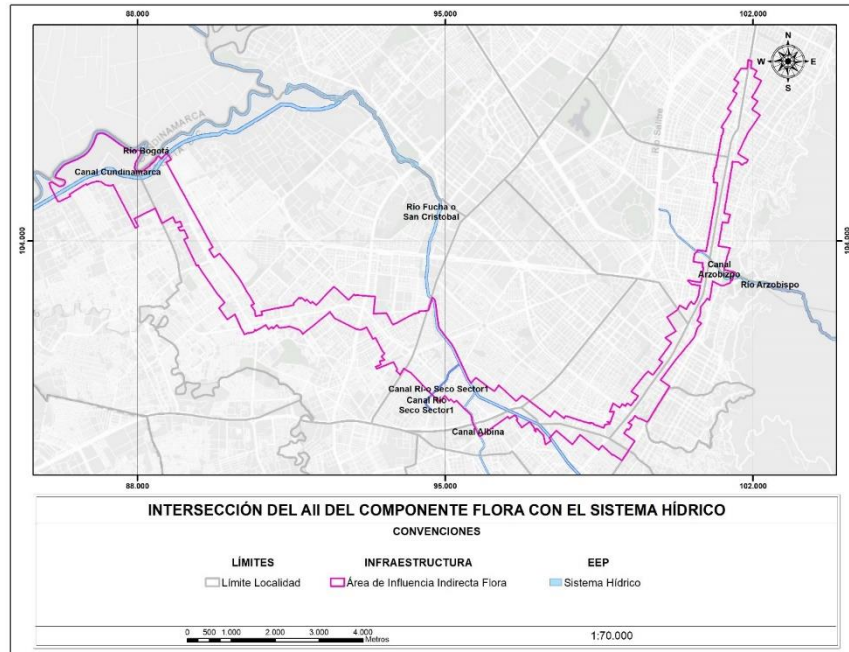


Figura 45 Intersección del AII del Componente Flora con Sistema Hídrico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

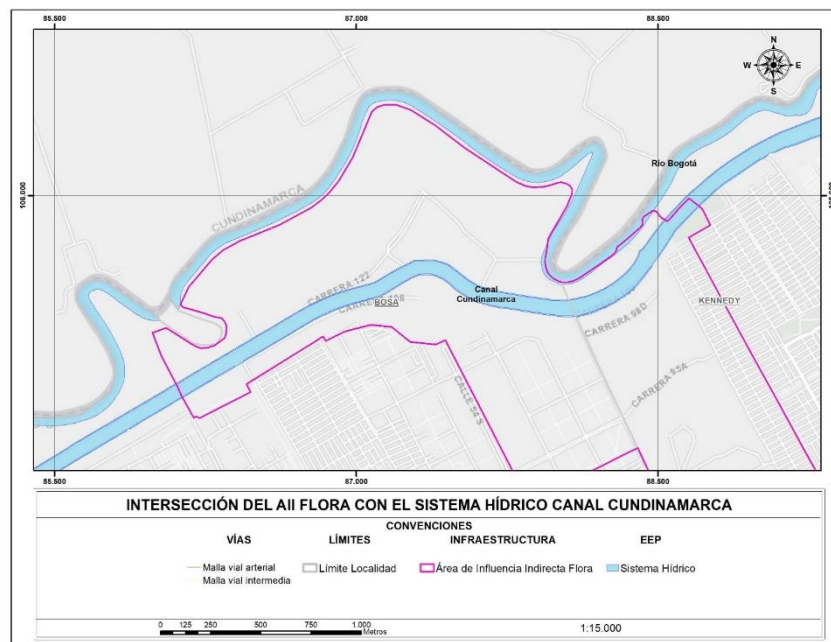


Figura 46 Intersección del AII del Componente Flora con Sistema Hídrico Canal Cundinamarca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

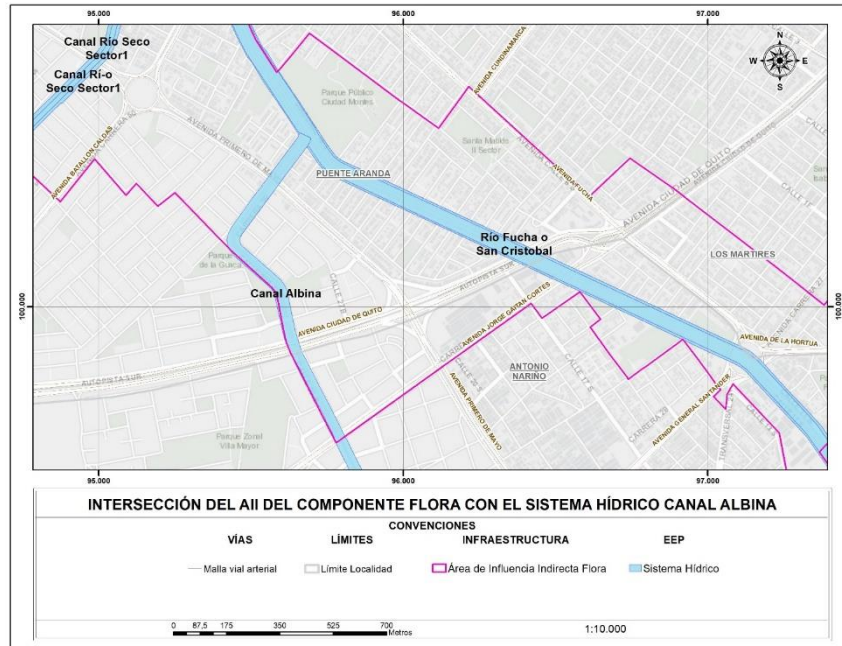


Figura 47 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Albina

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

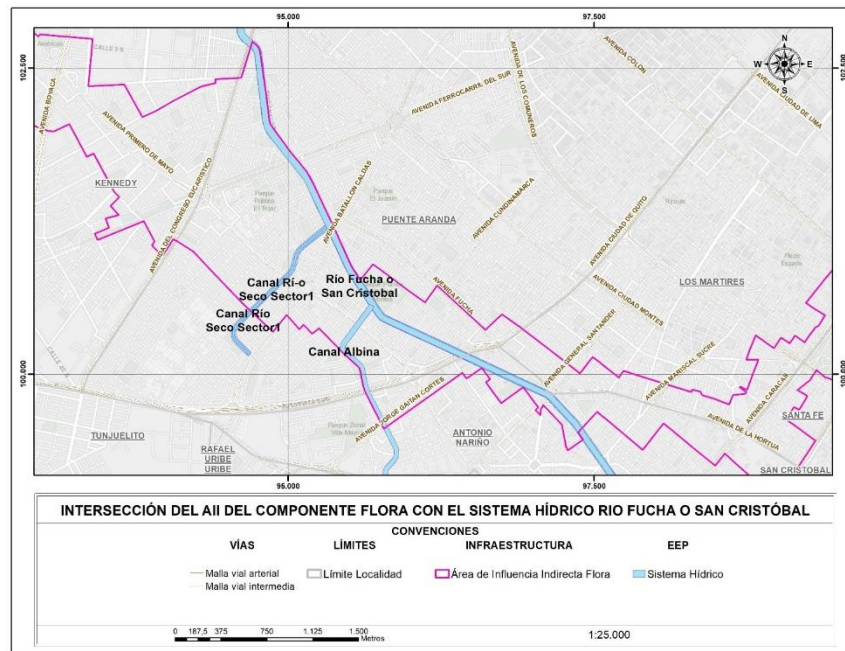


Figura 48 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Rio Fucha o San Cristóbal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

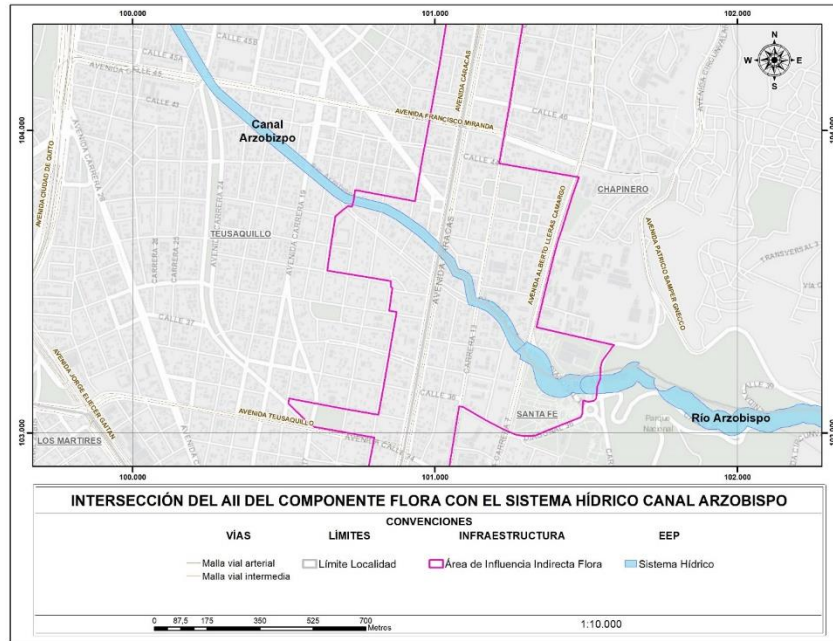


Figura 49 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal arzobispo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

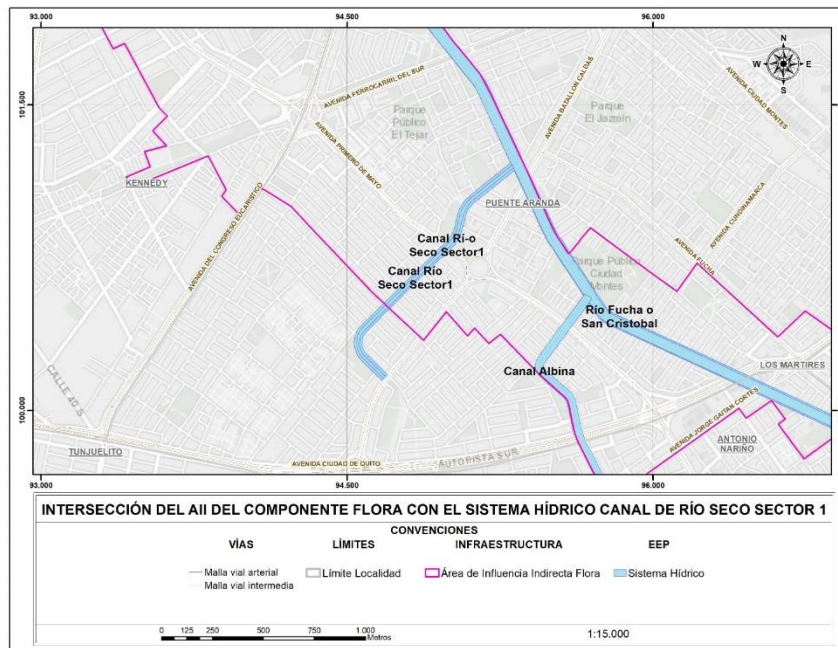


Figura 50 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema hídrico Canal de Río Seco Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

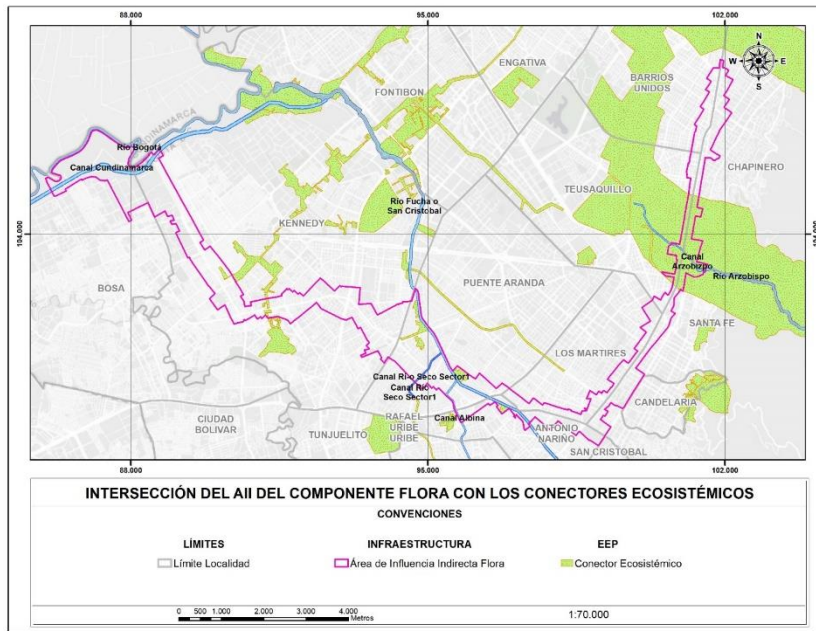


Figura 51 Intersección del AII del Componente Flora con los Conectores ecosistémicos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

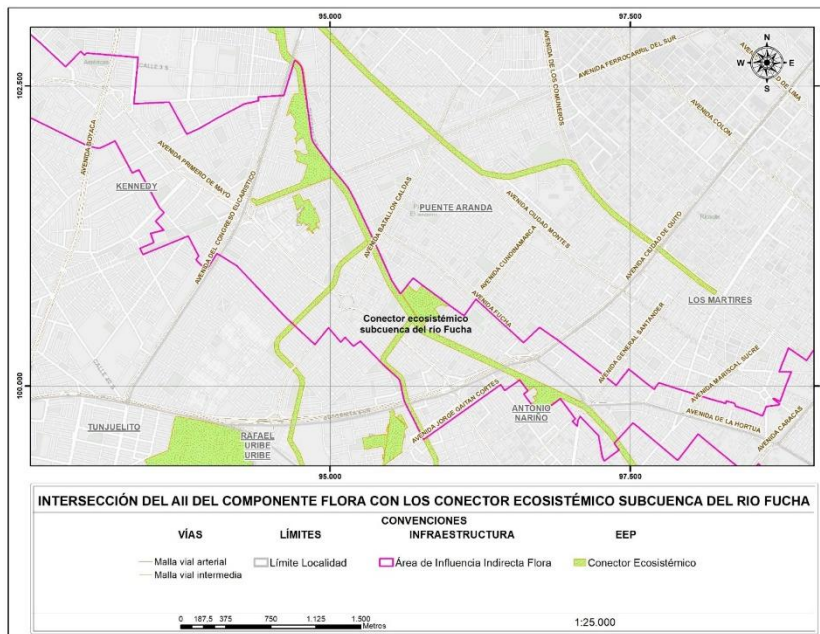


Figura 52 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuencia del Rio Fucha sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

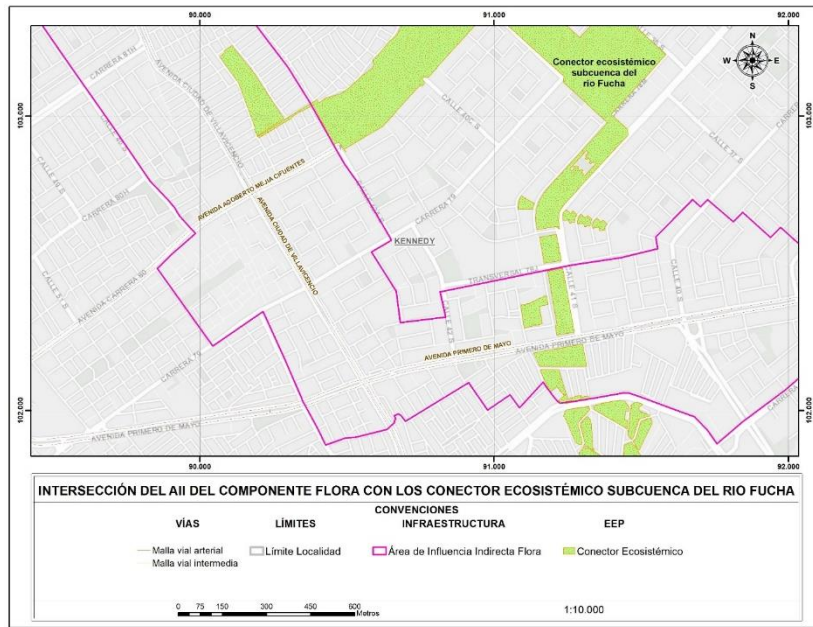


Figura 53 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuenca del Rio Fucha sector 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 54 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico Virrey-Chicó

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El área de influencia indirecta del componente flora abarca una extensión de 1523,24 como se observa en la Figura 55.

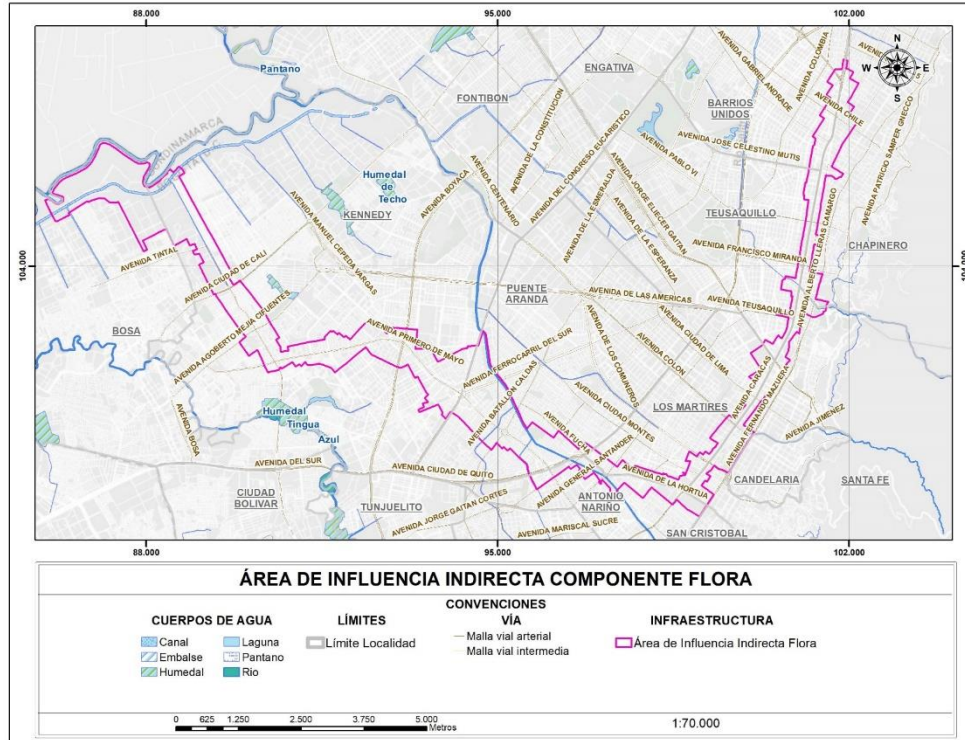


Figura 55 Área de Influencia Indirecta Componente Flora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.1.1.2.2 Ecosistemas terrestres – Fauna

El Área de influencia directa (AID) y el Área de influencia indirecta (AII) del componente de fauna se define con criterios de distribución y su relación con las coberturas de la tierra teniendo como base la caracterización faunística realizada.

##### 5.1.1.2.2.1 Área de influencia directa -AID

La delimitación del AID del componente fauna está asociado a las Áreas de Intervención Directa y sus unidades de cobertura de la tierra, en el caso particular, áreas intermitentes verdes y duras, donde directamente se reflejará el impacto por las actividades de construcción y que la fauna utiliza directa o indirectamente para el desarrollo de sus actividades.

Igualmente, con relación a la Estructura Ecológica Principal (EEP) definidas para el Distrito Capital, se presentan traslapes con los diferentes componentes, la categoría de Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde pertenecientes al Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá, Áreas para la adaptación



al cambio climático al parque El Porvenir (Gibraltar) y el parque Tercer Milenio que se encuentran dentro del AID del proyecto, respecto al Sistema hídrico Canal Cundinamarca, Canal Albina, Canal Arzobispo, el Río Fucha o San Cristóbal y el Canal de Río Seco Sector 1 y Conectores ecosistémicos subcuenca del río Fucha y Virrey-Chicó (Ver Figura 45 y Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03 Cartografía Temática).

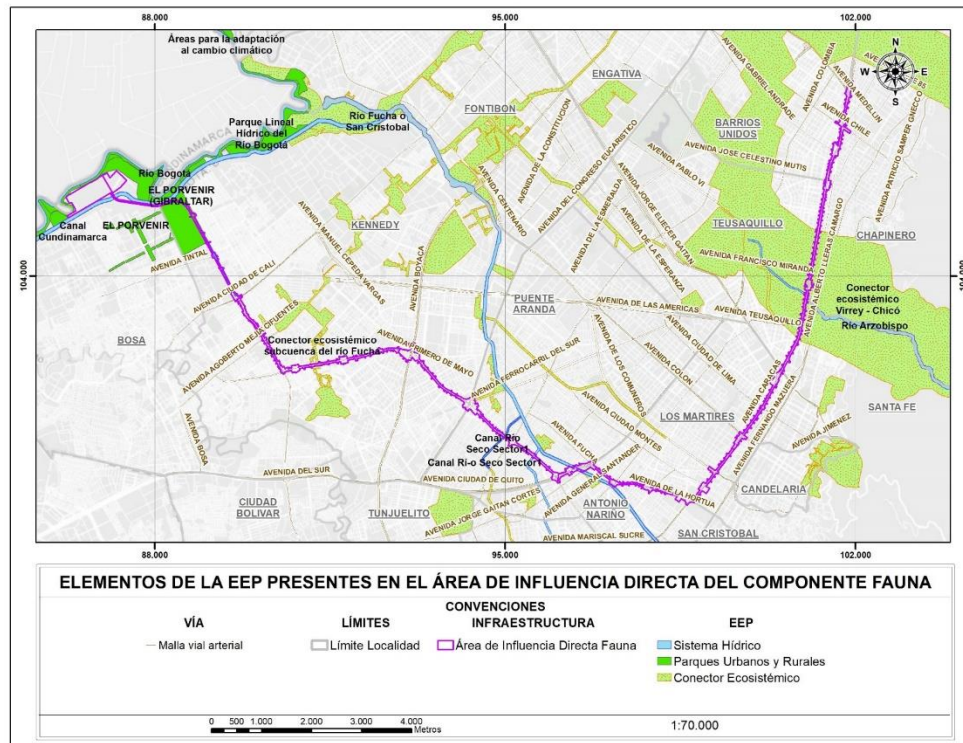


Figura 56 Elementos de la EEP presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En consecuencia, el área de influencia de este componente se delimita teniendo en cuenta las coberturas de la tierra que se ven afectadas por las actividades propias de la construcción, especialmente aquellas que se encuentran dentro de la estructura ecológica principal como lo es el caso de Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde, Sistemas Hídricos, Conectores Ecosistémicos separadores viales con cobertura vegetal y zonas verdes que tienen importancia para la presencia de fauna (ver Figura 57) y adicionalmente aquellas barreras físicas que afectan los desplazamientos de las especies que fueron identificadas durante la etapa de caracterización. El área de influencia Directa (AID) del componente fauna corresponde a una extensión de 200,15 ha.

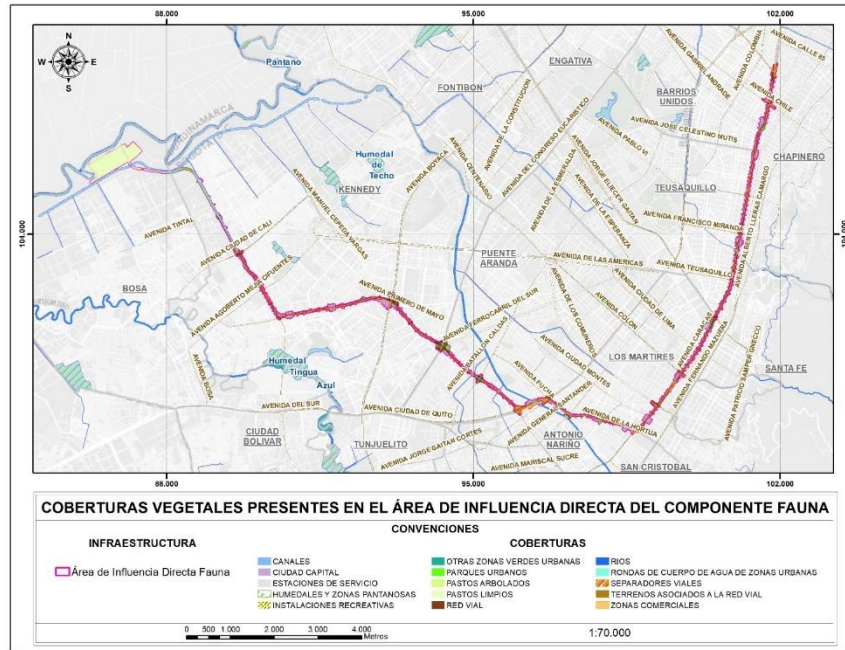


Figura 57 Coberturas vegetales presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

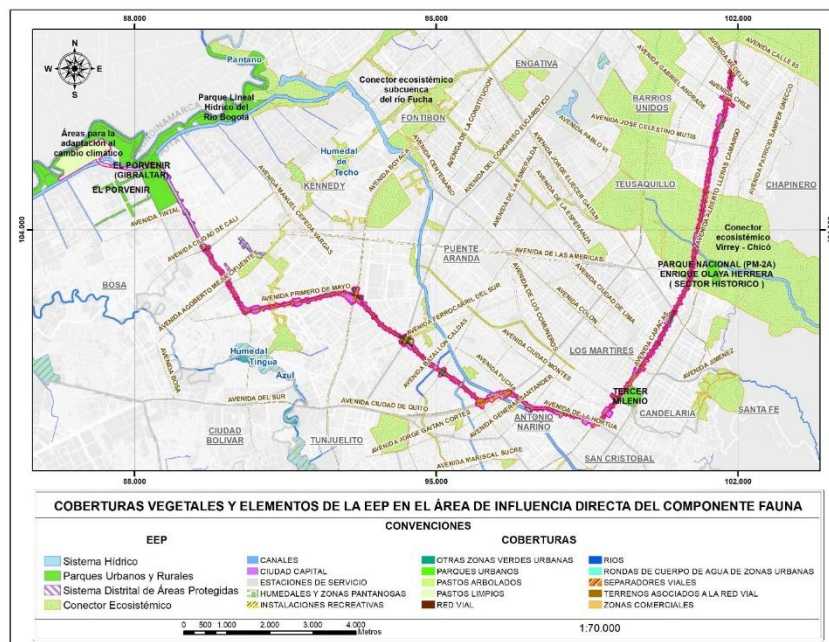


Figura 58 Coberturas vegetales y elementos de la EEP presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El área de influencia directa del componente fauna abarca una extensión de 200,15 ha como se observa en la Figura 59.

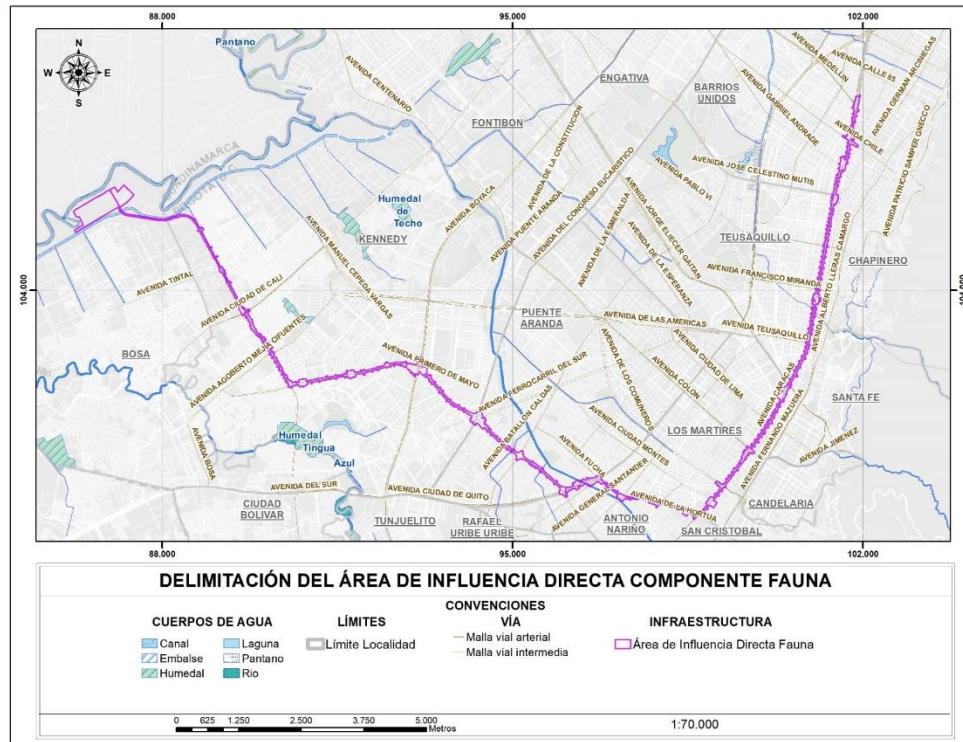


Figura 59 Delimitación del Área de Influencia Directa componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.1.1.2.2.2 Área de influencia Indirecta – AII

Para la delimitación del área de influencia indirecta (AII) del componente fauna se tuvieron en cuenta los hábitats que se verán afectados por la materialización del proyecto, siendo que el hábitat es definido por (Morrison, Marcot, & Mannam, 2006), como el área con una combinación de recursos y condiciones ambientales tales que promueve la ocupación por individuos de una determinada especie y que permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan. Una forma de describir el hábitat es evaluando las unidades de paisaje, su estructura, composición y elementos físicos que lo integran ya que los organismos responden a su entorno en múltiples escalas espaciales y temporales (Gallina & López, 2011), dado que las coberturas vegetales tienen características fisionómicas y estructurales propias de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas (Franco, y otros, 2005) y proporciona una variedad de recursos como alimento, refugio, materiales para construir refugios, microclima, entre otros, para este estudio las coberturas vegetales son homologadas como hábitat para las especies silvestres, adicionalmente estructuras como edificaciones y vías de transporte se constituyen como una barrera física determinante que afecta la libre movilidad de las especies que están presentes en el área de intervención y utilizan

los parques urbanos y los separadores viales con remanentes vegetales (individuos forestales) como sus principales corredores de desplazamiento dentro de la ciudad.

Para la delimitación del área de influencia en la etapa pre-campo se tuvo en cuenta la información secundaria para la zona: información cartográfica, geoportales como lo son Tremarctos y el Sistema de información ambiental de Colombia-SIAC, coberturas vegetales e infraestructura que genera un efecto barrera para la fauna.

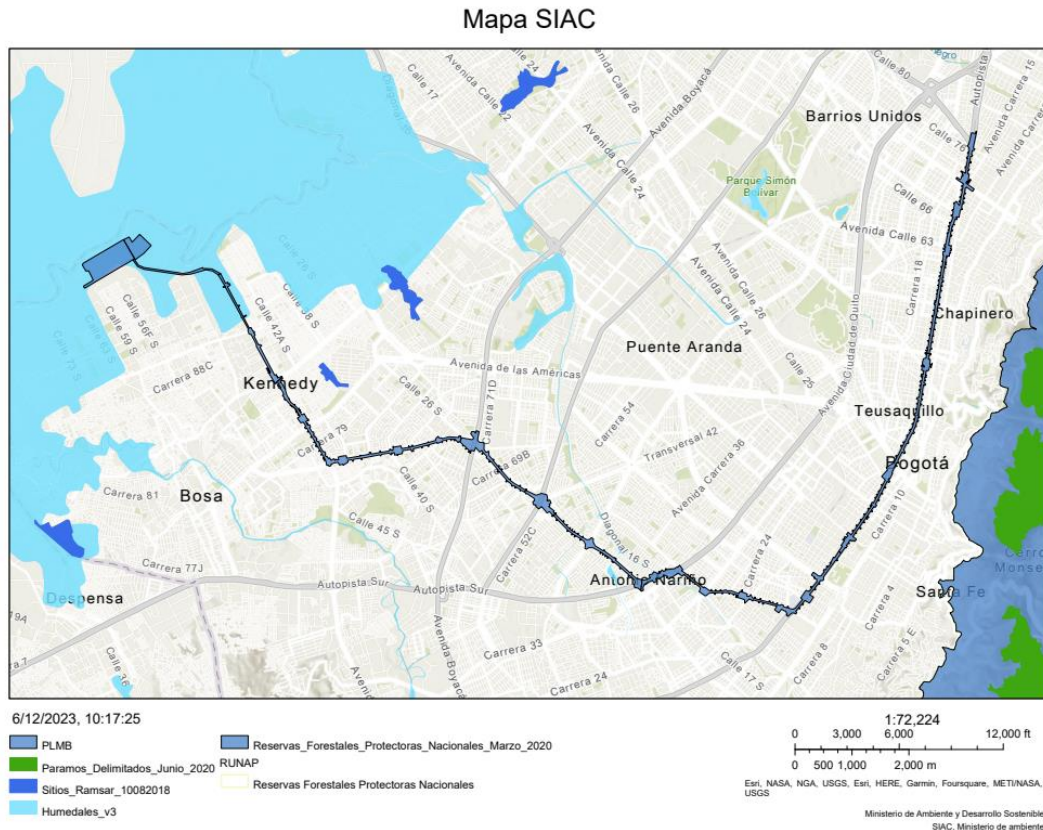


Figura 60 Cruce Geoportal SIAC

Fuente: Visor SIAC, 2023

Dicha información permitió identificar zonas de interés ecológico y de importancia para la fauna silvestre como lo es el AICA Humedales de la sabana de Bogotá; si bien, dada su extensión (ver siguiente figura) no se incluyó la totalidad del AICA en la delimitación del AII y por tanto, se priorizaron áreas con hábitats potenciales de desplazamiento de la fauna y elementos de la estructura ecológica principal, se presenta un apartado resaltando las especies registradas en esta área sensible en el numeral 5.3.3.2.2 Avifauna.

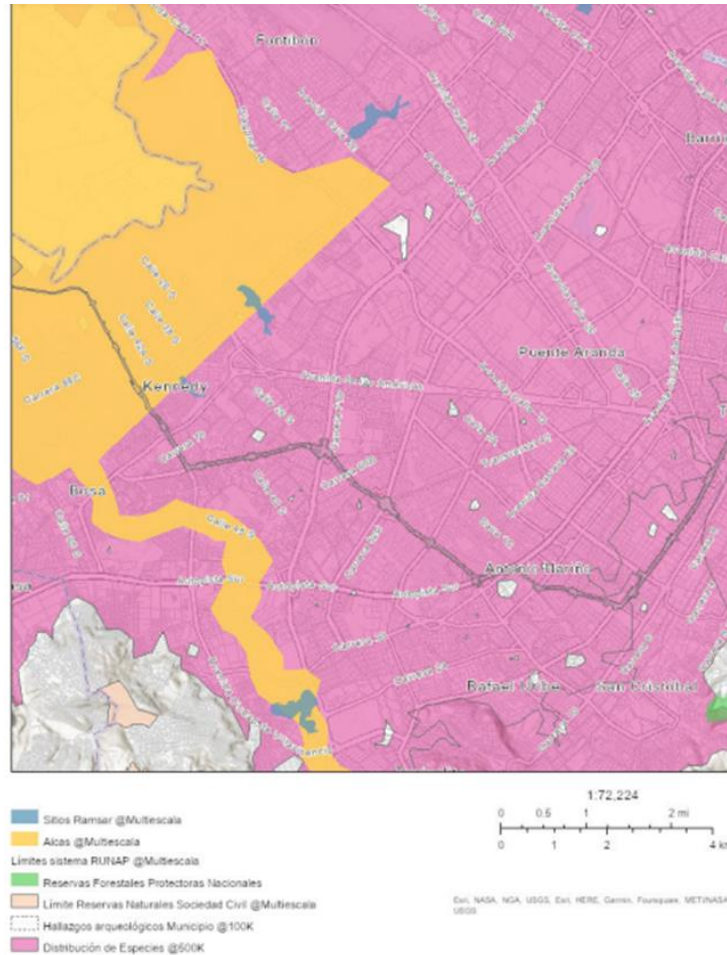


Figura 61 Cruce Tremarctos

Fuente: Tremarctos, 2022

En consecuencia, el área de influencia indirecta (AII) de este componente se delimita teniendo en cuenta las coberturas vegetales que se ven afectadas por las actividades propias descritas, especialmente aquellas que se encuentran más conservadas como es el caso de los elementos de la Estructura Ecológica Principal, zonas verdes y parques urbanos, las cuales brindan los recursos necesarios para que las especies faunísticas sobrevivan adecuadamente, como lo son alimento, refugio, zonas de anidación para la fauna identificada dentro de la caracterización del presente proyecto, descrita en el numeral 5.3.3.2, principalmente para el grupo de aves principalmente representado por el Orden Columbiformes y Passeriformes los cuales registran una mayor abundancia para estas áreas, de manera particular la torcaza (*Zenaida auriculata*) representa 62,04% del total de nidos registrados, por lo cual las áreas de anidación de esta especie se verán mayormente afectadas.

Así mismo, estas coberturas tienen la estructura propicia para funcionar como corredores biológicos de la fauna silvestre del sector, estableciéndose así los límites del área de influencia para el proyecto en donde estas coberturas se ven interrumpidas por elementos que generan fragmentación actualmente

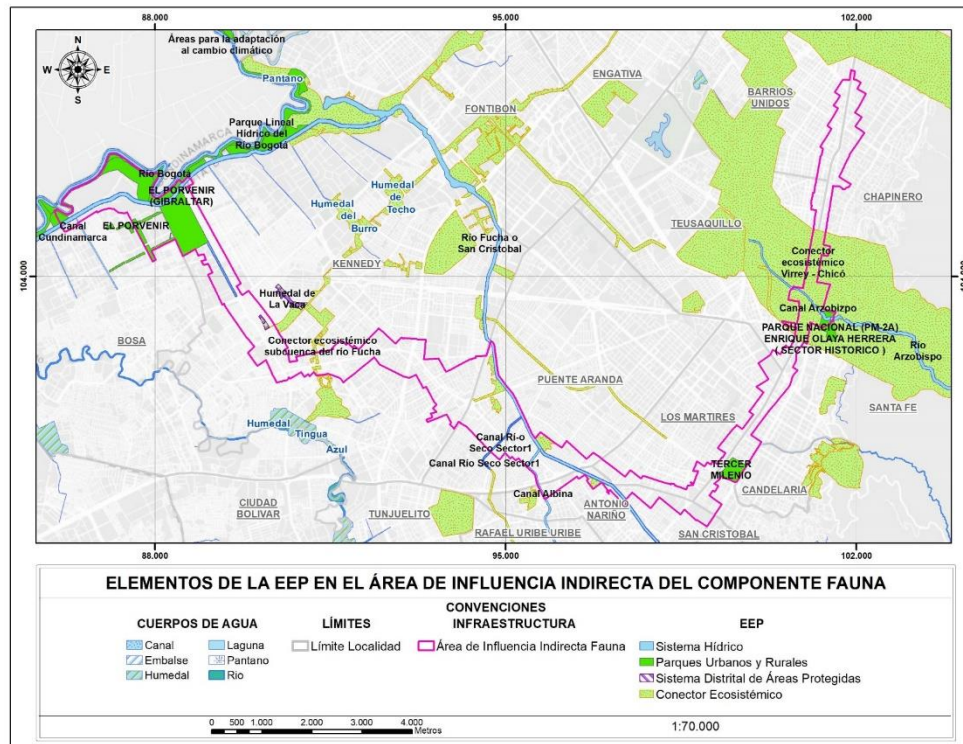


Figura 62 Elementos de la EEP en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así mismo estas coberturas vegetales las cuales se definen en el caso de la fauna silvestre como hábitats, permiten determinar el rango habitacional de las especies de fauna del sector, entendiendo como una característica fundamental del movimiento de cada especie a esta área de vida que se encuentra fuertemente influenciada por la disponibilidad de recursos (Refugio, fuentes de alimentación, sitios de reproducción) y la cual varía para cada especie e incluso puede variar dentro de los individuos de una misma especie (Ofstad, Herfindal, Solberg, & Sæther, 2016), con esto claro nuevamente sobresalen como sitios propicios y con recursos disponibles para la fauna silvestre las zonas pertenecientes a la EEP.

Específicamente el área de influencia indirecta establecida tiene en cuenta todos los elementos de la EEP colindantes con el área de proyecto y se extiende teniendo en cuenta la conectividad de las coberturas o zonas verdes y como esta se ve interrumpida por edificaciones o vías vehiculares, representando estos elementos una barrera para la libre movilidad de la fauna.

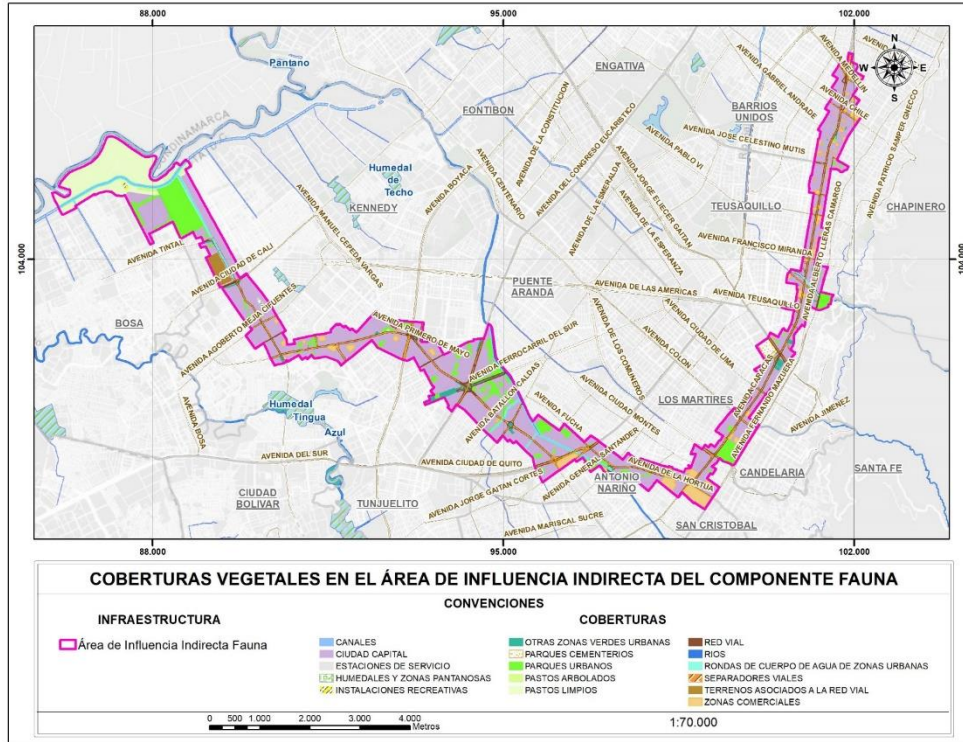


Figura 63 Coberturas vegetales en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con lo anterior, fue posible realizar una delimitación del AII desde el componente de fauna la cual presenta una extensión total de 1523,24 ha, teniendo en cuenta el análisis realizado a partir del muestreo y la EEP analizada en el AID para fauna junto con las coberturas. En la Figura 64 se detalla el AII definida.

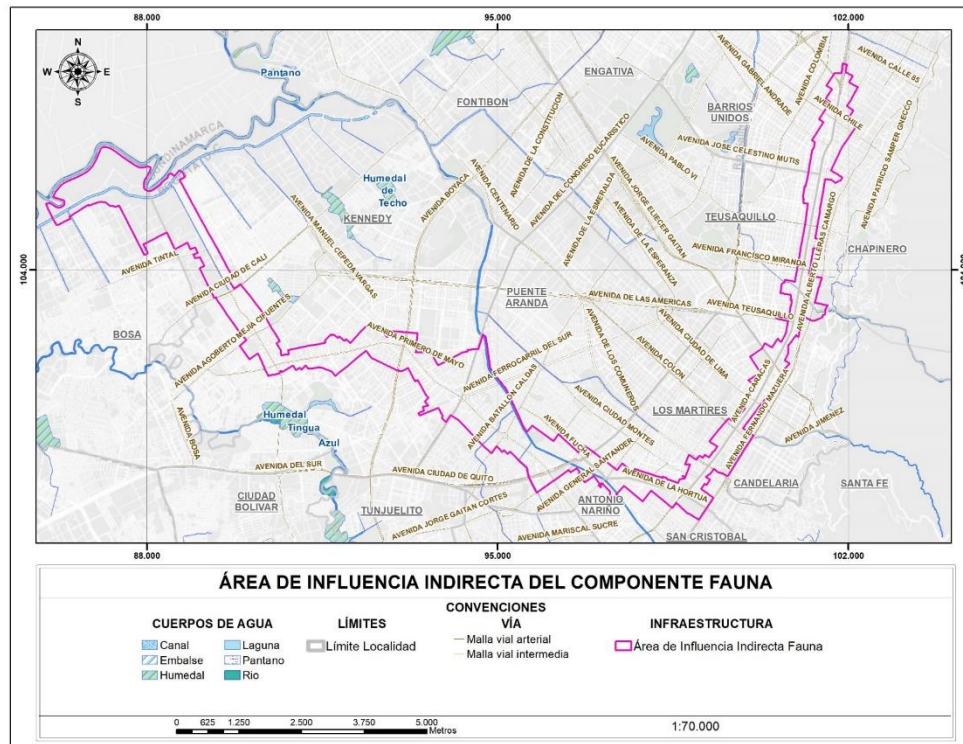


Figura 64 Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.1.1.2.3 Área de influencia – Medio Biótico

El Área de Influencia Directa del medio biótico se determinó a partir del área de influencia de directa componente flora y fauna que corresponde al Área de Intervención Directa del proyecto en la cual se tiene previsto el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (aprovechamiento forestal) la cual presenta una extensión de 200,15 ha.



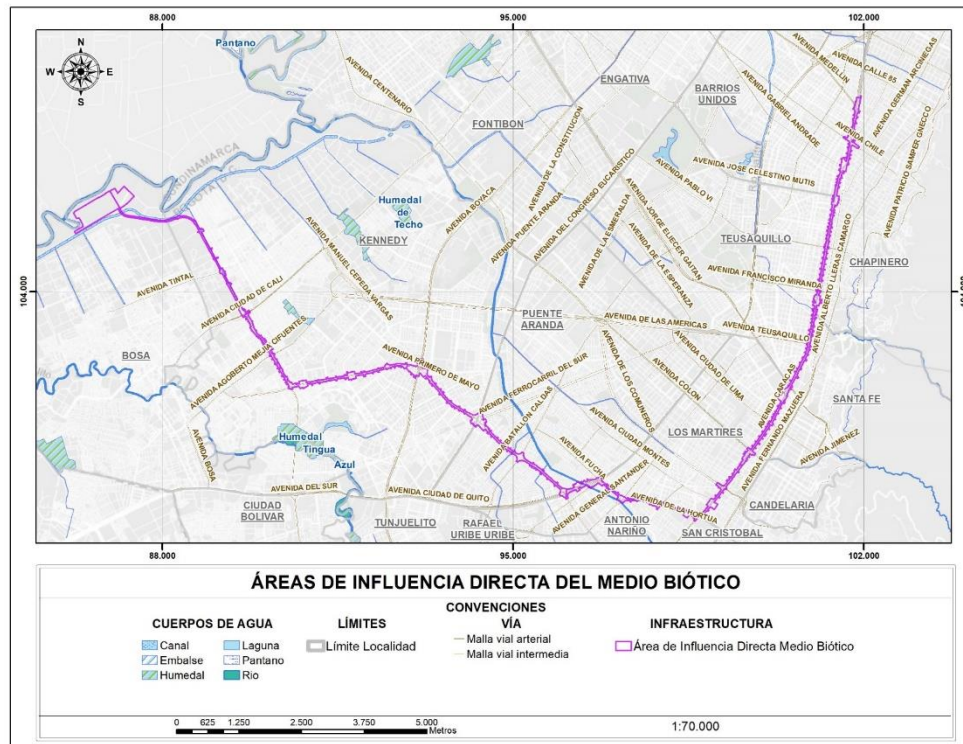


Figura 65 Áreas de Influencia Directa del Medio Biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se propone por tanto como Área de Influencia Indirecta (AII) del medio Biótico el acoger el AII establecida para los componentes de flora y fauna, el cual abarca un área espacial representativa de 1523,24 ha que contiene los elementos previamente trazados y los hábitats que se verán afectados por la materialización del proyecto (para este estudio las coberturas vegetales son homologadas como hábitat para las especies silvestres), las áreas por donde interceptan los elementos de la Estructura Ecológica Principal (Parques urbanos, Corredores Ecológicos de Ronda y Zona de Manejo y Preservación Ambiental), las áreas de zonas verdes y el área donde se tiene previsto el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (aprovechamiento forestal).

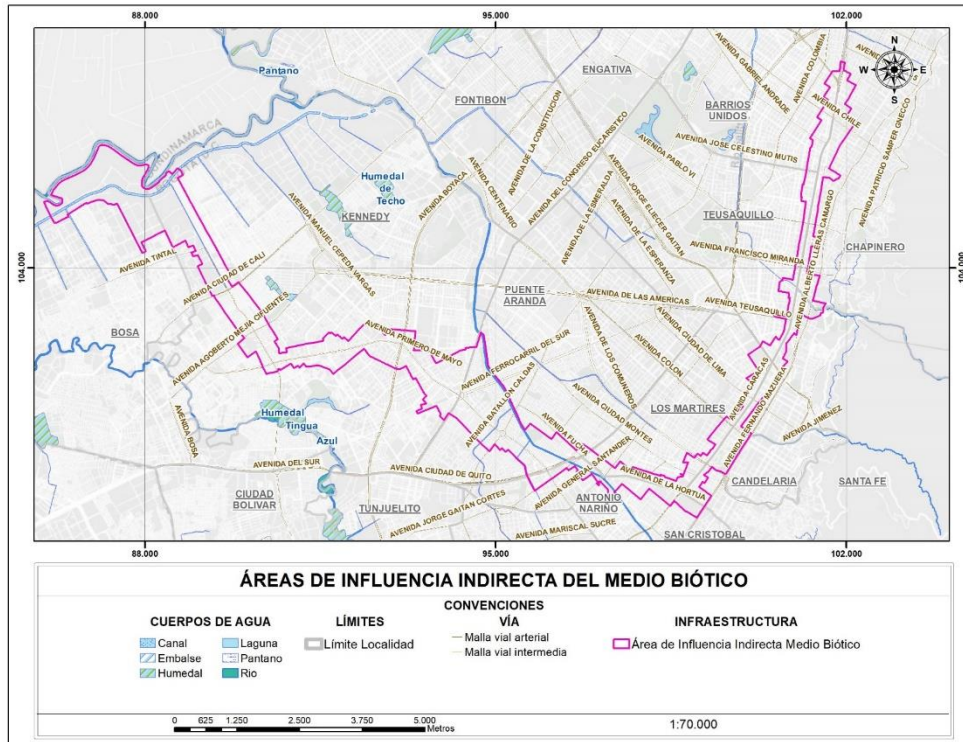


Figura 66 Áreas de Influencia indirecta del Medio Biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.1.2 Áreas de influencia definitivas

El proceso de definición del área de influencia definitiva se sustenta en el (Decreto 1076 de 2015) del MADS, Artículo 2.2.2.3.1.1., en el cual se define el área de influencia como aquella en la cual se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto.

En ese sentido, y a partir de la evaluación de impactos presentada en el capítulo 7 del presente estudio, a continuación, se presentan los impactos que, de acuerdo con su calificación, son considerados significativos o con importancia moderada, severa o crítica.

Si bien, es preciso señalar que la identificación de los impactos significativos conlleva a revisar y en caso de ser necesario, ajustar el área de influencia preliminar, todos los polígonos definidos preliminarmente y que no obtienen una calificación significativa, de igual manera, se integrarán para efectos de generar el área de influencia definitiva, con el fin de no omitir impactos irrelevantes pero que presentarán una espacialización del impacto.

### 5.1.2.1 Área de influencia Medio Abiótico

#### 5.1.2.1.1 Componente Geosférico

Las áreas de influencia, AID y AII se mantienen con relación a la preliminar. En este sentido, el AID es el área de intervención por las actividades del proyecto y el AII del componente geosférico corresponde a la manzana aferente (infraestructura social y vías aledañas) al AID, con relación al impacto por afectación a la percepción visual del paisaje.

Por otra parte, de acuerdo con la evaluación de los impactos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo, alteración de las condiciones geomorfológicas, afectación por asentamientos del terreno y alteración a la calidad del suelo no definen un cambio en el área de influencia definitiva, ya que las actividades evaluadas para dichos impactos no generan una alteración mayor a los lugares puntuales de ejecución de las obras, que estarían ya incluidas dentro del área de intervención. En el mismo sentido, el impacto de aumento de la cantidad de residuos a disponer, teniendo en cuenta la evaluación ambiental, tendrá incidencias sólo dentro del área de intervención del proyecto para la generación y manejo de estos.

#### 5.1.2.1.2 Componente Hidrosférico

El AID definitiva para este componente se mantiene con relación al AID preliminar.

Respecto a la definición del AII del componente hidrosférico es preciso señalar lo siguiente:

- ▶ Se prevé ejecutar actividades por parte del proyecto cercanas a las fuentes hídricas tales como el canal Cundinamarca, Río Seco, Canal Albina, Río Fucha y canal arzobispo. Por lo tanto, permanece la definición del búfer de 100 m aguas arriba y 200 m aguas abajo, a causa de una posible re-suspensión de material particulado por las obras cercanas al cauce, dentro de la Faja Paralela y Área de Protección o Conservación Aferente o ronda hídrica. Actualmente, la calidad de los cuerpos de agua en términos físicos y químicos se encuentra afectada como resultado de las actividades antrópicas que se desarrollan en el entorno de estos. Esto se soporta con las caracterizaciones y visitas a campo desarrolladas, en las que es evidente un deterioro y alteración de las condiciones naturales del cuerpo de agua. En este sentido y conforme a las obras y actividades que se desarrollarán en los cruces de cuerpos de agua, se considera que no se generará una alteración química adicional a la existente y que por condiciones climáticas es posible generar la Re-suspensión de material particulado cambiando el aspecto físico. No obstante, lo anterior, es preciso mencionar que los resultados de los monitoreos; serán la base para establecer las medidas más acordes para: prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos sobre los cuerpos de agua. Y a su vez, con los indicadores de calidad del agua, será posible medir la eficacia de la implementación de las medidas de manejo para la preservación o restablecimiento de la calidad del agua.
- ▶ Se mantiene el búfer de 600 metros definido para el AII del recurso hídrico subterráneo.

### 5.1.2.1.3 Componente Atmosférico

El AID definitiva para este componente se mantiene con relación al AID preliminar. A continuación, se abordarán los aspectos decisorios para el AII definitiva por calidad de aire y ruido.

#### 5.1.2.1.3.1 Calidad del Aire

Como se indicó anteriormente, el área de influencia definitiva es revisada a partir de la condición actual, manifiesto en los resultados de los monitoreos y modelaciones realizadas por el (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022).

Los monitoreos de aire se realizaron entre el día 15 de septiembre de 2021 y el 03 de octubre de 2021, en un total de 30 estaciones, a lo largo del trazado. Dentro de los resultados del muestreo, se encontró que el 90% de las muestras tomadas para el contaminante criterio PM10, no sobrepasaron el nivel permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS ( $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un periodo de 24 horas).

Con relación al modelo de dispersión realizado por el (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022) para las actividades constructivas la Línea 1 del Metro de Bogotá (ver Figura 66), la concentración máxima obtenida para la modelación de dispersión de material particulado PM10 es de  $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la cual está por debajo del nivel permisible de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

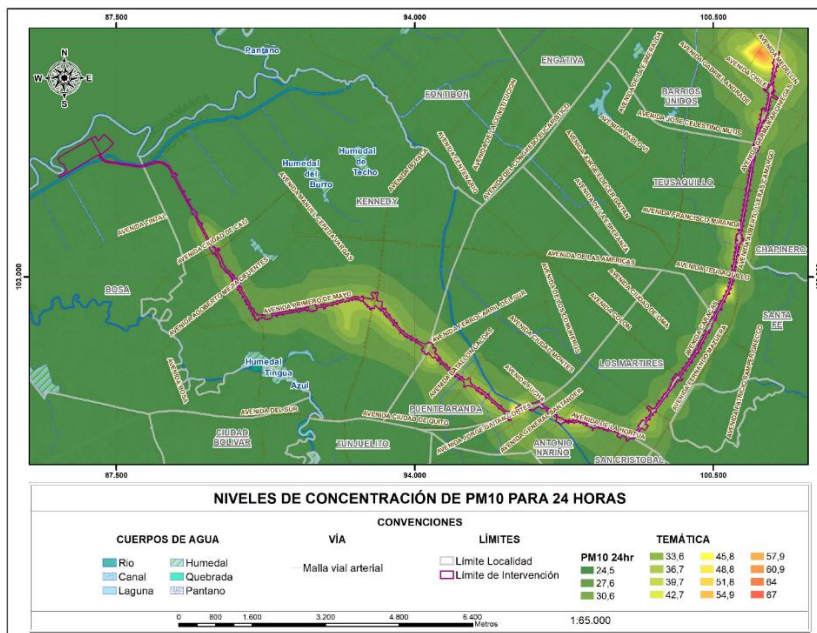


Figura 67 Niveles de concentración de PM10 para 24 horas

Fuente: (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022)

Con relación al modelo de dispersión la concentración máxima obtenida para la modelación de dispersión de material particulado PM2,5 es de  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la cual está por debajo del nivel permisible de  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ver Figura 67).

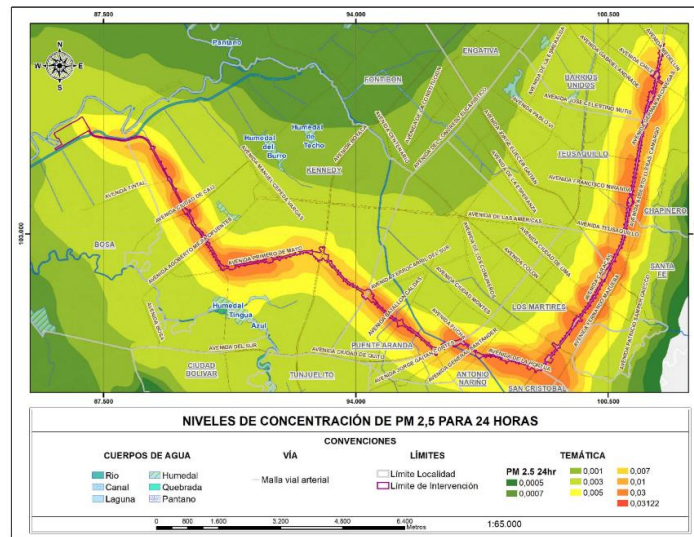


Figura 68 Niveles de concentración de PM<sub>2,5</sub> para 24 horas

Fuente: (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022)

Por otra parte, los resultados del modelo para el contaminante monóxido de carbono (CO) ilustra un comportamiento de dispersión similar al observado para el modelo de PM<sub>10</sub>, tal como se presenta en la Figura 68, donde el máximo nivel de concentración se aproxima a los 16000 µg/m<sup>3</sup>, el cual es inferior a los 35000 µg/m<sup>3</sup> estipulados como máximo nivel permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017.

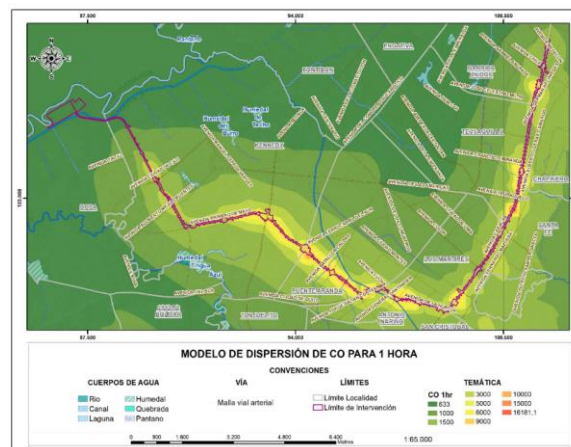


Figura 69 Modelo de dispersión de CO para 1 hora

Fuente: (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022)

Con relación a la dispersión para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), la concentración inferior al límite permisible de 200 µg/m<sup>3</sup> establecido en la Resolución 2254 de 2017 se encuentra en el búfer más amplio

del área de influencia abiótica que corresponde a la franja de 600 metros, por lo tanto, dentro de esta franja no se estima que se exceda el límite permisible (Ver Figura 69).

Finalmente, el modelo de dispersión para el contaminante criterio SO<sub>2</sub> para 1 hora de exposición, presenta un comportamiento de dispersión similar al observado en el modelo de CO, como se observa en la Figura 70. La concentración máxima para el modelo fue de 80 µg/m<sup>3</sup>, el cual es inferior a los 100 µg/m<sup>3</sup> límite de la Resolución 2254 de 2017.



Figura 70 Modelo de dispersión de NO<sub>2</sub> para 1 hora

Fuente: (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022)

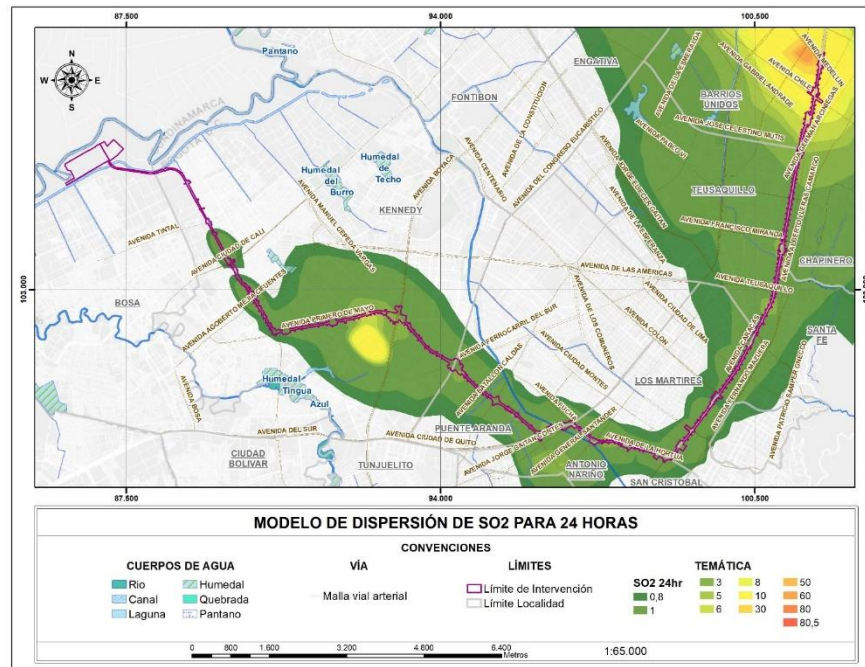


Figura 71 Modelo de dispersión de SO<sub>2</sub> para 1 hora

Fuente: (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022)

Teniendo en cuenta que las concentraciones de contaminantes (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) en los modelos de dispersión realizados no exceden los niveles máximos permisibles; y basados en que, la mayoría de los días monitoreados no superaron los niveles máximos para cada uno de los contaminantes, se considera que el All definitiva para calidad del aire es la misma área de directa intervención por las actividades del proyecto.

#### 5.1.2.1.3.2 Ruido

El área de influencia definitiva se realizó mediante el mismo ejercicio de definición de área de influencia preliminar (ver numeral anterior), de acuerdo con el modelo de ruido que se generó para la actualización del EIAS a cargo de (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022) según el cual, presenta un escenario crítico donde las áreas de construcción dentro del área de intervención tendrían unos niveles de presión sonora de 75 dBA. A partir de este valor se implementó la ecuación de decaimiento para evaluar la distancia a la que los niveles de presión sonora se atenúan de acuerdo con la distancia que se evalúe. Para el caso puntual, la ecuación de decaimiento indica que, a **64 metros** los niveles de presión sonora estarían en 44,89 dBA, inferior a los 45 dBA que indica cómo máximo permisible en la (Resolución 627 de 2006, 2006), para el sector más restrictivo.

Sin embargo, en la definición del All definitiva se optó por tener en cuenta el escenario más crítico, que corresponde al evaluado en el EIAS realizado por el (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), por lo tanto, el All está definido dentro del radio de emisión y acotado a las manzanas

aferentes al búfer de **84 metros** (ver Figura 72).

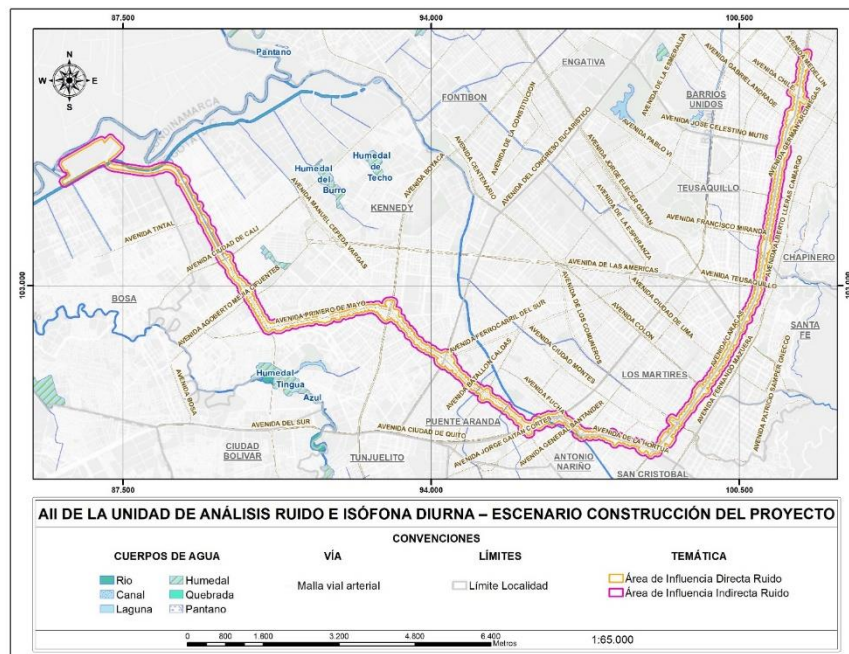


Figura 72 AII de la Unidad de Análisis Ruido e Isófona Diurna – Escenario Construcción del Proyecto PLMB

Fuente: (Consortio Ambiental Metro de Bogotá, 2022)

#### 5.1.2.2 Áreas de influencia Medio Biótico

En el mismo sentido, la definición del área de influencia definitiva del medio biótico se realizó teniendo en cuenta los impactos significativos que se identificaron en el estudio, en la Tabla 14 se presentan los impactos significativos identificados para el proyecto, teniendo en cuenta los componentes flora y fauna y los aspectos definitorios a partir de dichos impactos.

Tabla 14 – Impactos significativos del medio biótico

Componente	Impacto	Importancia	Significativo	Sinérgico y acumulativo	Aspecto Definitorio
Flora	Modificación de las Coberturas vegetales y/o zonas verdes	Moderado	Si	Si	Cobertura de la tierra
Flora	Afectación a especies vegetales en veda	Moderado	Si	Si	



Componente	Impacto	Importancia	Significativo	Sinérgico y acumulativo	Aspecto Definitorio
Flora	Afectación a la Estructura Ecológica Principal	Moderado	Si	Si	Estructura Ecológica Principal
Fauna	Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre	Moderado	Si	Si	Áreas de conectividad espacial
Fauna	Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre	Moderado	Si	Si	Home range de las especies
Fauna	Afectación de hábitats	Moderado	Si	No	Intervención de hábitats de fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Para la definición del área de influencia definitiva del componente biótico se tuvo en cuenta la evaluación de los impactos asociados al componente flora y fauna, los cuales consideran las afectaciones de las actividades del proyecto con la alteración de los hábitats de la estructura faunística y de las coberturas vegetales existentes. En cuanto a los impactos asociados al componente flora, se tuvo en cuenta principalmente la estructura ecológica principal que se encuentra dentro del área de influencia, donde se encontró que las alteraciones que se puedan dar por las actividades constructivas y de remoción de coberturas vegetales. Cabe resaltar que, las coberturas de la tierra que se impactan por la materialización del proyecto corresponden principalmente a territorios artificializados, principalmente a zonas urbanizadas. Por lo anterior, los impactos que se evaluaron tienen una afectación sólo dentro del área de influencia directa y no implicarían una ampliación del área de influencia definitiva.

Por otra parte, para el componente fauna se tuvieron en cuenta los impactos de cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre y afectación de hábitats, los cuales van ligados directamente con la modificación de coberturas de la tierra y las perturbaciones al hábitat que actualmente ocupa la fauna silvestre urbana, esto relacionado principalmente con la remoción y el descapote necesario para completar los trabajos. De igual forma, a partir de la caracterización de fauna silvestre realizada para el proyecto se identificaron hábitats de importancia para la fauna y de manera específica para las poblaciones de especies en categoría especial, los cuales fueron un factor determinante para la delimitación del área de influencia indirecta, a saber: en el hábitat de humedal y zona pantanosa identificado en el WF2 se registró una especie de ave endémica para el departamento, que corresponde a la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*), En las zonas de rondas de cuerpos de agua se registraron especies como *Ardea alba*, *Bubulcus ibis* y *Sayornis nigricans* las cuales tienen una afinidad por esta cobertura y se desplazan a lo largo de la ronda del río como lo es el

Rio Fucha y el Rio Bogotá cercano al frente de obra de Patio taller, en dicho frente de obra predominan las zonas de tierras desnudas y áreas de pastos. Por otro lado, la especie *Dendrocygna autumnalis* incluida en el apéndice III de CITES se reportó en el parque ciudad montes, de ahí su inclusión dentro del área de influencia a pesar de la distancia desde el área de intervención directa del proyecto. En el predio Gibraltar se registraron especies como *Sturnella magna* y *Asio flammeus*, los cuales se encuentran como Casi amenazada (NT) de acuerdo con la lista roja de la IUCN y en el apéndice II de CITES respectivamente. Por último, en la cobertura de parques urbanos se reportaron más de 40 especies de fauna (aves y mamíferos) forrajeando, alimentándose, haciendo uso de los recursos de dicho hábitat.

Para el caso de las WF5 y WF6 que corresponden a la Avenida Caracas y dentro del corredor son las zonas que actualmente presentan muy pocos elementos arbóreos y el suelo se encuentra endurecido casi en su totalidad en los separadores viales y todas las áreas asociadas a la red vial; adicionalmente no se observaron especies en categoría especial (endémicas y/o en categoría de amenaza); por lo cual, la delimitación del área de influencia para estos WF se restringe en su mayoría a los sectores cercanos al área de influencia directa, utilizando las vías principales y edificaciones teniendo en cuenta que estas se convierten en barreras para la movilidad de la fauna silvestre.

Lo anterior demuestra la importancia de estas zonas para las especies de fauna silvestre y su relevancia para el establecimiento del AII biótica del proyecto.

Adicionalmente teniendo en cuenta los resultados de los muestreos de fauna silvestre realizados en campo, para la fauna registrada se observa una importante correlación con hábitats específicos (ver Tabla). En primer lugar, las mayores abundancias fueron registradas en los hábitats de pastos limpios y arbolados con índices de riqueza alfa de 0,8547 y 0,8426 según el índice de Simpson y de 2,233 y 2,037 según el índice de Shannon, estos hábitats presentan la mayor abundancia registrada y una dominancia baja permitiendo que el índice de riqueza alfa calculado se encuentre entre los más altos, estos hábitats tienen en común el ser de los menos intervenidos urbanísticamente al encontrarse ubicados al inicio del proyecto y además están asociados a elementos del sistema hídrico de la EEP (Canal Cundinamarca) y al Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá también perteneciente a la EEP.

Consecuentemente, los hábitats de Rondas de cuerpo de agua urbanas (Simpson: 0,8039; Shannon: 2,03) y Humedales y zonas pantanosas (Simpson: 0,7835; Shannon: 1,852), también se ubican con un índice de riqueza alfa alto, en primer lugar las zonas de ronda en gran parte cuenta con una cantidad de elementos arbóreos significativa y se convierten en áreas clave para el desarrollo y subsistencia de las poblaciones de fauna silvestre, adicionalmente el polígono perteneciente al humedal la Vaca a pesar de tener una extensión muy reducida y encontrarse inmerso en la matriz urbana, brinda condiciones únicas en el sector siendo el único espejo de agua de estas características en cercanías al proyecto, lo que genera que diversas especies hagan uso de los recursos que ofrece disminuyendo así la dominancia y favoreciendo un registro de diversidad alto.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y siendo estos los hábitats más conservados dentro de una matriz totalmente urbanizada y por lo tanto lo hábitats que están brindando recursos importantes tanto a

especies generalistas como a algunas especies con requerimientos de hábitat más específicos, es así como se constituyen como uno de los hábitats determinantes a la hora de establecer el área de influencia del componente, mientras que las vías (Red vial) especialmente las vías principales se constituyen en una barrera física evidente para la movilidad de la fauna silvestre.

Tabla 15 – Riqueza de especies registradas en los hábitats dentro del área de influencia biótica

Cobertura	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Individuos
Pastos Limpios	0,1453	0,8547	2,233	214
Pastos Arbolados	0,1574	0,8426	2,037	36
Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas	0,1961	0,8039	2,03	940
Humedales y zonas pantanosas	0,2165	0,7835	1,852	182
Ciudad Capital	0,2639	0,7361	1,819	1482
Otras zonas verdes urbanas	0,2675	0,7325	1,751	585
Ríos	0,2963	0,7037	1,442	18
Parques Cementerios	0,3093	0,6907	1,53	54
Parques Urbanos	0,3348	0,6652	1,753	3784
Zonas Comerciales	0,3436	0,6564	1,346	77
Terrenos asociados a la red vial	0,3609	0,6391	1,403	214
Separadores Viales	0,4296	0,5704	1,195	1355

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Caso contrario a los hábitats abordados anteriormente lo presentan los separadores viales los cuales, a pesar de presentar una abundancia absoluta alta con 1355 individuos registrados, las especies que hacen uso de este hábitat son pocas presentándose una alta dominancia de la especie *Zenaida auriculata* lo que resulta en índices de riqueza bajos (Simpson: 0,5704; Shannon: 1,195), sin embargo estos hábitats tienen la particularidad de convertirse en zonas de importancia para la reproducción de dicha especie por lo cual también se tuvieron en cuenta durante la delimitación del All.

Con base a lo anterior y teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos será dentro del área de intervención del proyecto, el área de influencia definitiva del medio biótico se presenta en la Figura 73.

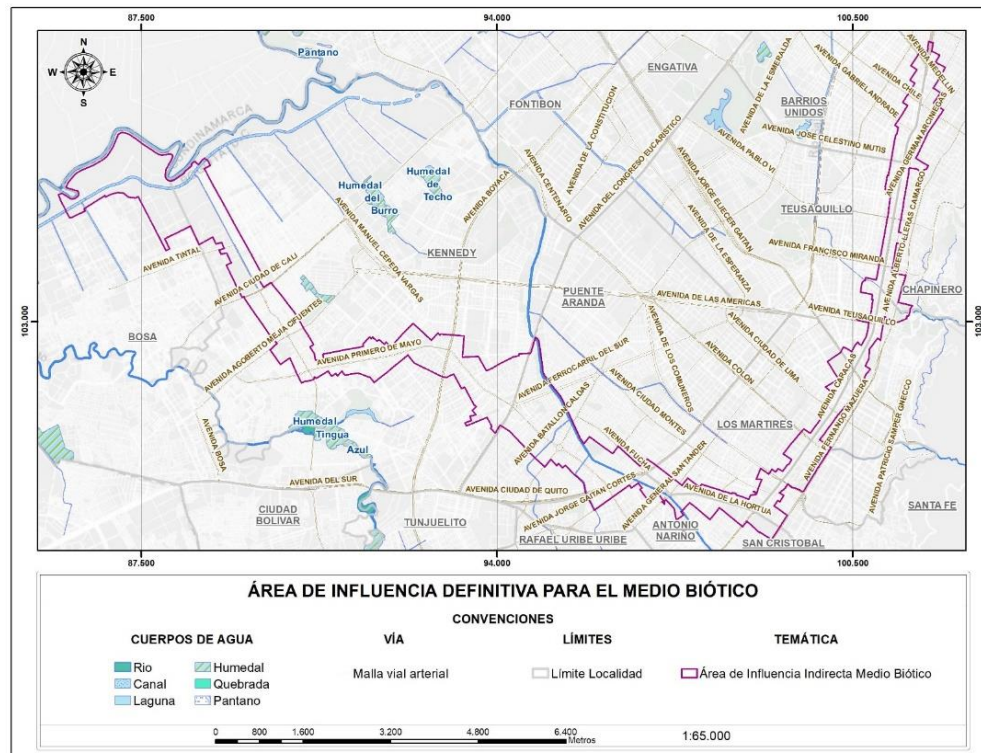


Figura 73 Área de influencia definitiva para el medio biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Finalmente, como se menciona en este apartado, dentro de la delimitación del área de influencia se incluyó la zona del patio taller; no obstante, es de importancia mencionar que este sector hace parte de las zonas intervenidas por las obras tempranas y en consecuencia ya se encuentra desprovista de vegetación y los hábitats naturales de la fauna silvestre ya se encuentran afectados. Sin embargo, teniendo en cuenta la importancia de la zona, se tuvo en cuenta para la espacialización del área de influencia la caracterización de fauna realizada para las actividades tempranas la cual se realizó en las condiciones originales de la zona en el marco del Plan de manejo ambiental y social para las actividades tempranas (Patio taller).

### 5.1.3 Resultados Áreas de influencia definitivas por medios

La Figura 74 representa las áreas de influencia definidas para cada uno de los medios, donde se podrán materializar los impactos ocasionados por las actividades del EIAS. A continuación, en la Tabla 16, se presenta el total de hectáreas que define las áreas de influencia para cada medio.

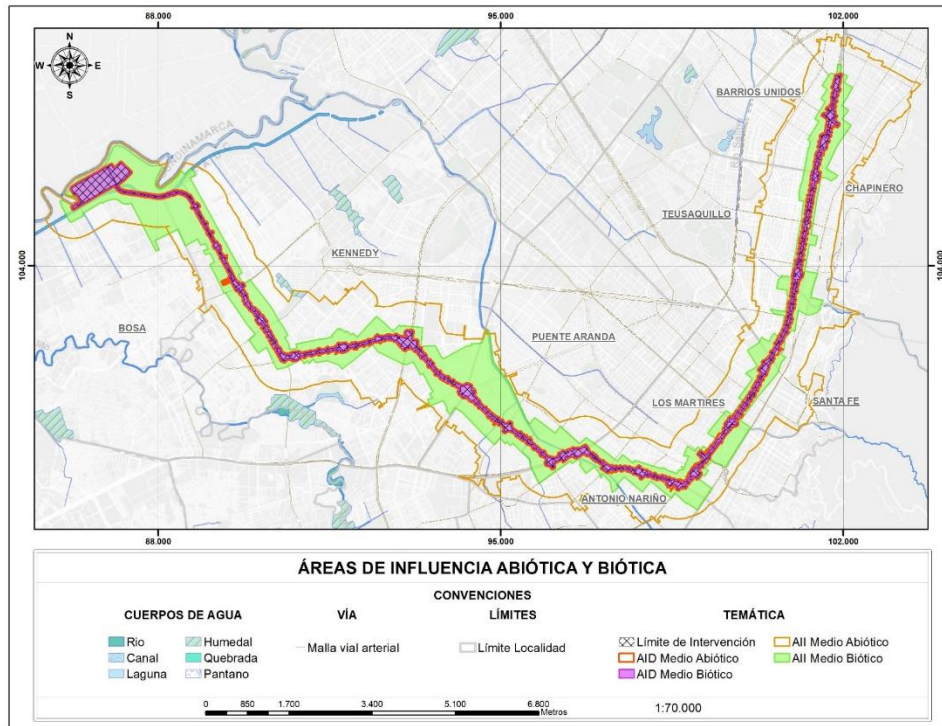


Figura 74 Áreas de Influencia por medios

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la siguiente figura se representan las áreas de influencia resultantes (AID y AII) de ambos medios.

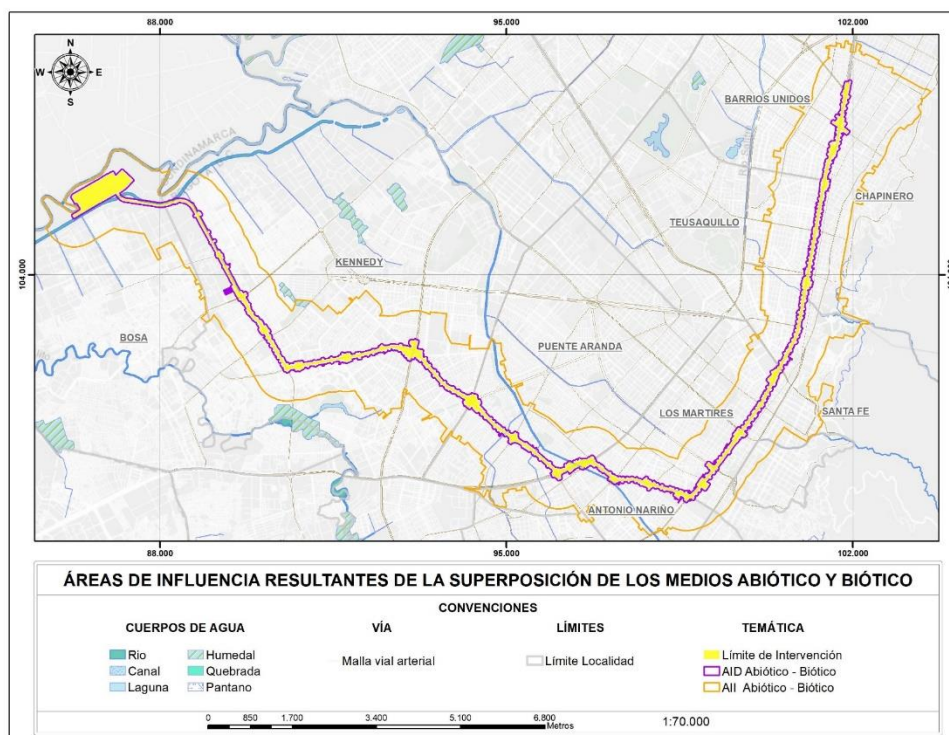


Figura 75 Áreas de Influencia resultantes de la superposición de los medios abiótico y biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 16 – Áreas de Influencia para Cada Medio

Medio	Área de Influencia Directa (Ha)	Área de Influencia Indirecta (Ha)
Abiótico	407,39	3889,84
Biótico	200,15	1523,24
Abiótica-Biótica	407,39	3917,35

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L 1, 2022

En el caso del área de influencia directa biótica (AID) esta cuenta con un área mayor al AID abiótica debido a que la delimitación se realizó extendiendo el área hasta el límite de la cobertura vegetal particularmente en la zona de patio taller.

## 5.2 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO

Para asegurar la adecuada gestión de los impactos y riesgos generados durante la implementación del proyecto, en el desarrollo del presente capítulo se da cumplimiento a la Política de Gestión de Riesgo de Desastres Naturales (OP-704) del BID de tal forma que se introduce la noción de la prevención de desastres en etapas temporales relacionadas con esos sucesos antes, durante y después de estos.

Asimismo, la Política OP/BP 4.11 sobre los Recursos Físicos y Culturales del Banco Mundial, es una de las políticas que se encuentra asociada para la caracterización del medio abiótico, con el fin de identificar el estado actual de los recursos físicos y así evitar o mitigar los impactos adversos sobre los recursos culturales físicos del proyecto. Por último, se da cumplimiento a la Política de Prevención y reducción de la contaminación del BEI para prevenir, minimizar y mitigar los impactos negativos sobre la salud de las personas, la biodiversidad y los ecosistemas, causados por operaciones públicas y privadas financiadas.

Es preciso señalar que, la caracterización para la Actualización del EIAS es realizada siguiendo los lineamientos del (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)) – Apéndice Técnico 15. A continuación, se describen los componentes para la caracterización:

### 5.2.1 Componente Geosférico

#### 5.2.1.1 Geología

##### 5.2.1.1.1 Caracterización del Área de influencia indirecta – All

La Ciudad de Bogotá se encuentra en el extremo suroriental de la región de la Sabana de Bogotá, tiene una altitud aproximada de 2600 m.s.n.m., con una extensión del orden de los de 4500 km<sup>2</sup> y se localiza en la parte central de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos.

Desde el punto de vista geológico, la Sabana de Bogotá es una extensa cuenca de intramontaña formada de manera contemporánea con el ascenso de la Cordillera Oriental, desde inicios del Mioceno hasta finales del Plioceno. La cuenca de la Sabana de Bogotá era inicialmente una gran laguna, que inició su colmatación y subsecuente desecación, hace aproximadamente 30000 años.

El proceso comenzó con el depósito de secuencias predominantemente aluviales y prosiguió con secuencias lacustres. El depósito fluvio-lacustre cuaternario de la Sabana de Bogotá alcanza en la parte central un máximo del orden de los 400 m, apoyándose discordantemente sobre una secuencia de rocas sedimentarias con edades del Cretácico y el Terciario (Paleógeno y Neógeno). Las rocas del basamento afloran tanto en los cerros que la bordean, como en los que se encuentran a su interior.

La zona correspondiente a la superficie plana de la Sabana de Bogotá se desarrolla sobre depósitos cuaternarios diferenciados en Complejo de Conos, Formación Sabana, Depósitos de Llanura de Inundación y Depósitos Coluvión. La secuencia de rocas sedimentarias del basamento de la cuenca de la Sabana de Bogotá, como consecuencia de la tectónica compresiva que dio origen a la Cordillera Oriental, se encuentran plegada y fallada. El tren estructural de dirección general NNE-SSW, está



conformado predominantemente por anticlinales estrechos y sinclinales amplios, en general limitados por fallas de cabalgamiento definidas por la falta de registro estratigráfico. De igual manera se observan especialmente al sur de la Sabana de Bogotá, fallas transversales de desplazamiento lateral izquierdo, de dirección WNW-ESE, consideradas consecuencia de un estilo estructural heredado.

La intersección de estos dos sistemas de fallas aproximadamente perpendiculares da lugar a la división del substrato terciario y cretácico en una serie de bloques con movimientos diferenciales entre ellos, originando una serie de “horst y graben” donde la zona de horst se corresponde con la zona de relieves altos y la zona de graben con la llanura de la Sabana de Bogotá. Las rocas que afloran al interior de la zona plana de la sabana se encuentran plegadas conformando los anticlinales como los de Bogotá y Suba, al igual que sinclinales como los de Usme-Tunjuelo y Suba, afectadas por las fallas de El Cabo y Bogotá, de dirección NNESSW y buzamiento al oriente, al igual que por las fallas Usaquén-Juan Amarillo, San Cristóbal, Facatativá, Santa Bárbara y Mochuelo, de dirección NNE-SSW.

Mediante la identificación de formaciones geológicas en la etapa de pre - campo y campo, fue posible verificar que, la estratigrafía regional en el área del proyecto corresponde a rocas con edades del Cretácico superior, Paleógeno y Neógeno diferenciadas en las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor-Tierna, Guaduas, Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. La zona correspondiente a la superficie plana de la Sabana de Bogotá se desarrolla sobre depósitos cuaternarios diferenciados en Complejo de Conos, Formación Sabana, Depósitos de Llanura de Inundación y Depósitos Coluvión.

En la Figura 76 se muestra la geología Regional del Área de influencia Indirecta anteriormente descrita.

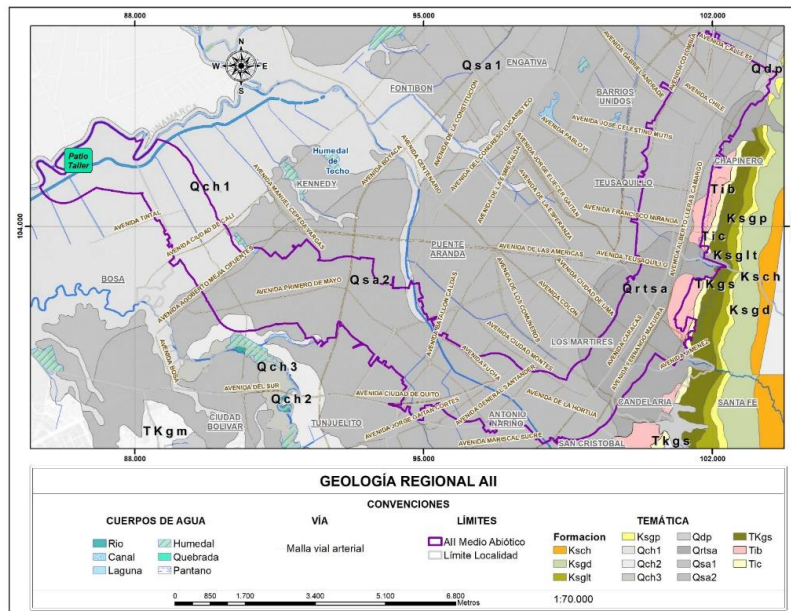


Figura 76 Geología Regional AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.1.1.1.1 Unidades del cretácico

En la siguiente tabla se describen las unidades geológicas del cretácico (formaciones del Grupo Guadalupe):

Tabla 17 – Formaciones de la Unidad Cretácico

Formación	Ubicación	Descripción
Formación Arenisca Dura (Ksgd)	Se encuentra en el cerro El Cable	<p>La base de la formación consiste en: capas tabulares, de cuarzo arenitas finas; con laminación ondulosa o flaser y cemento silíceo.</p> <p>La parte superior de la unidad se compone principalmente de cuarzo arenitas de grano muy fino.</p> <p>En la ascensión estratigráficamente las arenitas conforman secuencias grano crecientes, que inician con grano muy fino y pasan gradualmente a grano fino y medio, con un intenso moteado de óxidos de hierro, posiblemente producto de alteración de glauconita.</p>
Formación Plaeners (Ksgp)	definida en el cerro localizado entre las quebradas Rosales y La Vieja	<p>Formación Arenisca Dura en contraste con las arcillolitas silíceas y liditas de la Formación Plaeners, conformada principalmente por porcelanitas, limolitas y arcillolitas.</p> <p>A lo largo de toda la formación y en especial hacia la base y hacia el tope, se encuentran interpuestas capas tabulares y algunas cuneiformes</p>
Formación Arenisca de Labor y Tierna (Ksglt)	se encuentra entre las quebradas La Vieja y El Higuerón	<p>Predominan el cuarzo arenitas, las cuales ocurren en capas tabulares o lenticulares; Las arenitas son deleznales, con esporádicos fragmentos líticos, localmente con nódulos ferruginosos al tope de algunas capas y evidencia de disolución de fosfatos y foraminíferos.</p> <p>Finalmente, a lo largo de la unidad ocurren algunas intercalaciones de arcillolitas de color gris claro (localmente violeta, ocre y marrón) en láminas o capas muy delgadas con laminación plano-paralela (SGC, 2015).</p>
Formación Guaduas (Tkg)	la sección tipo se identificó en el municipio de Guatavita	<p>El sector Bogotá presenta un espesor máximo de 70 metros consiste en capas medias a muy gruesas de arcillolitas grises con laminación plano-paralela, algunas trazas de carbón y restos vegetales carbonizados, interestratificadas con lodolitas carbonosas de color negro y capas muy delgadas o láminas de carbón.</p> <p>Hacia la parte media de la unidad se encuentran arcillolitas en capas medias o gruesas con laminación plano-paralela y a veces lenticulares de color principalmente gris y en menor medida violeta, amarillo o marrón.</p> <p>El tope de la Formación Guaduas – Conjunto Superior (Tkgs), lo conforman capas muy gruesas y gruesas de arcillolitas localmente carbonosas, color marrón, gris, amarillo y violeta, con laminación plano-paralela; presentan láminas y capas muy delgadas de carbón y láminas de lodolitas y limolitas carbonosas.</p>

Formación	Ubicación	Descripción
		Como intercalaciones ocurren cuarzo arenitas de tamaño de grano muy fino y fino (esporádicamente grueso) en capas medias a delgadas, con fragmentos líticos oscuros, moderadamente calibradas y con granos subredondeados a redondeados, En el flanco occidental del Anticlinal de Bogotá, presenta un espesor de 324 m.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.1.1.1.2 Unidades del cuaternario

Las unidades del cuaternario identificadas son las indicadas a continuación.

Tabla 18 – Formaciones de la Unidad Paleógeno

Formación	Ubicación	Descripción
Formación Sabana (Qsa2)	Depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos en los valles que desembocan en ellas, y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera	Está constituida principalmente por arcillas, mientras que hacia el sector de Chía-Cota se encuentran (hacia el techo) intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas relacionadas con sedimentos de los ríos Frío y Bogotá; en la parte más norte del valle de Sopó-La Calera se encuentran intercalaciones de turba y arenas arcillosas al tope de la formación. Localmente, los dos metros superiores presentan un complejo de suelos formados por cenizas volcánicas. Este depósito es el resultado de la acumulación de sedimentos finos en un antiguo lago, con fluctuaciones en el nivel del agua: Hacia los bordes de esta cuenca sedimentaria se intercalan arcillas orgánicas, turba, arcillas arenosas y arenas (arcillosas).
Formación Río Tunjuelo (Qrtsa)	Paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos en los valles que desembocan en ellas	el espesor de la Formación Sabana se determinó en 320 m en el centro de la cuenca y 168 m al sureste de Bogotá. Está constituida principalmente por arcillas, mientras que hacia el sector de Chía-Cota se encuentran (hacia el techo) intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas relacionadas con sedimentos de los ríos Frío y Bogotá; en la parte más norte del valle de Sopó-La Calera se encuentran intercalaciones de turba y arenas arcillosas al tope de la formación. Localmente, los dos metros superiores presentan un complejo de suelos formados por cenizas volcánicas. Este depósito es el resultado de la acumulación de sedimentos finos en un antiguo lago, con fluctuaciones en el nivel del agua: Hacia los bordes de esta cuenca sedimentaria se intercalan arcillas orgánicas, turba, arcillas arenosas y arenas (arcillosas).
Formación Río Tunjuelo (Qrtsa)	Cuenca del Río Tunjuelo	tiene una edad estimada Pleistoceno y un espesor aproximado de 80 m., corresponde con secuencias de gravas con intercalaciones menores de arenas arcillosas, arcillas, arcillas orgánicas y arcillas turbosas; las gravas pueden mostrar gradación, los cantos son redondeados, con diámetros hasta de 40 cm. El ambiente de depósito corresponde con valles marginales de la cuenca de la Sabana conformados por sedimentos arenosos; las gravas

Formación	Ubicación	Descripción
		son depositadas en canales menores y a lo largo de ríos principales. Durante periodos cuando el lago se extendía desde el centro de la cuenca hacia estos valles, hubo sedimentación de materiales arcillosos y turbosos. Estos depósitos son de origen fluvial, forman abanicos aluviales explayados y aterrizados con suaves pendientes. En ciertas localidades los sedimentos constituidos por gravas pueden tener espesores de por lo menos 80 m (río Tunjuelo).
Formación Chía (Qch)	–	Definida por primera vez por (Helmens, 1990), de edad Holoceno y espesor aproximado de 5 m., corresponde con arcillas de inundación, en ocasiones moteadas grises y naranja y en áreas fangosas, arcillas orgánicas/diatomíticas (Qch1). Localmente pueden contener limos fluviales (Qch2). Conforman una cobertera delgada de limos fluviales sobre gravas de la formación Tunjuelo (Qch3). Pueden interpretarse como arcillas de inundación y localmente pueden tener origen coluvial-fluvial.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03 se encuentran las figuras de las formaciones de las unidades litológicas.

#### 5.2.1.1.1.3 Geología estructural

A nivel regional el área de influencia indirecta del proyecto está influenciada por las fallas de Facatativá – San Cristóbal, Bogotá y Santa Bárbara, descritas por el Servicio Geológico Colombiano e INGEOMINAS.

Muchas de las fallas existentes en la sabana son en sentido estricto, de origen neotectónicas, aunque no todas son activas, es decir, mecánicamente movibles de acuerdo con la velocidad y dirección del campo de esfuerzos actuante. En los alrededores de la sabana se presentan deformaciones de origen neotectónico, tal como en la Formación Tilatá de edad Pliocena.

En el relleno cuaternario de la Sabana de Bogotá, no se ha encontrado evidencias morfotectónicas de fallamiento activo, aunque algunos indicios morfológicos se detectaron en las fallas de Usaquén, Río Tunjuelito y en el sistema de Facatativá, sin embargo, el Servicio Geológico no reporta la evidencia de los mismos; no obstante al suroccidente de Bogotá se encuentra la Falla La Cajita, la cual afecta depósitos glaciares cuaternarios en el Páramo de Sumapaz y probablemente tiene asociado sismos históricos.

Estructuralmente la Sabana está dividida en regiones; la región central comprende el área situada sobre el eje de la Cordillera Oriental, donde se ubica la Sabana de Bogotá, allí se destacan las fallas de La Cajita, Río Tunjuelito, Bogotá, Usaquén y Facatativá – San Cristóbal. Los rasgos de posible origen neotectónico, identificados y analizados en esta región son relativamente escasos, si se compara con los existentes por ejemplo en los sistemas del Borde Llanero, Magdalena, Ibagué y Romeral. Con

excepción del sector del Páramo de Sumapaz y Valle del Río Tunjuelito, no se detectan rasgos de neotectónica en depósitos de edad reciente, ni evidencias de fallamiento activo (SGC, 2015).

La geometría de la cuenca de la Sabana de Bogotá corresponde a un sinclinorio en el que las rocas sedimentarias del Cretácico, Paleógeno y Neógeno que hacen parte del basamento sobre el cual se dispone discordantemente gran el relleno cuaternario de la Sabana, se encuentran plegadas, formando anticlinales angostos y sinclinales amplios, en general deformados por fallas longitudinales de cabalgamiento de dirección general NNE-SSW, con buzamiento al oriente y vergencia al occidente. Además de las fallas de cabalgamiento se presentan fallas verticales de dirección general WNW-ESE y ENS-SWS, que sirven como rampas laterales, a las que se le puede atribuir la conformación de bloques hundidos y levantados. En el sector suroriental de la cuenca, en los cerros orientales y del sur de la ciudad de Bogotá, afloran rocas del Cretácico superior de las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna, al igual que rocas del Cretácico superior y el Paleógeno de la Formación Guaduas, y rocas del Paleógeno de las formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. Estas rocas se encuentran afectadas por varias estructuras, dentro de las cuales cabe mencionar el anticlinal de Bogotá y los sinclinales de Usme-Tunjuelo y de Suba, al igual que las fallas de Bogotá, Río Tunjuelo, Mochuelo, Tunal, Facatativá-San Cristóbal y Santa Bárbara.

A continuación, se describen las fallas más representativas presentes en el área de influencia indirecta, la cuales se pueden ver en la Figura 75:

- ▶ Falla Facatativá- San Cristóbal: Un conjunto de fallas transcurrentes de dirección SE-NE que define el límite de la Sabana de Bogotá por el costado suroccidental. Se compone por fallas en distribución escalonada, de corta longitud, que se van relevando, desde Facatativá, Soacha hasta el río San Cristóbal, caracterizadas por tener movimiento lateral izquierdo. Comprende a las fallas de Facatativá, Soacha, El Mesón y San Cristóbal, las cuales se han catalogado potencialmente activas (INGEOMINAS, 1996). Los indicios neotectónicos son esencialmente drenajes alineados y algunas típicas presentes en rocas antiguas (silletas, valles lineales, interfluvios desplazados, facetas y lomos de obturación), elementos que sugieren probable edad de formación en el Plio – Pleistoceno, (SGC, 2015).
- ▶ Falla de Bogotá: Es una falla inversa, con un rumbo promedio de N10°E; muestra un salto menor en el sector de Monserrate que el que presenta hacia el sur, en la zona de Usme (SGC, 2015). La falla de Bogotá puso en contacto la Formación Plaeners con la Formación Guaduas.
- ▶ Falla de Santa Bárbara: De acuerdo con INEGETEC, 2018 pg., 20 (ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07/1). las proyecciones en superficie de las fallas Tunal, San Cristóbal y Santa Bárbara, que atraviesan la zona, no muestran evidencias de actividad reciente que hayan producido deformaciones en el depósito cuaternario de la Sabana, o al menos no hay información que indique lo contrario.

En cualquier caso, ninguna de las fallas o rasgos estructurales a nivel regional, se proyectan en los depósitos cuaternarios, los cuales actualmente cubren toda el área de estudio y parte de las unidades

de roca, siendo el depósito de mayor representatividad, la Formación Sabana con un espesor reportado de hasta 300m.

#### 5.2.1.1.1.4 Perfiles Geológicos de información antecedente

En el estudio (FOPAE & UNAL, 2011), definieron además varios perfiles geológicos con el fin de analizar secuencias litológicas de la ciudad de Bogotá. Razón por la cual a continuación se presentan las secciones más cercanas al trazado.

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03 y en la Figura 77 se presenta la ubicación en planta de dichos perfiles.

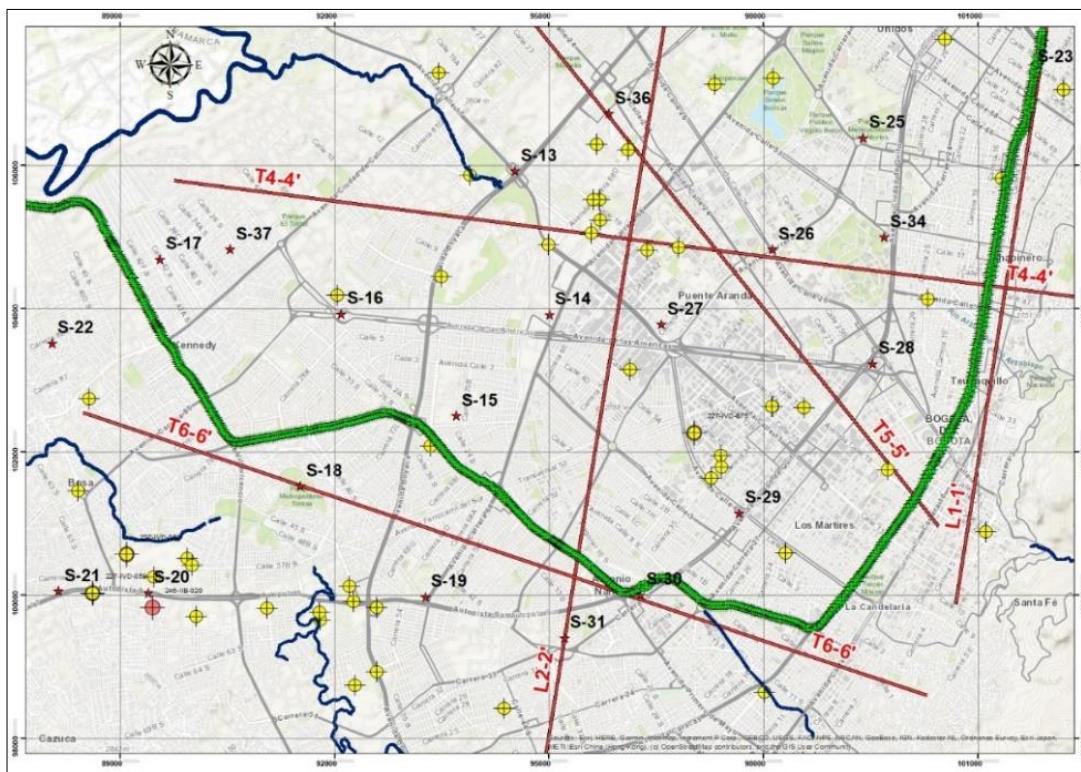


Figura 77 Localización de Perfil geológico transversal de Bogotá

Fuente: FOPAE & UNAL, 2011- Modificado WSP, 2021

Uno de los perfiles geológicos que recorre paralelamente el corredor del proyecto metro es el denominado T6-6´ (ver anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07/1). Allí se observa una alternancia entre arena arcillosa, arcilla arenosa, paquetes de arenas finas y arcillas con algunos lentes que son denominados de arcillas y turbas. Según (FOPAE & UNAL, 2011), los materiales allí caracterizados corresponden a la Formación Sabana, con un espesor aproximado (de acuerdo con el perfil T6-6´) de 160m.

Otro perfil que se encuentra cercano al corredor del proyecto corresponde al perfil L1-1´el cual de acuerdo con (FOPAE & UNAL, 2011), presenta hacia el techo una capa de arcilla media a blanda con

diferenciados lentes de arcilla orgánica, seguido de una capa de arena de grano medio a fino ligeramente arcillosa, finalmente hacia la base, describen arcillas semiduras a duras.

La unidad principal que constituye los materiales descritos, de acuerdo con lo señalado en el perfil corresponde a la Formación Sabana (Qsa), ver anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07/1.

Diseño en el marco del sistema integrado de transporte público, para la ciudad de Bogotá: De acuerdo con (Consortio L1, 2014), el perfil geológico definido para la zona en inmediaciones del portal Américas hace parte de suelos cuaternarios aluviales (Qtb) unidad que se correlaciona con la Formación Chía (Qch), la cual está definida en un ambiente de tipo aluvial. En el perfil la Figura 78, mencionan que a dicha unidad la infrayace la Formación Bogotá definida por limolitas, con un contacto discordante una profundidad estimada de 370m, sin embargo, en el mismo perfil identifican mediante un interrogante (?), que esta afirmación puede o no corresponder a dicha unidad.

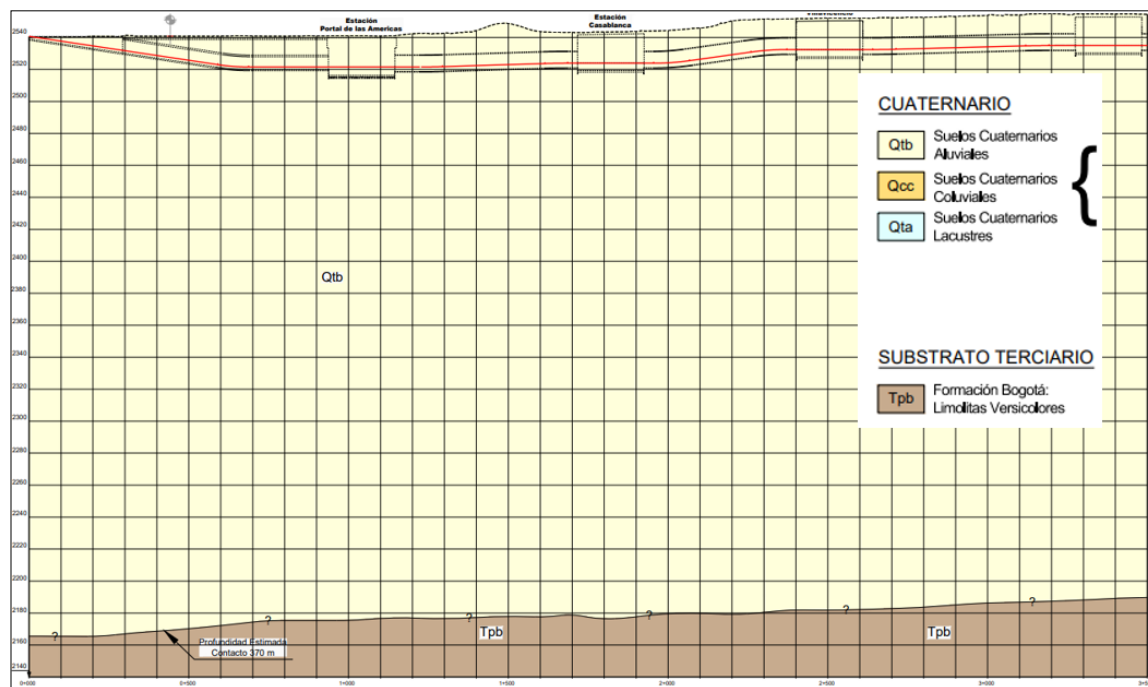


Figura 78 Perfil geológico transversal de Bogotá (L1 - 1')

Fuente: FOPAE & UNAL, 2011

#### 5.2.1.1.2 Caracterización del Área de influencia – AID

Para el levantamiento de la Geología del AID o Geología Local del proyecto, se tuvo en consideración los levantamientos de información realizados en la etapa de campo (ver anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07/7\_1), dónde se recolectó información primaria concerniente a los materiales sobre los que se encuentra constituido el proyecto. Dentro de esta información primaria se tienen los registros de perforaciones mecánicas realizadas durante la investigación del subsuelo y exploración

geotécnica, la cual es de vital importancia para la correlación de las unidades cartografiadas preliminarmente y para realizar proyecciones a profundidad de estas.

La evaluación geológica incluye el análisis de información antecedente y de referencia llevada a cabo tanto en la Sabana de Bogotá, como en la Ciudad de Bogotá, por diferentes entidades oficiales, como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), y el instituto Distrital de gestión de riesgos y cambio climático (IDIGER), así como a través del documento de estructuración técnica del metro de Bogotá (PLMB) e INGETEC, entre otros.

En el área de influencia directa como se observa en la Figura 79 (ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03), se encuentran los sedimentos que conforman las unidades denominadas Formación río Tunjuelito (Qrtsa), la Formación Sabana (Qsa2), al igual que los depósitos de la Formación Chía (Qch1) y depósitos de origen antrópico de menor tamaño y relevancia. Dichas unidades representan la parte superior de una secuencia estratigráfica que supra-yace formaciones como la Bogotá la que, cómo veremos adelante, no registra evidencias en profundidad dentro de la zona de estudio.

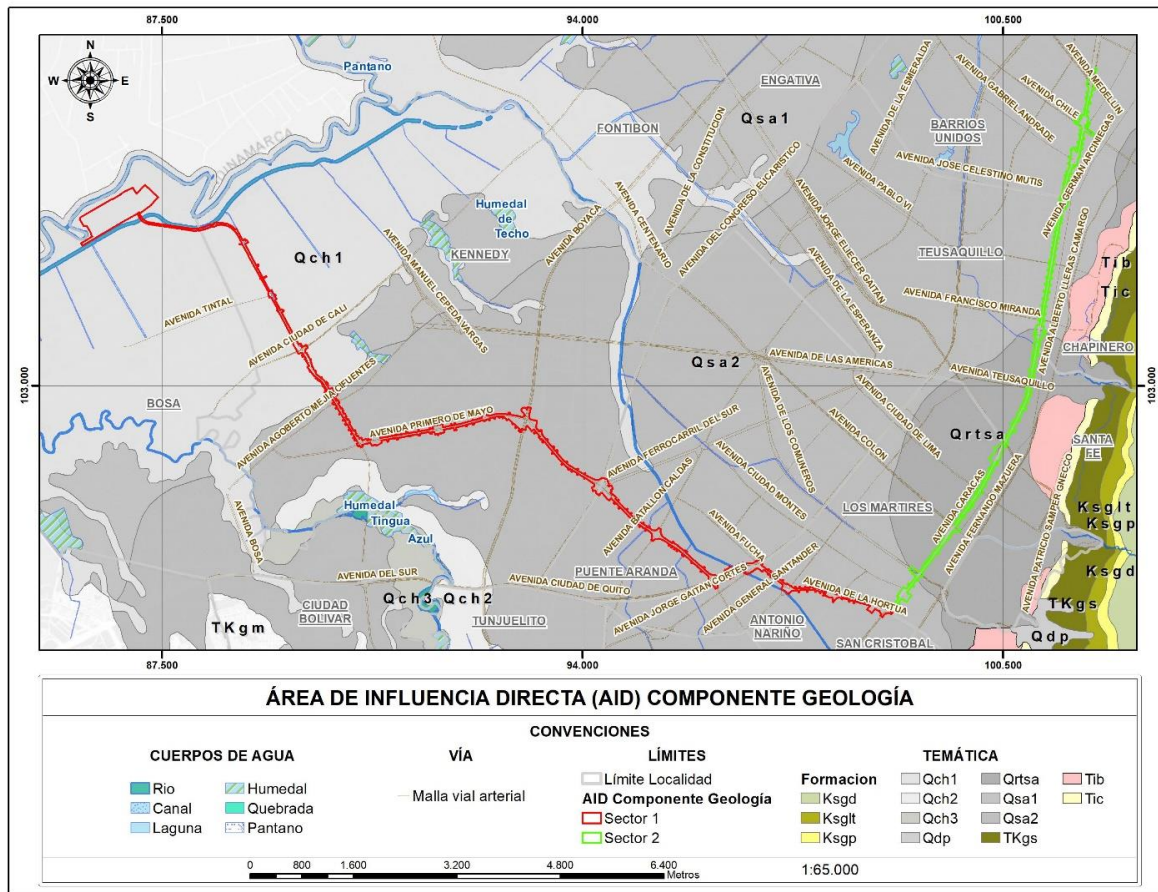


Figura 79 Área de Influencia Directa (AID) Componente Geología

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



De manera general, el proyecto fue dividido en seis (6) tramos o WF, como se expresa en la Tabla 19. No obstante, para la evaluación de las unidades geológicas y geomorfológicas locales se realizó una división en dos (2) sectores a lo largo de la extensión total del proyecto, esto con el fin de poder realizar una correlación adecuada de las unidades y su variación, ver siguiente tabla.

Tabla 19 –Tramos EIAS

Tramo	Longitud (km)	Área (Ha)	Abscisa	
			Desde	Hasta
Tramo 1	3.750	9,27	Km 0+000	Km 3+750
Tramo 2	4.050	25,65	Km 3+750	Km 7+800
Tramo 3	4.050	33,26	Km 7+800	Km 11+850
Tramo 4	4.200	30,31	Km 11+850	Km 16+050
Tramo 5	3.850	24,78	Km 16+050	Km 19+900
Tramo 6	3.950	26,92	Km 19+900	Km 23+850
Total	23850	150,19		

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 20 – Localización Tramos Evaluación Medio Abiótico

Sector	Abscisa Inicial	Abscisa Final
<b>Sector 1</b>	K0+000	K16+400
<b>Sector 2</b>	K16+400	K23+900

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

A continuación, se realiza una descripción más detallada de las unidades geológicas levantadas y cartografiadas en el área de influencia directa:

- ▶ Sector 1: Comprendido entre el inicio de la línea del metro y la Calle 26.
- ▶ Sector 2: Comprendido entre la Calle 26 y la Calle 80.

#### 5.2.1.1.2.1 Correlación de unidades

En la definición de unidades geológicas, se observó que existe una caracterización variada para los sedimentos que definen la zona, por tal razón se presenta la Tabla 21, que sintetiza las unidades y que son nombradas con diferentes denominaciones. Esto se realiza con el objetivo de establecer una única terminología.

De acuerdo con la información antecedente del (Servicio Geológico Colombiano, 2004), la (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), el Estudio Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá y Informe de Diseño Geotécnico de Cimentaciones del Proyecto (INGETEC, 2018), se puede concluir que las unidades del neógeno y cuaternario han sido cartografiadas con diferentes denominaciones, ajustadas a su edad cronológica y ambiente de deposición.

Para este estudio se ha hecho mayor relevancia a las formaciones de depósitos cuaternarios por ser unidades que se logran cartografiar mediante la exploración del subsuelo. Se menciona la Formación Bogotá, ya que esta ha sido diferenciada en exploraciones antecedentes que superan los 150 m de profundidad, y aunque la exploración actual no supera los 80 m a lo largo de todo el corredor, es pertinente mencionar la secuencia sedimentaria que infrayace, los depósitos cuaternarios objeto de este estudio.

Tabla 21 – Correlación de sedimentos que constituyen la Sabana de Bogotá

Serie de tiempo			Autor			
Era	Periodo	Serie/Época	PLANCHA 227, SGC,1998	PLANCHA 228 IA, SGC,1998	SDA 2012	INGETEC 2017
<b>Cenozoico</b>	Paleógeno	Paleoceno tardío	Formación Bogotá (Pgb)	Formación Bogotá (Rb4)	Formación Bogotá (Tib)	Formación Bogotá (Tpb)
<b>Cenozoico</b>	Cuaternario	Pleistoceno medio a tardío	Terraza alta (Qta)	Depósitos fluviolacustre (Stfl2)	Formación Sabana (Qsa1), (Qsa2).	Formación Sabana (Qsa)
		Pleistoceno	Complejo de Conos (Qcc)	No definido	Formación Río Tunjuelo (Qrtsa)	Complejo de Conos (Qcc)
		Pleistoceno tardío a Holoceno	Llanura aluvial (Qlla)/ Terrazas bajas (Qtb)	Terrazas Bajas (Stfl2)	Formación Chía (Qch1)	Depósito de llanura de inundación (Qlla)
		Depósitos antropogénicos	Material de Relleno de excavación (Qr)	No definido	No definido	No definido
		Depósitos antropogénicos	Relleno de basura (Qrb)			

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.1.1.2.2 Geología Sector 1 AID

El sector 1 parte desde el predio El Corzo dónde se encuentra Patio Taller, sigue a la Calle 43S con Carrera 95A en la Avenida ciudad de Villavicencio, continúa en la Avenida 1 de Mayo, atraviesa el Puente 1 de Mayo con Carrera 68, intersecta la Autopista Sur, la calle 8 sur y calle 1 hasta interceptar la Avenida Caracas.

La secuencia litoestratigráfica que define el Sector 1 está constituida por sedimentos relacionados con los ambientes de la cuenca de la Sabana de Bogotá, como lo son la Formación Sabana (Qsa), la Formación Chía (Qch) y la Formación Rio Tunjuelo (Qrtsa). Además, caracterizado por depósitos de tipo antrópico, como Rellenos de Excavaciones (Qr) y Rellenos de Basura (Qb). Las perforaciones realizadas que abarcan el Tramo 1 van desde PVDT 001 hasta PVDT 435.

Esta caracterización geológica está definida a partir de la exploración del subsuelo, y su validación con la cartografía existente, además de información oficial y de referencia, como se mencionó anteriormente.

A continuación, se describe cada uno de los depósitos del más antiguo al más joven.

► Formación Sabana (Qsa):

El (Servicio Geológico Colombiano, 2004), menciona que fue referenciada inicialmente por (HUBACH, 1957) y que comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas.

En el centro de la cuenca presenta aproximadamente 300 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes. La edad es inferior a 1 millón de años, perteneciendo al Pleistoceno Medio a Tardío. Los datos palinológicos indican que fue depositada en un lago (ambiente lacustre).

Para el Sector 1, esta unidad está definida a nivel general así: De techo a base una capa de arenas limosas color pardo gris, de grano fino y cuarzosa. Seguido de una capa arcillosa, que varía a arcillo limosa grisácea, este nivel suele presentar ocasionalmente arena de grano fino, la humedad y plasticidad de esta capa es media.

Se presentan arcillas con contenido de material orgánico. Posteriormente se presenta una capa lenticular de arenas limosas color café, pardo rojizo, de grano medio a fino, de humedad media, cuyas arenas son medianamente densas. Finalmente, hacia la base consiste en arcillas que alternan a arcillas arenosas, con niveles puntuales de arenas de grano fino.

A continuación, se presenta una columna litoestratigráfica tipo y generalizada de la Formación Sabana a lo largo del proyecto, ver Tabla 22.


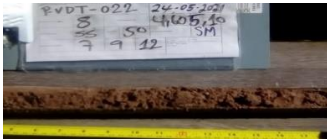



Esto con el fin de visualizar la secuencia litológica, y el espesor promedio de las mismas, cabe destacar que los espesores varían de una perforación a otra. y de un sitio a otro. La relación de esta columna es esquemática con el fin de conocer la tendencia a la disposición de los sedimentos dentro de dicha formación.

La Formación Sabana como se ha mencionado y de acuerdo con la exploración del subsuelo, consiste en arcillas generalmente grises, presenta además niveles de arena limosa, seguido de un nivel destacable de arcillas, con estratos de intercalaciones de arcillas y ocasionales lentes de arenas de grano fino algo limosas, así como arcillas con contenido de materia orgánica

Los sedimentos mostrados en la Tabla 23 se registran de forma generalizada, con el fin de mostrar gráficamente los materiales característicos de la Formación Sabana, en las perforaciones donde se evidenciaron condiciones litológicas similares para el Tramo 1. Para verificar algunos de los sedimentos aquí mencionados y de los materiales se relaciona la Tabla 22.

Es importante resaltar que la Formación Sabana a lo largo de todo el Sector 1, se encuentra infrayaciendo la Formación Chía.

Tabla 22 – Columna Registro fotográfico - Formación Sabana

Registro fotográfico	Perforación	Litología
	P-VDT-022	Material de relleno
	P-VDT-022	Arena limosa
	P-VDT-022	Arcilla
	P-VDT-039	Intercalaciones arenas y arcillas
	P-VDT-039	

Registro fotográfico	Perforación	Litología
	P-VDT-038	Arcillas con contenido de materia orgánica
	P-VDT-040	Arena limosa
	P-VDT-103	Arena limosa
	P-VDT-110	Arcilla
	P-VDT-110	Intercalaciones arenas y arcillas
	P-VDT-05 Carrera 80 E3	
	P-VDT-04 Carrera 80 E3	Arcillas con contenido de materia orgánica
	PVDT-297	Arena limosa

Registro fotográfico	Perforación	Litología
	PVDT-297	Arcilla
	PVDT-297	Arcillas con contenido de materia orgánica
	PVDT-297	Intercalaciones arenas y arcillas
	PVDT-297	
	PVDT-411	Arcilla
	PVDT-297	Arena limosa
	PVDT-412	Arcillas con contenido de materia orgánica
	PVDT-297	Intercalaciones arena limosa y arcillas
	PVDT-297	

Fuente: WSP, 2021

► Formación Chía (Qch):

De acuerdo con (Servicio Geológico Colombiano, 2004) la Formación Chía corresponde a sedimentos fluviales de inundación y de los cauces actuales, localizados a lo largo de los ríos principales que cruzan la Sabana, algo por debajo de la planicie general; está constituida principalmente por arcillas de color gris claro, oscuro y amarillo; localmente puede contener limos y arcillas orgánicas. Su espesor máximo puede alcanzar los 5.00 m.

Se pueden interpretar como arcillas de inundación de una edad Pleistoceno Tardío a Holoceno. Durante los últimos años, los ríos depositaron mayor cantidad de sedimentos limosos, principalmente en las regiones más áridas; están asociadas con erosión en las pendientes que rodean la Sabana en esas áreas secas, relacionadas con deforestación causada por el hombre.

Para (Carvajal, 2005), estos depósitos forman terrazas fluviales por erosión, son planas, de suave pendiente y son talladas por la acción de las corrientes fluviales actuales. Según (Servicio Geológico Colombiano, 2004) las características litológicas de la Formación Chía y factores como, granulometría, sedimentación diferencial y posición geográfica de la cuenca, están definidos como: Depósitos correspondientes a la parte baja y media de la cuenca (Stf1), constituidos predominantemente por arcillas y limos, y arcillas orgánicas, de colores gris, amarillo y naranja, de consistencia blanda.

Depósitos correspondientes a las partes media y alta de la cuenca (Stf2 y Stf3), conformados por materiales de granulometría fina a media gruesa: arcillas, limos, arenas finas, gravas, gravillas y ocasionalmente bloques redondeados; los materiales de granulometría media y gruesa se presentan hacia el techo de la secuencia y especialmente en los sectores de confluencia de los afluentes principales del río Bogotá. El espesor de los depósitos fluviales es de aproximadamente 5 metros y corresponden a la formación Chía, denominada por (Hammen, 1960).

Tabla 23 - Características geológicas de la Formación Chía

Unidad Geológica Superficial								
Tipo de material	Clase	Origen y composición	Color	Textura	Consistencia	Forma de los Clastos o granos	Condición de humedad	Densidad relativa
Unidad de suelo	Str1	Trasportado, fluvial; minerales arcillosos y limosos	Gris oscuro y claro, amarillo pálido	Arcillo-limosa	Blanda	Subredondeados y laminares	Húmedo; mojado en sectores	Suelta
Masa de Suelo								
Perfil del suelo			Estructuras		Discontinuidades		Unidad Geológica	

Masa de suelo uniforme; en superficie delgada capa de horizonte de suelo residual (IV) y orgánica.	Fisuras	No	Depósitos aluviales recientes y de llanuras de inundación. Formación Chía (Qch).
--	---------	----	--

Fuente: Servicio Geológico Colombiano. 2004. Modificado WSP, 2021

Este depósito de sedimentos fluviales, de acuerdo con la exploración del subsuelo y en términos generales para el Sector 1, consiste principalmente en arcillas. Hacia el techo se encuentra un nivel que corresponde a relleno antrópico de espesor aproximado de 1,6m, seguido de una capa de arcillas de alta plasticidad, color naranja con espesor aproximado de 2,1m.

Luego un nivel de arcillas a veces limosas que varía a un color amarillo claro, y hacia la base arcillas color gris claro, como se indica en la columna litológica tipo y generalizada que se relaciona a continuación, ver Tabla 24.

A continuación, se relaciona un registro fotográfico de forma generalizada con los sedimentos mencionados en este capítulo y en relación con el Tramo 1. La referenciación en este capítulo se hace con el fin de mostrar gráficamente los materiales tipo de la Formación Chía, en las perforaciones donde se evidencian condiciones litológicas similares entre perforaciones, ver Tabla 24.

Tabla 24 – Columna Registro fotográfico - Formación Chía

Registro fotográfico	Perforación	Litología
	PVDT-009	Material de relleno
	PVDT-028	Arcilla color naranja oscuro
	PVDT-009	Arcilla color naranja claro
	PVDT-009	Arcilla limosa gris



Registro fotográfico	Perforación	Litología
	<p>P-VDT-04 Carrera 80 E3</p>	<p>Arcilla moteada (color naranja oscuro, y gris)</p>
	<p>P-VDT-04 Carrera 80 E3</p>	<p>Arcilla limosa gris</p>

Fuente: WSP, 2021

► Formación Rio Tunjuelo (Qrtsa):

Esta unidad es definida por (Van der Hammen, 1990) con base en la litología por la presencia de sedimentos fluviales de grano grueso a lo largo de los ríos principales donde entran en la Sabana, en las áreas de llanuras de inundación, en diferentes niveles de terrazas fluviales. En parte corresponde a la Formación Tunjuelo denominada por Lobo Guerrero (1992), la que describe como un complejo de conos fluvio-Glaciares del río Tunjuelito, de los ríos San Cristóbal, San Francisco y Arzobispo, y Quebrada afluentes importantes y el cono del río Subachoche. Litológicamente la unidad está constituida por gravas, gravillas, arenas, limos y arcillas, con bloques de tamaño heterométrico.

De acuerdo con el (Servicio Geológico Colombiano, 2004), especialmente en los valles marginales se acumularon, gravas con intercalaciones menores de arenas y arcillas que sugieren acumulación a lo largo de los ríos principales durante los periodos más fríos del Pleistoceno. Durante los periodos más cálidos, se acumularon sedimentos arcillosos y turbosos que se encuentran hoy día intercalados entre las gravillas y arenas.

Estos sedimentos se han encontrado sobre rocas de la formación Marichuela en el río Tunjuelito y son recubiertas por una delgada capa de sedimentos finos de la formación Chía (HELMENS, K. & VAN der HAMMEN T, 1995). La edad asignada para este depósito es determinada por datos palinológicos y 14 C y le asignan una edad Pleistoceno para la parte más superior. Sin embargo, (VAN der HAMMEN, T, 2003), considera que toda la Formación río Tunjuelito cubre todo el Pleistoceno.

Para el área Tramo 1 este depósito está definido a nivel general así: Hacia el techo se encuentra una capa de relleno antrópico, seguido de un nivel principalmente arcilloso y algo arenoso. Luego se presenta una capa areno limoso, de grano medio a fino, moderadamente sorteado y denso, Posteriormente se presenta una capa de arcilla arenosa con contenido de gravas, el material arcilloso se observa húmedo y de consistencia blanda a muy blanda. Presenta además un estrato areno limoso que se caracteriza por presentar ocasionales gravas y bloques corroborando la condición heterométrica, característica textural que lo hace consistente con la litología típica de la Formación Rio Tunjuelo. El

siguiente nivel corresponde a arcilla arenosa color gris claro a oscuro de consistencia media, con guijarros y gravas subangulares, ocasionalmente húmedo.

A continuación, se presenta una columna litoestratigráfica tipo y generalizada de la Formación Rio Tunjuelo a lo largo del proyecto, ver Tabla 25. Esto con el fin de visualizar la secuencia litológica, y el espesor promedio de las mismas, cabe destacar que los espesores varían de una perforación a otra. y de un sitio a otro. La relación de esta columna es esquemática con el fin de conocer la tendencia a la disposición de los sedimentos dentro de dicha formación.

Con el fin de verificar algunos de los sedimentos anteriormente mencionados y de los materiales que definen la formación, se presenta la Tabla 25.

Tabla 25 – Columna Registro fotográfico Formación Tunjuelito

Registro fotográfico	Perforación	Litología
	PVDT-429	Arcillas y gravas.
	PVDT-429	Arena limosa, gravas, gránulos y guijarros.
	PVDT-429	Arcillas con contenido de materia orgánica

Fuente: WSP, 2021

► Relleno antrópico (Relleno de basura (Qb) y de excavación (Qr)):

Desde el concepto definido por él (Servicio Geológico Colombiano, 2004), estos depósitos son el resultado de acciones antrópicas para la adecuación de terrenos en el desarrollo urbanístico, principalmente en zonas pantanosas y deprimidas, donde el material utilizado es el sobrante sacado de las excavaciones. Y, además, en zonas como el predio Gibraltar están conformados por desechos sólidos que produce la ciudad y que se han concentrado sobre lechos relativamente impermeables, previamente excavados, ver Tabla 26.

Tabla 26 – Columna - registro fotográfico depósitos antrópico

Registro fotográfico	Perforación	Material
	PVDT-042	Relleno de basura
	PVDT-040	Relleno excavación

Fuente: WSP, 2021

A continuación, en la Figura 80 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03) se presenta el mapa de geología local del Sector 1 dónde se relacionan las unidades identificadas y caracterizadas, así como las perforaciones que fueron utilizadas a la hora de la caracterización geotécnica y de las propiedades de los materiales mostradas previamente.

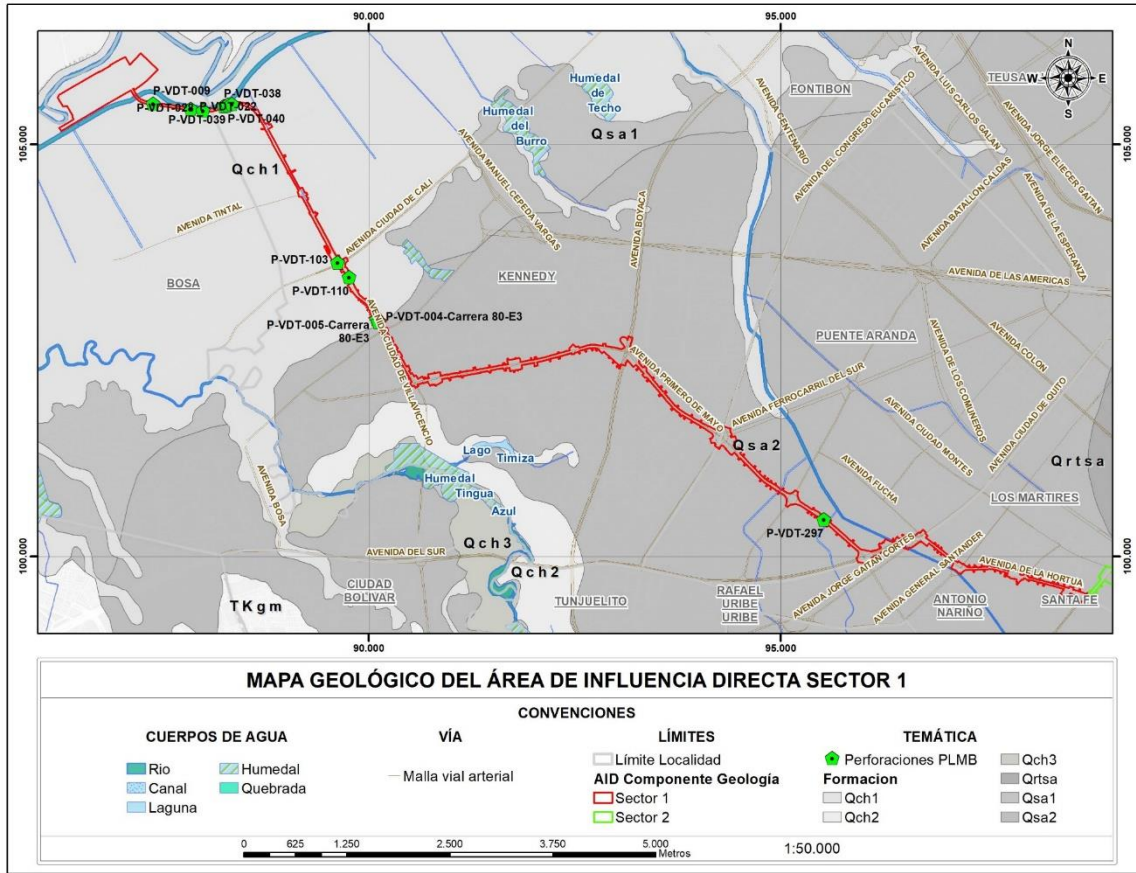


Figura 80 Mapa Geológico del Área de Influencia Directa Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.1.1.2.3 Geología Sector 2 AID

La caracterización geológica local para el Sector 2 está definida a partir de la exploración del subsuelo mediante las perforaciones ejecutadas a lo largo del corredor del proyecto Metro.

La evaluación geológica incluye el análisis de información antecedente y de referencia llevada a cabo tanto en la Sabana de Bogotá, como en la Ciudad de Bogotá, por diferentes entidades oficiales, como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), y el instituto Distrital de gestión de riesgos y cambio climático (IDIGER), así como a través del documento de estructuración técnica del metro de Bogotá (PLMB) e INGETEC, entre otros.

La secuencia litoestratigráfica que se define en el Sector 2 está constituida por sedimentos relacionados con los ambientes de la cuenca de la Sabana de Bogotá, como lo son la Formación Sabana (Qsa), y la Formación Río Tunjuelo (Qrtsa). Tramo 2 se encuentra entre las abscisas K16+400 + K23+900, perforaciones PVDT 436 – PVDT 525.

Esta caracterización geológica está definida a partir de la exploración del subsuelo, y su validación con la cartografía existente, además de información oficial y de referencia, como se mencionó anteriormente.

A continuación, se relacionan los depósitos cuaternarios mencionados cronoestratigráficamente (del más antiguo al más joven).

► Formación Sabana (Qsa):

El (Servicio Geológico Colombiano, 2004), menciona que fue referenciada inicialmente por (HUBACH, 1957) y que comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas.

En el centro de la cuenca representa aproximadamente 300 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes. La edad es inferior a 1 millón de años, perteneciendo al Pleistoceno Medio a Tardío. Los datos palinológicos indican que fue depositada en un lago (ambiente lacustre).

Para el área del Sector 2 este depósito está definido a nivel general así: Inicialmente un nivel de material de relleno, seguido de un estrato principalmente arcilloso color gris claro, de humedad media, ocasionalmente es arcillo limosa de alta plasticidad, y hacia la base intercalada con arenas limosas. Estas características de alternancia entre estratos arcillosos y limos arenosos son muy características de la Formación Sabana, donde además se presenta una variación de espesores y la continuidad lateral de las capas se ve recurrentemente limitada, ya que en algunos sitios puntuales varía el material. Este depósito cuaternario no tiene la misma representatividad que en otras áreas de trabajo, puesto que es más recurrente los depósitos definidos por algunos canales y ríos provenientes de los cerros orientales.

En la Tabla 27 se puede ver la columna generalizada de la Formación Sabana. Esto con el fin de visualizar la secuencia litológica, y el espesor promedio de las mismas, cabe destacar que los espesores varían de una perforación a otra, y de un sitio a otro. La relación de esta columna es esquemática con el fin de conocer la tendencia a la disposición de los sedimentos dentro de dicha formación.

► Formación Rio Tunjuelo (Qrtsa):

Esta unidad es definida por (Van der Hammen, 1990) con base en la litología, por la presencia de sedimentos fluviales de grano grueso a lo largo de los ríos principales donde entran en la Sabana, en las áreas de llanuras de inundación, en diferentes niveles de terrazas fluviales. En parte corresponde a la Formación Tunjuelo denominada por Lobo Guerrero (1992), la que describe como un complejo de conos fluvio-Glaciares del río Tunjuelito, de los ríos San Cristóbal, San Francisco y arzobispo, y Quebrada afluentes importantes y el cono del río Subachoche. Litológicamente la unidad está constituida por gravas, gravillas, arenas, limos y arcillas, con bloques de tamaño heterométrico.

De acuerdo con el (Servicio Geológico Colombiano, 2004), especialmente en los valles marginales se acumularon, gravas con intercalaciones menores de arenas y arcillas que sugieren acumulación a lo largo de los ríos principales durante los periodos más fríos del Pleistoceno. Durante los periodos más

cálidos, se acumularon sedimentos arcillosos y turbosos que se encuentran hoy día intercalados entre las gravillas y arenas.

Estos sedimentos se han encontrado sobre rocas de la formación Marichuela en el río Tunjuelito y son recubiertas por una delgada capa de sedimentos finos de la formación Chía (HELMENS, K. & VAN der HAMMEN T, 1995). La edad asignada para este depósito es determinada por datos palinológicos y 14 C y le asignan una edad Pleistoceno para la parte más superior. Sin embargo, (VAN der HAMMEN, T, 2003), considera que toda la Formación río Tunjuelito cubre todo el Pleistoceno.

Para el Sector 2 este depósito está definido de manera general: Hacia el techo se encuentra una capa de relleno antrópico, seguido de un nivel principalmente arcilloso y algo arenoso. Luego se presenta una capa areno limoso, de grano medio a fino, moderadamente sorteado y denso. Posteriormente se presenta una capa de arcilla arenosa con contenido de gravas, el material arcilloso. Presenta además un estrato areno limoso que se caracteriza por presentar ocasionales gravas y bloques corroborando la condición heterométrica, característica textural que lo hace consistente con la litología típica de la Formación Rio Tunjuelo. El siguiente nivel corresponde a arcilla arenosa color gris claro a oscuro de consistencia media, con guijarros y gravas subangulares, ocasionalmente húmedo.

El siguiente nivel corresponde a arcilla arenosa color gris claro a oscuro de consistencia media, con guijarros y gravas subangulares, ocasionalmente húmedo.

A continuación, se presenta la sección tipo de la Formación Tunjuelito a lo largo del área de influencia. Esto con el fin de visualizar la secuencia litológica, y el espesor promedio de las mismas, cabe destacar que los espesores varían de una perforación a otra. y de un sitio a otro. La relación de esta columna es esquemática con el fin de conocer la tendencia a la disposición de los sedimentos dentro de dicha formación.

Los sedimentos mostrados en la Tabla 27, se registran de forma generalizada, con el fin de mostrar gráficamente los materiales característicos de la Formación Rio Tunjuelo, en las perforaciones donde se evidencio condiciones litológicas similares, para el área de trabajo cinco. Para verificar algunos de los sedimentos aquí mencionados y de los materiales que definen la geología del Sector 2, se relaciona en la Tabla 27.

Tabla 27 – Columna - registro fotográfico Formación Tunjuelito - Sector 2

Registro fotográfico	Perforación	Litología
	PVDT-501	Arcilla arenosa, ocasional gránulos y guijarros
	PVDT-501	Arena limosa, ocasional gránulos y guijarros
	PVDT-501	Arcilla arenosa y gravas
	PVDT-501	Arena limosa y ocasional gravas y bloques
	PVDT-501	Arcilla arenosa, guijarros y gravas
	PVDT-501	Arena limosa

Fuente: WSP, 2021

A continuación, en la Figura 81 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03) se presenta el mapa de geología local del Sector 2 dónde se relacionan las unidades identificadas y caracterizadas, así como las perforaciones que fueron utilizadas a la hora de la caracterización geotécnica y de las propiedades de los materiales mostradas previamente.

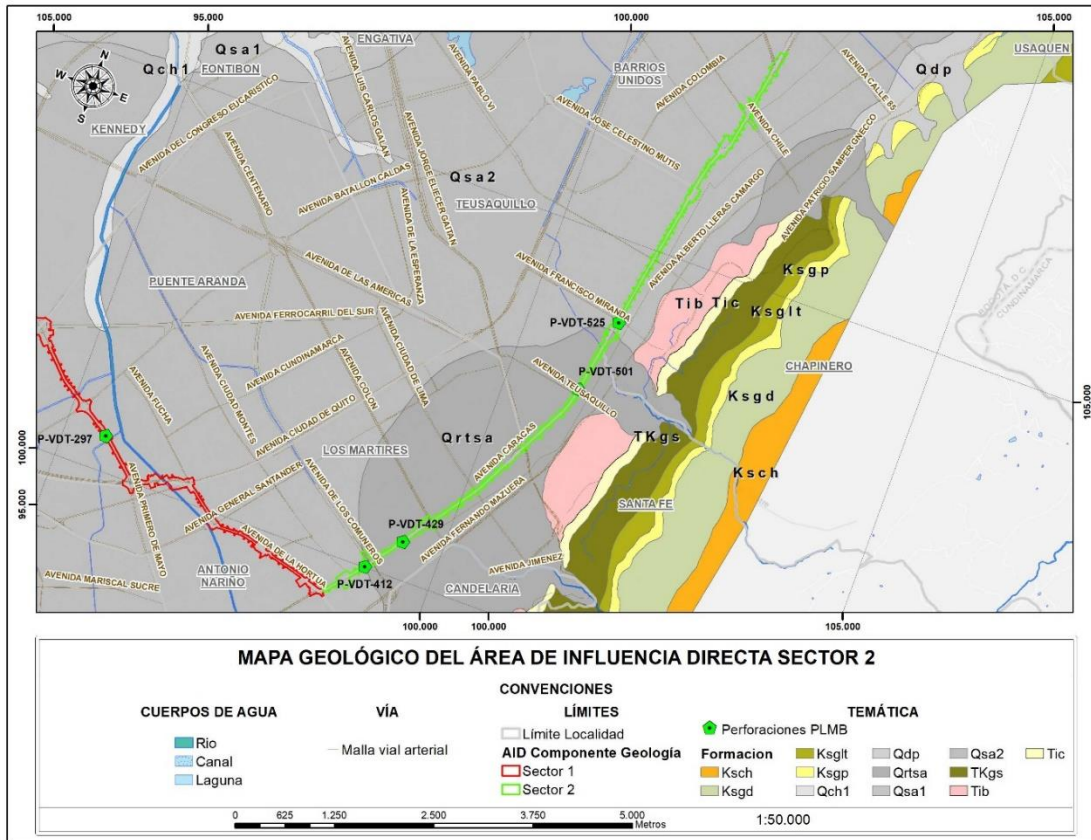


Figura 81 Mapa Geológico del Área de Influencia Directa Sector 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.1.2.4 Incidencia de las estructuras geológicas

De acuerdo a la información disponible publicada por el SGC, con excepción de la Falla del Río Tunjuelo, las fallas geológicas regionales de dirección NEN-SWS y las transversales de dirección NW-SE y NE-SW que afectan la secuencia de rocas sedimentarias plegadas del Cretácico y Terciario (Paleógeno y Neógeno) que conforman el basamento sobre el cual se apoya el depósito fluvio-lacustre de la Sabana de Bogotá y que además afloran tanto en los cerros que la bordean como en los localizados dentro de ella, solo afectan las rocas, más no al depósito cuaternario.

La falla Bogotá, cuya traza en el área de influencia indirecta se localiza a lo largo del piedemonte de los cerros orientales de la ciudad, desde el sur hasta el sector de Usaquén, continúa hacia el norte bajo el depósito cuaternario, sin evidencias de estar afectándolo. Igual ocurre con las fallas de dirección NW-SE y NE-SW, cuyas trazas se cartografiaron en los cerros que bordean la Sabana de Bogotá, se prolongan bajo el depósito cuaternario, sin afectarlo.

Las proyecciones en superficie de las fallas Tunal, San Cristóbal y Santa Bárbara que atraviesan la zona de influencia directa, no muestran evidencias de actividad reciente que hayan producido



deformaciones en el depósito cuaternario de la Sabana, o al menos no hay información que indique lo contrario.

#### 5.2.1.1.2.5 Conclusiones

El componente de Geología dónde se encuentra enmarcado el proyecto está constituido en su mayoría sobre materiales de edades recientes (Cuaternarios) compuestos por sedimentos medianamente consolidados de origen fluvial, lacustre y coluvial. Así mismo, es importante resaltar que durante el levantamiento de campo y en la información secundaria consultada, no se encontraron evidencias de actividad neotectónica que afecte los materiales sobre los cuales estará construido el proyecto; lo anterior representa que desde este componente no se presentan afectaciones o limitaciones para la correcta ejecución del proyecto.

#### 5.2.1.2 Geomorfología

##### 5.2.1.2.1 Unidades morfogénicas Área de influencia indirecta – All

De acuerdo con los lineamientos generales de la Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (SGC, 2012) los cuales se siguen para la descripción de los aspectos geomorfológicos del área de influencia indirecta del proyecto, ésta se localiza en la morfo-estructura correspondiente a la Cordillera Oriental, en la provincia geomorfológica conocida como Altiplano Cundiboyacense, en la región de la Sabana de Bogotá. En la Tabla 28, se presentan las unidades morfogénicas identificadas en el área de influencia indirecta del proyecto.

Tabla 28 – Jerarquización Unidades Geomorfológicas en el Área de Influencia Indirecta

Provincia	Ambiente morfogénico	Subunidad geomorfológica	Nomenclatura	Área	
				Ha	%
Altiplano Cundiboyacense	Antrópico	Embalses y humedales	Apir	52,20	1,07
	Antrópico	Planos y campos de relleno	Ar	363,80	7,45
	Antrópico	Canal	Canal	10,15	0,21
	Antrópico	Canteras	Acn	0,64	0,01
	Denudacional	Conos de deslizamiento rotacional recientes y ant*	Dcdra	74,03	1,52
	Denudacional	Planchas estructurales denudadas - espolones est*	Dlcp	86,89	1,78

Provincia	Ambiente morfogenético	Subunidad geomorfológica	Nomenclatura	Área	
				Ha	%
	Denudacional	Flujos torrenciales	Dlfb	570,71	11,68
	Fluvial	Planos anegadizos	Fpa	22,43	0,46
	Fluvial	Cuencas de decantacion fluvial (basines)	Fcd	289,25	5,92
	Fluvial	Planicies o llanuras de inundación	Fpi	744,96	15,25
	Fluvial	Barras puntuales	Fbp	22,37	0,46
	Fluvial	Albardones fluviales	Fa	61,15	1,25
	Fluvial	Deltas de desborde natural	Fdd	79,50	1,63
	Fluvial	Terrazas fluviales de acumulacion subreciente	Ftas	53,61	1,10
	Fluvial	Abanicos aluviales	Faa	117,60	2,41
	Fluvial	Planicies y deltas lacustrinos	Fpla	2327,76	47,65
	Fluvial	Conos de detección	Fcdy	8,00	0,16

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.1.2.2 Morfogénesis

El AII se ubica en la región de la Sabana de Bogotá, en la cual, indirectamente (regional) se diferencian dos unidades genéticas de relieve: una zona plana de ambiente agradacional y una zona montañosa de ambiente estructural-denudacional.

##### ► Zona plana agradacional

La Sabana de Bogotá, es una extensa llanura relativamente plana, en la que se reconocen principalmente dos procesos de gradación consecutivos: lacustre y fluvio lacustre, siendo este último el más predominante en el tiempo geológico reciente. El área conforma un valle en avanzado estado de senectud en el que los procesos agradacionales o constructivos de sedimentación, predominan sobre los procesos erosivos.

La zona plana hace parte de la Sabana de Bogotá. Se trata de una zona con ligera pendiente al sur, que llega a rodear completamente algunas zonas montañosas situadas dentro de ellas como es el Cerro de Suba.

Esta zona se corresponde con el relleno del sinclinorio de la Sabana (de origen tectónico), desde el Pleistoceno hasta la actualidad. En el inicio del relleno de esta cuenca, predominaban los procesos de ladera (complejos de conos, piedemontes, etc.) y de sedimentación fluvial (aluviales), posteriormente, la sedimentación fue de tipo lacustre, la cual es la responsable de la modelización del relieve de la zona plana.

El río Bogotá discurre de norte a sur sobre esta zona, en un sistema fluvial de alta sinuosidad tipo río meandriforme de un solo canal. En los alrededores del cauce actual se observan los restos de abundantes meandros abandonados.

En la zona plana se reconocen paisajes de ambiente agradacional correspondientes a conos aluviales coalescentes, coluvios de remoción, terraza alta, terraza baja y planos inundables.

El ambiente agradacional comprende los procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como el agua de escorrentía, los glaciares y el viento, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie terrestre, mediante el depósito de los materiales sólidos o disueltos, resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

► Terrazas altas y bajas (Fta y Ftb)

Se forman cuando la corriente madre recorta sus propios depósitos debido a un descenso en el nivel de base de erosión, siguiendo la secuencia de incisión, ensanchamiento del nuevo valle y nueva sedimentación, lo cual puede repetirse dando lugar a dos o más niveles de terrazas.

En el área de influencia indirecta se diferencian las terrazas altas y las terrazas bajas labradas en los sedimentos de la Formación Sabana. La terraza alta (Fta) tiene escarpes de altura variable, comprendida entre 4 y 15 m (Julivert, 1961). Las terrazas bajas (Ftb) tienen escarpes igualmente de altura variable, no mayor de 5 m, que hacia la parte central de la Sabana va perdiendo altura hasta prácticamente no manifestarse.

► Plano inundable (Fpi)

Paisaje de edad actual o sub-actual, susceptible a inundaciones periódicas u ocasionales, en el que se destacan meandros abandonados colmatados y humedales. En el All se diferencian los planos de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Juan Amarillo. El plano inundable del río Bogotá es el más amplio de los mencionados y ha sido parcialmente urbanizado, previa colocación de rellenos con desechos de excavación y de construcción.

► Conos aluviales coalescentes (Fcac)

El cono aluvial conforma un paisaje de forma semicircular, con una parte superior más estrecha y empinada. El ápice o parte proximal, normalmente se extiende hacia la zona montañosa siguiendo el curso de la corriente que lo depositó. Más abajo se encuentra la parte intermedia o cuerpo, que cubre la mayor parte del paisaje y finalmente el tramo distal o base, una franja angosta suavemente inclinada que gradualmente se confunde con la llanura contigua sobre la cual se desplaza la unidad.

El paisaje de conos aluviales coalescentes comprende los conos del río Tunjuelo, de Terreros, del piedemonte oriental de Bogotá, que incluye los conos de los ríos San Cristóbal, San Agustín, San Francisco y las quebradas Padre de Jesús, Arzobispo, Los Olivos Rosales y La Vieja entre otras. Estos conos están conformados por depósitos de grandes bloques y gravas redondeadas, que alcanzan hasta un metro de diámetro, derivados de las areniscas del Grupo Guadalupe, en matriz arenosa, areno arcillosa y arcillosa.

► Rellenos de basuras o rellenos sanitarios (Arb)

Zonas de topografía plana conformadas por la acumulación de desechos sólidos sin diferenciar, cubiertos con suelo y escombros de construcción. Son planos hechos artificialmente para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas u otros proyectos de ingeniería.

► Relieve montañoso estructural – denudacional

La zona plana se encuentra rodeada por los relieves montañosos de edad terciaria y cretácica, definiendo una cuenca cerrada. Se encuentran algunos cerros dentro de la zona plana como consecuencia de la existencia de estructuras anticlinales locales, producidos por la actividad tectónica. Es un relieve montañoso y colinado estructural-plegado.

Estos relieves montañosos presentan una fuerte pendiente, especialmente en el sector de los Cerros Orientales, con diferencias de cota de 500 - 700 m (zona de Monserrate y Guadalupe), con respecto a la zona plana, sobre los cuales se depositaron materiales erosionados de las laderas, dando lugar a depósitos coluviales y de piedemonte, con espesores entre 30 y 50 metros.

Estos relieves se encuentran surcados, de manera más o menos perpendicular, por una serie de ríos y quebradas que van a tributar al río Bogotá, entre los cuales se encuentra los ríos Tunjuelo, San Cristóbal (aguas abajo se le denomina río Fucha), San Agustín, San Francisco, Juan Amarillo, etc.

Todos estos ríos, así como los existentes en otros momentos de la historia geológica de la Sabana de Bogotá, son los que han dado lugar a la sedimentación de los depósitos situados en la base de estos relieves, tales como el Complejo de Conos, depósitos de piedemonte, depósitos coluviales, etc.

Al ambiente estructural corresponden los paisajes de cresta monoclinal abrupta, anticlinal excavado y anticlinal (Ver mapa de unidades geomorfológicas del Área de Influencia Indirecta (AII)). En este grupo se incluyen las montañas y colinas cuya altura y formas se deben al plegamiento de los estratos rocosos superiores de la corteza terrestre, que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por los procesos de denudación.

► Ladera monoclinal crestada (Slmc)

Paisaje monoclinal constituido por estratos alternos de diferente consistencia como arcillolitas y areniscas, dispuestas en un patrón escalonado en la parte inferior de la ladera estructural de crestas monoclinales abruptas y del anticlinal excavado localizadas en los cerros orientales y suroriente de la ciudad, apenas separados de estas por depósitos coluviales, en las que no se destaca un escarpe bien definido. El buzamiento de la ladera estructural es variable de unas.



El mapa de pendientes del área de influencia indirecta – All, se generó a partir de las curvas de nivel utilizando el método de los intervalos móviles, (Dense, B. 1976). Para la elaboración del mapa de pendientes se tuvieron en cuenta los rangos indicados en la Tabla 29.

Tabla 29 – Categorías de los Rangos de Pendientes para el Área de Influencia Indirecta

Simbología	Pendiente (%)	Descripción
	0-1	A nivel
	1 - 3	Ligeramente plana
	3 - 7	Ligeramente inclinada
	7 - 12	Moderadamente inclinada
	12 - 25	Fuertemente inclinada
	25 - 50	Ligeramente escarpada o empinada
	50 - 75	Moderadamente escarpada o empinada
	75 - 100	Fuertemente escarpada o empinada
	>100	Totalmente escarpada

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El mapa de pendientes de la Figura 82 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03) indica que, en general la zona donde se realizarán las obras es predominantemente plana y localmente, en el borde oriental, montañosa. La zona plana, correspondiente a la Sabana de Bogotá presenta en general pendiente ligeramente inclinada (de 3 al 7%) y localmente, en los sectores occidental y oriental, correspondientes respectivamente a la llanura de inundación del río Bogotá y a la zona de piedemonte de los Cerros Orientales de Bogotá, pendientes fuertemente inclinadas (del 12 al 25%). La zona montañosa, correspondiente a la parte baja de los Cerros Orientales de Bogotá, presenta laderas de pendiente ligeramente a moderadamente empinadas (del 25 al 75%) y muy localmente laderas fuertemente empinadas (del 75 a 100%).

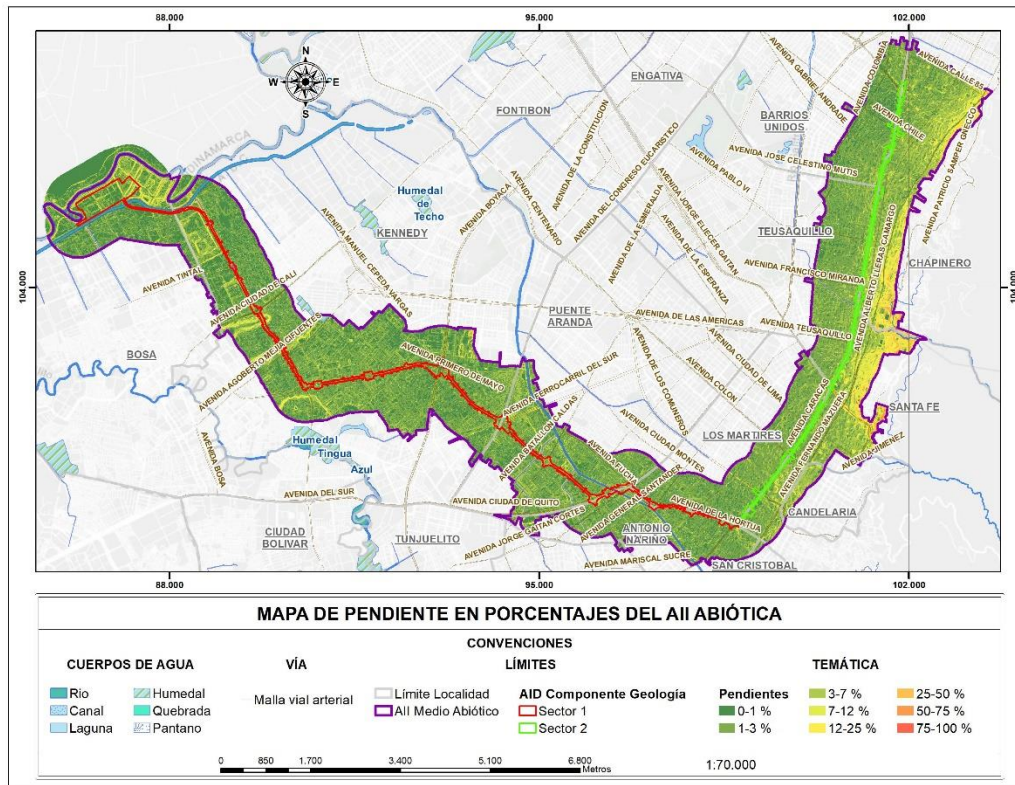


Figura 83 Mapa de Pendiente en Porcentajes del AII Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.2.1.2.3 Procesos morfodinámicos en el Área de influencia indirecta – AII

Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio, capaces de desprender, transportar y depositar los productos incoherentes de la meteorización y de la sedimentación se conocen como agentes geomorfológicos, dentro de los cuales se encuentran el agua de las lluvias, el agua de escorrentía y el viento, con ayuda de la gravedad. A estos pueden agregarse los animales y el mismo hombre. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos morfodinámicos que afectan la superficie terrestre, ya degradándola o construyendo nuevos paisajes (Villota, 2005). Los principales procesos morfodinámicos que se presentan en el área de influencia indirecta corresponden a la remoción en masa, a la erosión pluvial y a la sedimentación fluvial. También se encuentra la actividad antrópica puesta de manifiesto en la extracción de materiales de construcción y la conformación de zonas para la disposición de escombros y sobrantes de excavación, al igual que las zonas destinadas a rellenos sanitarios.

Algunos fenómenos de remoción en masa correspondientes a deslizamientos y desprendimientos de roca se presentan en la parte baja de las laderas de los cerros orientales de Suba, el suroriente y sur de Bogotá, por fuera del corredor donde se realizarán las obras. Estos procesos ocurren especialmente

durante las temporadas de lluvias fuertes, en terrenos desarrollados sobre rocas blandas y duras de las formaciones Labor-Tierna, Guaduas, Cacho, Bogotá, Arenisca de La Regadera y Usme.

Los procesos de erosión pluvial se presentan en las zonas desprovistas de vegetación como consecuencia de la actividad extractiva de materiales de construcción (arenas y arcillas) en canteras ubicadas en los cerros orientales y del sur de Bogotá en terrenos desarrollados principalmente en rocas de las formaciones Labor-Tierna y Bogotá. Durante las temporadas de fuertes lluvias, el agua desprende y arrastra el material suelto localizado en estas canteras, transportándolo hasta zonas bajas.

De igual manera, durante algunas temporadas de lluvias fuertes que dieron lugar al desbordamiento de algunos de los cursos superficiales de agua que drenan la Sabana de Bogotá, principalmente los ríos Bogotá, Tunjuelo y Fucha, con la subsecuente inundación de las zonas bajas aledañas o planicies de inundación y depósito de delgadas capas de lodo.

#### *5.2.1.2.4 Unidades geomorfológicas asociadas Áreas de influencia directa – AID*

En el área de influencia directa se encuentran las geoformas correspondientes a planos y campos de relleno, llanuras de inundación, cuencas de decantación fluvial, abanicos aluviales, planicies y deltas lacustrinos, flujos torrenciales y un canal (geoforma antrópica). Para efectos de mayor detalle y, pensando en la orientación principal del proyecto, el área de influencia directa fue dividida en dos (2) sectores.

##### *5.2.1.2.4.1 Geomorfología Sector 1 AID*

Este sector está comprendido entre la zona de inicio del proyecto, justo en el área propuesta para el Patio-Taller hasta la intersección de la línea del metro con la Avenida Caracas. Dentro de este sector se identificaron las siguientes geoformas:

- ▶ Abanicos aluviales (Faa): Superficie en forma de cono, de laderas cóncavas a convexas de morfología plana, aterrazada. Su origen es relacionado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial, donde una corriente desemboca en una zona plana. Los canales fluyen cortando el abanico, siendo más profundos en el ápice del abanico y más someros al alejarse de él. Su tamaño puede alcanzar varios kilómetros de largo y de ancho.

Dentro del área de influencia directa del proyecto en este sector 1; se ubica en la zona central del mismo y corresponde a una geoforma continua que tiene su origen en los múltiples eventos fluvio-torrenciales originados en el piedemonte y las geoformas de origen estructural localizadas en los cerros orientales.

- ▶ Planicies o llanuras de inundación (Fpi): Corresponde a franjas del terreno planas, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos. En regiones montañosas donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal se presentan como superficies estrechas, alargadas y



profundas que presentan una red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad. Algunas veces de esta superficie sobresalen pequeñas colinas producto de la erosión y acumulación de sedimentos. Estas geoformas también se pueden presentar controladas principalmente por estructuras sinclinales. Se constituye de sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial.

En el caso del sector 1 estas geoformas están ubicadas sobre la parte superior del AID y su génesis está relacionada con la dinámica fluvial del río Bogotá el cual, dentro de su migración lateral, tiene la capacidad de ocupar dichos espacios.

- ▶ Planos y campos de rellenos (Ar): Corresponden con las áreas de influencia local que han sido destinadas para la acumulación de rellenos o escombros, sin diferenciar. En el AID en el recorrido del sector 1, estas geoformas se ubican aleatoriamente hacia ambos lados de la línea dispuestos conforme su finalidad bien sea para el desarrollo urbanístico del área urbana y expansión o para la disposición de escombros. Es importante mencionar que esta geoforma es de origen antrópico.
- ▶ Cuencas de decantación fluvial (Fcd): Artesas localmente llenas de agua, de bajorrelieve casi planas y pobremente drenadas, formadas por desborde de los canales o ríos adyacentes. Se constituyen de materiales finos arcillosos de 0.5 - 1 m de espesor con abundancia de materia orgánica. Las cuencas de decantación se encuentran en estado natural como zonas pantanosas y parcialmente vegetadas principalmente a lo largo de los ríos Bogotá, Subachoque y Tunjuelito. En general alcanzan extensiones de 0.3 - 1 km<sup>2</sup>, sin embargo, pueden alcanzar los 3km<sup>2</sup> en la llanura de inundación del río Bogotá localizada al oeste del casco urbano de la ciudad, donde localmente al igual que la cuenca alta han sido total o parcialmente rellenas.
- ▶ Planicies y deltas lacustrinos (Fpla): Corresponde a morfologías de planicies extensas de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de 2 – 20 m de altura. Se constituye de arcillas grises con locales intercalaciones de arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas en capas paralelas producto de la acumulación de materiales transportados por las corrientes locales hacia la cuenca ocupada por el antiguo lago de la Sabana de Bogotá.

Cuentan con espesores que oscilan entre los 20 y 300 m. Estas geoformas son las de mayor expresión en la sabana de Bogotá con una cobertura de aproximadamente 2700 km<sup>2</sup> y, dentro del área de influencia indirecta ocupan una extensión de 2327 Ha, las cuales representan un total del 47% del área evaluada.

A continuación, en la Figura 84 (L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03) se presenta el mapa de geomorfología del área de influencia directa para el Sector 1, dónde se pueden detallar las distribuciones de estas.

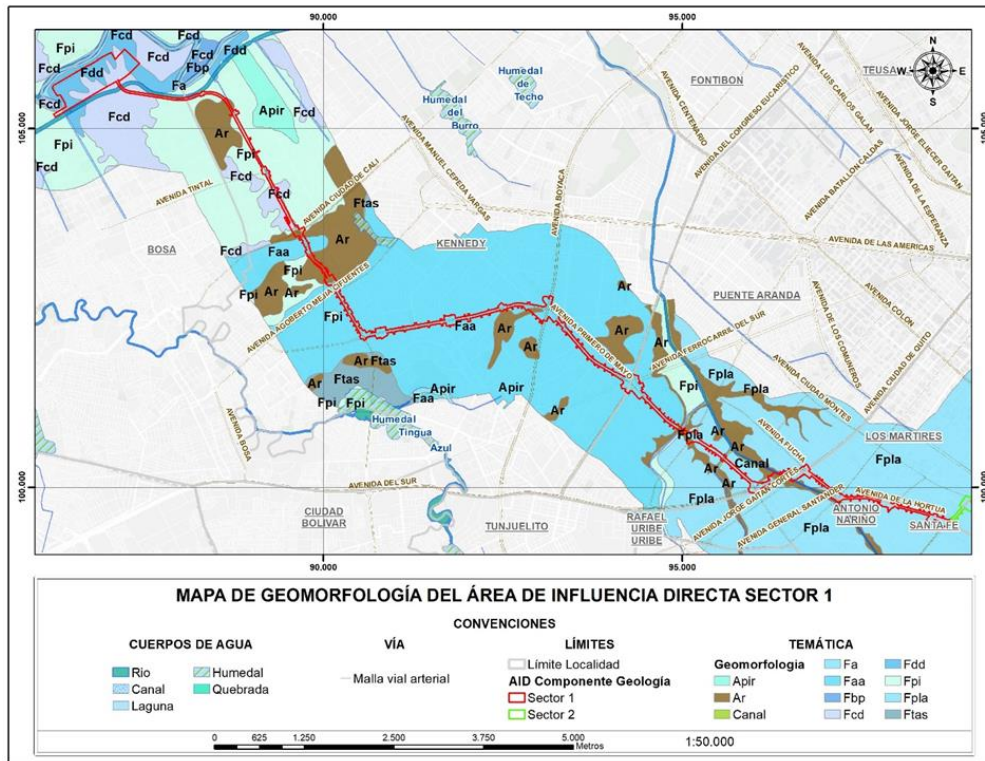


Figura 84 Mapa de Geomorfología del Área de Influencia Directa Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 85, se presenta una imagen satelital tipo Maxar dónde se puede observar toda la extensión del sector 1 y se puede observar la morfología principalmente plana constituida por Planicies de inundación (Fpi) y Planicies y deltas lacustrinos (Fpla).



Figura 85 Panorámica del Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021 (Imagen Google Earth)

### 5.2.1.2.4.2 Geomorfología Sector 2 AID

Este sector está comprendido entre la zona de intersección de la línea del metro con la Avenida Caracas hasta la Calle 80. Se identificaron las siguientes geoformas, las cuales se presentan en la Figura 86 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03):

- ▶ Planicies y deltas lacustrinos (Fpla): Corresponde a morfologías de planicies extensas de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de 2 – 20 m de altura. Se constituye de arcillas grises con locales intercalaciones de arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas en capas paralelas producto de la acumulación de materiales transportados por las corrientes locales hacia la cuenca ocupada por Cuentan con espesores que oscilan entre los 20 y 300 m. Estas geoformas son las de mayor expresión en la sabana de Bogotá con una cobertura de aproximadamente 2700 km<sup>2</sup> y, dentro del área de influencia indirecta ocupan una extensión de 2327 Ha, las cuales representan un total del 47% del área evaluada. r el antiguo lago de la Sabana de Bogotá.
- ▶ Flujos torrenciales (Dlfb): Lóbulos y abanicos de morfología alomada de longitudes muy largas a extremadamente largas, de formas convexas abruptas a muy abruptas. Se constituyen de 20 - 40 m de bloques rocosos angulares a subredondeados de tamaño métricos flotantes en matriz arenosa con gravas y arcillas. Su origen se asocia a avalanchas torrenciales inducidas posiblemente por eventos sísmicos o cambios climáticos asociados a lluvias torrenciales. Esta geoforma está ubicada sobre el flanco oriental del sector 2.

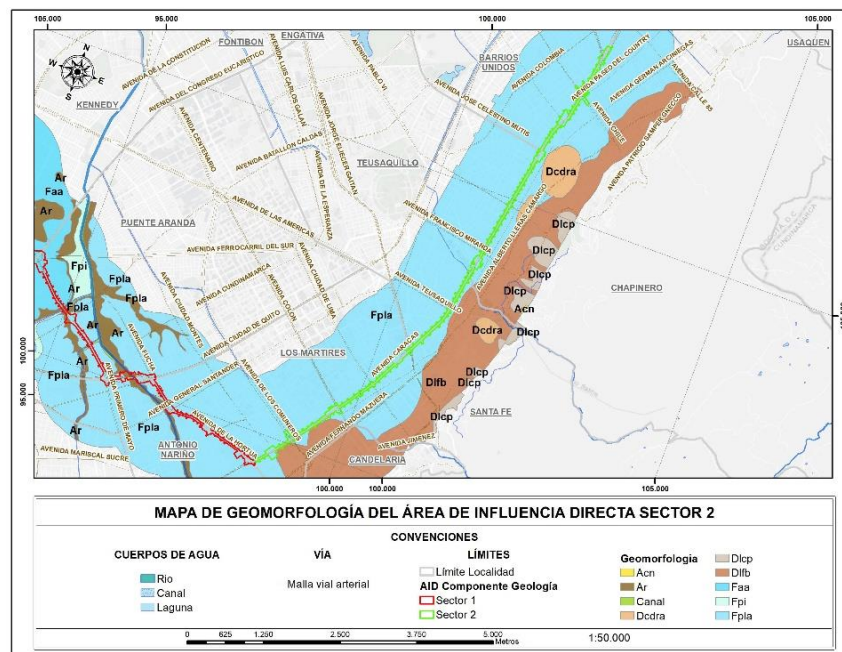


Figura 86 Mapa de Geomorfología del Área de Influencia Directa Sector 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En la Figura 87, se presenta una imagen satelital tipo Maxar donde se puede observar toda la extensión del sector 2 y se puede observar la morfología principalmente plana constituida por Planicies y deltas lacustrinos (Fpla). También, se puede observar la disposición del mismo S-N y su cercanía al piedemonte de los Cerros Orientales.

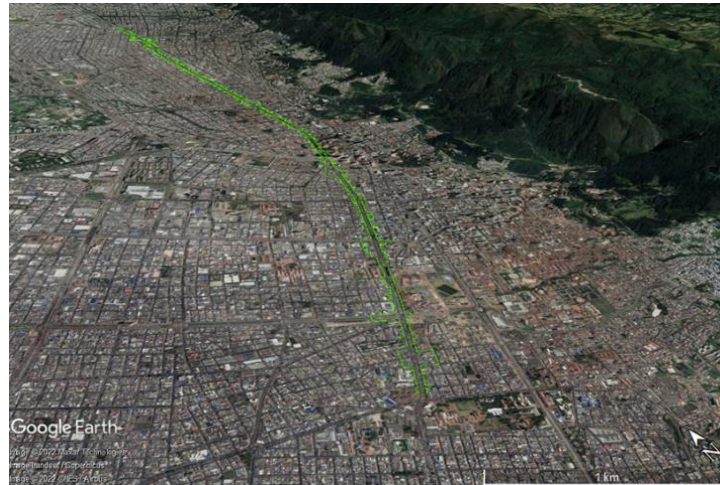


Figura 87 Panorámica del Sector 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022 (Imagen Google Earth)

#### 5.2.1.2.5 Conclusiones

El proyecto se encuentra construido sobre geformas de origen fluvial principalmente que se caracterizan por presentar morfometrías planas, las cuales se encuentran asociadas bajas incidencias en temas de amenaza por movimientos en masa. Así mismo, se puede evidenciar que no existen procesos morfodinámicos activos dentro del área de influencia directa por lo que no se tendrían que implementar obras o estrategias de mitigación para la ejecución del proyecto.

Los suelos analizados en el área de influencia del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), reportan concentraciones que se ajustan a los criterios que establece en las normas vigentes.

De acuerdo con La Guía Canadiense para la Calidad del Suelo para la Protección de la Salud Ambiental y Humana, se cumple con los parámetros de pH (PT-HOSPITALES y PT-PLMB-PT-01 ), conductividad, relación de adsorción de sodio, plata total, a excepción de los análisis de pH en los puntos PT-CALLE 72, PT-CALLE 45, PT-VIBLA-01, PT-PLMB-AGRO-02 S, PT-PLMB-AGRO 02-M, PT-PLMB-AGRO-02-F y PT-AV 1 DE MAYO BOYACA y de la relación de adsorción de sodio en los puntos identificados como PT CALLE 45, PT HOSPITALES, PT-VIBLA-01 y PT-AV 1 DE MAYO BOYACA.

De acuerdo con La Guidelines British Columbia Criterio Nivel A, los análisis cumplen con los parámetros hidrocarburos totales (PT CALLE 45, PT-VIBLA-01 y PT-AV 1 DE MAYO BOYACA), arsénico, bario, cobre, cromo, mercurio, plomo, selenio, zinc, se excluyen los análisis de hidrocarburos totales PT CALLE 72, PT HOSPITALES, PT-PLMB-AGRO-02-S, PT-PLMB-GRO-02-M y PT-PLMB-AGRO-02-

Barrio en el punto PT-AV 1 DE MAYO BOYACA, zinc total en los puntos PT-CALLE 72, PT HOSPITALES, PT-PLMB-PT -01, PT-VIBLA-01, PT-PLMB-AGRO-02- S, PT-PLMB-AGRO-02- F.

### 5.2.1.3 Paisaje

Como parte de la complementación y ajuste del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la PLMB, y con el propósito de adelantar el análisis de las condiciones de paisaje, se retoman las consideraciones propuestas en el estudio de impacto ambiental, de acuerdo con el cual el paisaje se analiza como el ambiente múltiple que percibimos visualmente (Gómez-Alzate, 2012), el detalle de la metodología empleada se presenta en el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A02

El paisaje que se ha identificado en el corredor es propiamente urbano y en él la percepción del entorno no se centra en las características físicas del medio en el que habitan los seres humanos, sino en el componente social y principalmente en las relaciones sociales, ya que incluye una valoración significativa de estos elementos, los cuales son importantes para el bienestar y la habitabilidad del territorio, principalmente en lugares con modificaciones notorias al medio y en el que no es común observar elementos naturales.

Los resultados obtenidos de la calidad visual del paisaje se presentan para el área de influencia del medio abiótico de la PLMB y se describirá para cada una de las zonas asociadas a los tramos identificados.

#### 5.2.1.3.1 *Ramal técnico (Desde calle 54C Sur con carrera 106A hasta la calle 43 Sur con carrera 98B)*

El Ramal Técnico, corresponde al sector que funcionaria como conexión entre el área de Patio taller y el Tramo WF1, se distribuye desde la Calle 54c Sur con Carrera 106a hasta la Calle 43 Sur con Carrera 98b. Esta zona se caracteriza por la presencia de edificaciones en su mayoría de dos o tres pisos y algunos cuerpos de agua en la parte inicial que corresponden al río Bogotá y el canal Tintal.



Fotografía 28 Sector Tramo 1 - Ramal Técnico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

5.2.1.3.2 *Tramo 1 Canal Cundinamarca a la altura de la proyección de la Calle 54 Sur, conectando con la Calle 43 Sur hasta la Calle 43 Sur con carrera 86*

En cercanía con el canal Tintal II, predominan edificaciones de 2 o 3 pisos que son utilizadas principalmente para vivienda familiar, al igual de conjuntos residenciales; sin embargo, en el área también es posible encontrar edificaciones asociadas al comercio, salud, instituciones públicas, educativas entre otras, infraestructura asociada al transporte (Transmilenio) como lo es el Portal de las

Américas así como estaciones de servicios, avenidas principales como lo son la Avenida Villavicencio y Avenida Ciudad de Cali. En lo referente a zonas verdes, corresponden a la ronda hídrica del canal y a parques como el Parque Las Margaritas. Es decir, en esta área se encuentra un tejido urbano continuo en el que se ubica la ciudad de Bogotá, clasificada dentro de este tipo de cobertura, que alberga la mayoría de las zonas y áreas artificializadas



Fotografía 29 Área del canal y edificaciones presentes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el Tramo 1 también se identifican áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, al asfaltado o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, utilizadas con actividades comerciales o industriales y zonas cubiertas por infraestructura, que describe un área con calzada, por donde transitan vehículos de transporte público, privado, entre otros destacándose los ejes viales de la Avenida Villavicencio y Avenida Ciudad de Cali.



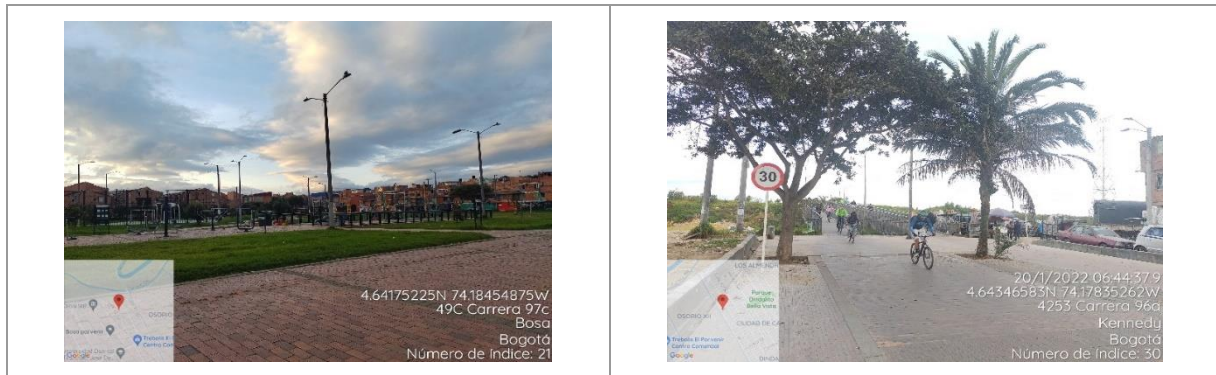
Fotografía 30 Zonas industriales o comerciales y zonas de red vial

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con relación a las áreas recreativas, para el Tramo 1 se identifican parques con zonas verdes y algunas zonas deportivas como el Parque Las Margaritas (Ver siguiente fotografía), sin embargo, a partir de las entrevistas realizadas en campo fue posible establecer que para los habitantes este tipo de áreas no son suficientes y consideran que es necesario crear estrategias que permitan revegetalizar la zona y disminuir un poco la contaminación.







Fotografía 31 Zonas recreativas identificadas en el tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En lo que corresponde a las áreas de interacción social, en la zona se reconocen algunos equipamientos culturales, religiosos, educativos y algunos asociados a centros de salud, en donde los habitantes desarrollan diferentes actividades y a si mismo se involucran activamente en actividades asociadas al bienestar, esto se detalla en la siguiente fotografía.



Fotografía 32 Equipamientos de tipo social

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En cuanto a la participación comunitaria en este tramo, existe variedad de funciones, grupos sociales y juntas de acción comunal que se organizan y buscan el bienestar y la mejoría del sector, visualizándose formas de organización, reuniones y diferentes actividades con el fin de solucionar alguna problemática.

Con base en lo anterior, y la información recopilada y analizada en el Tramo 1, se puede establecer que el 70.69% de la zona presenta una calificación baja para la variable de contacto de la naturaleza, lo que es concordante con el resultado obtenido para la valoración de la variable recreación en donde con el 81.03% del área presenta una calificación baja para esta variable. En lo que concierne a variables como Interacción social, participación ciudadana e identidad comunitaria o sentido de pertenencia, la calificación baja se promedia en un 45.40% para estas variables, esto está relacionado con la respuesta de los habitantes de la zona con relación a la interrelación que tienen con el paisaje urbano de la zona y el tipo de organizaciones que manejan. En la Figura 88 se detalla el resultado obtenido para cada una de las variables, lo que es la base principal para la calificación final de la Calidad visual del paisaje.

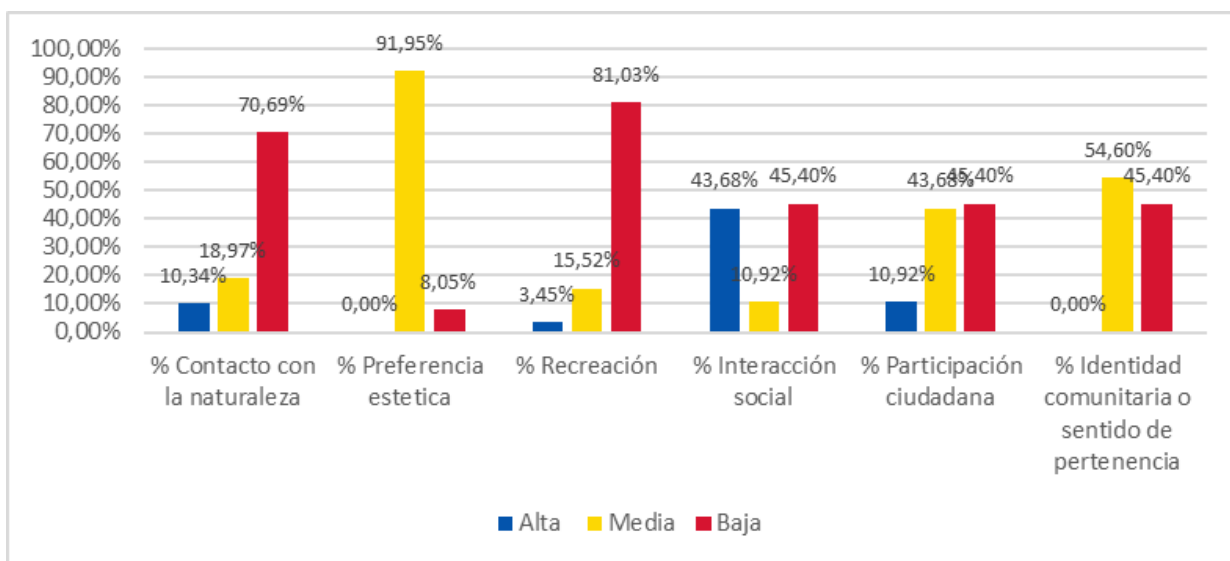


Figura 88 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Finalmente, con relación a la calidad visual del paisaje con base en los pesos dados para cada uno de los elementos anteriormente referenciados en el Tramo 1, se encuentra dominada por superficies de calidad visual media asociadas a las zonas verdes aledañas al canal Cundinamarca y otras zonas verdes destinadas para actividades recreativas. (Véase Tabla 30).

Tabla 30 – Distribución de la calidad visual del paisaje Zona 1 – Tramo 1

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Alto</b>	5.79	4.41%
<b>Medio</b>	89.52	68.15%
<b>Bajo</b>	36.04	27.44%

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Total</b>	<b>131.36</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Es necesario destacar que, para cada una de las variables evaluadas, se evidenció la importancia que tienen los habitantes de relacionarse con un ambiente natural y su necesidad de acceder a áreas de este tipo. En la Figura 89 se presenta la distribución de la calidad visual para el Tramo 1.

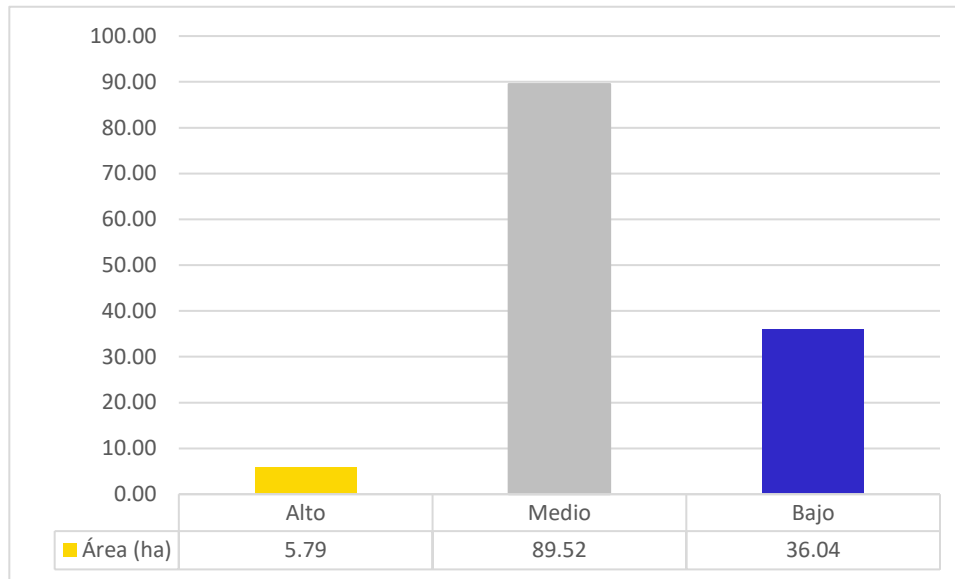


Figura 89 Distribución de la calidad visual para la zona 1 en superficie (ha)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.3.3 Tramo 2 Avenida calle 43 Sur con carrera 86 hasta calle 26 Sur con carrera 72 M Bis

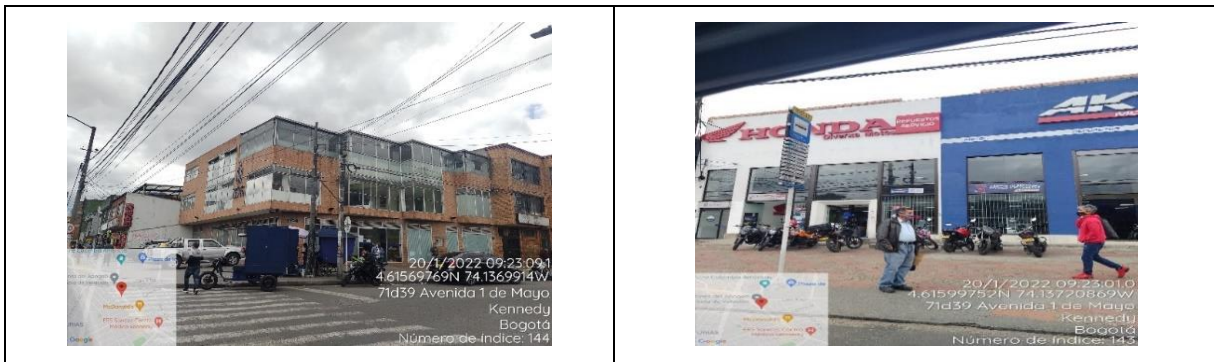
En este tramo se encuentra diversidad de edificaciones con más de 3 pisos en su mayoría, consolidándose como un área dedicada principalmente al comercio. Existen pocas zonas verdes urbanas asociadas a parques, y en general, las zonas verdes son los separadores viales, tales como la Avenida Villavicencio y Avenida Primero de mayo. Predomina el tejido urbano continuo asociado a vivienda, zona comercial y estaciones de servicio (Ver Fotografía 33).



Fotografía 33 Zonas con presencia de áreas verdes y algunos individuos arbolados Tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Para la valoración asociada a preferencia estética en el Tramo 2, como se describió inicialmente, se identifican en mayor medida la presencia de vías (Avenida Villavicencio. Avenida Primero de Mayo y Avenida Boyacá) y edificaciones (Ver siguiente fotografía).





Fotografía 34 Construcciones y zonas comerciales Tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En lo referente a las zonas recreativas, como ya se ha mencionado, en el área no es posible identificar variedad en cuanto a parques zonales o áreas de este tipo, sin embargo, fue posible identificar algunas áreas como el Parque La Amistad.



Fotografía 35 Zonas recreativas Tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por otro lado, la interacción social para el tramo 2, cuenta con una baja valoración debido a que existe un número reducido de equipamientos o áreas como colegios, bibliotecas o parques que permitan este tipo de interacciones, muchas veces se recurre a las zonas comerciales para algún tipo de acercamiento. En el área se encuentran equipamientos de salud como lo son el Hospital de Kennedy, una sede de la EPS Compensar y Colsubsidio (Ver Fotografía 36).





Fotografía 36 Equipamientos culturales y educativos - Tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el Tramo 2 se pudo establecer que la variable contacto con la naturaleza tiene una predominancia baja con 89,20 %, al igual que las variables de recreación (94,40%) e interacción social (55,20%). Esto asociado a que existe un interés por el mejoramiento de las áreas recreativas y de apreciación paisajística y a la búsqueda de lugares más agradables, debido a que en la zona son muy pocos los lugares con estas características.

Por otra parte, las variables como participación ciudadana e identidad comunitario o sentido de pertenencia presentan valores medios con un 82.40% y 75.20% respectivamente, esto debido a la presencia de una cantidad representativa de fundaciones y organizaciones que velan por la comunidad. (Véase Figura 90).

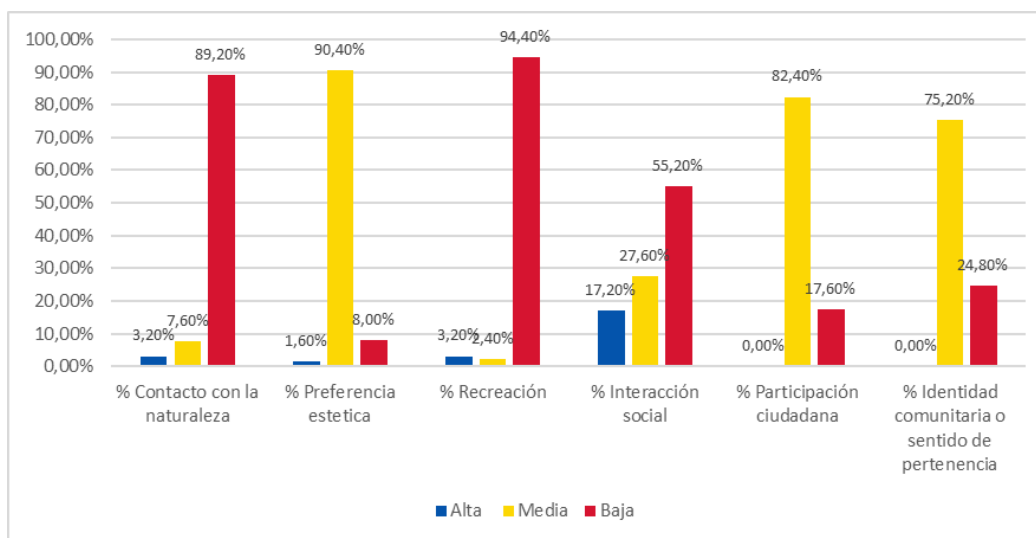


Figura 90 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual -Tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como resultado de los pesos asignados para cada variable de la zona, se evidencia que la calificación predominante para la calidad visual del paisaje es Baja con un 83,58 % (54 ha aproximadamente) pues en la zona existe una baja densidad de parques y zonas verdes, predominando la estructura física dedicada a las zonas comerciales o con fines residenciales. (Véase Tabla 31 y Figura 91).

Tabla 31 – Distribución de la calidad visual del paisaje – Tramo 2

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Alto</b>	4.20	6.45%
<b>Medio</b>	6.48	9.97%
<b>Bajo</b>	54.35	83.58%



<b>Total</b>	<b>65.03</b>	<b>100.00%</b>
--------------	--------------	----------------

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

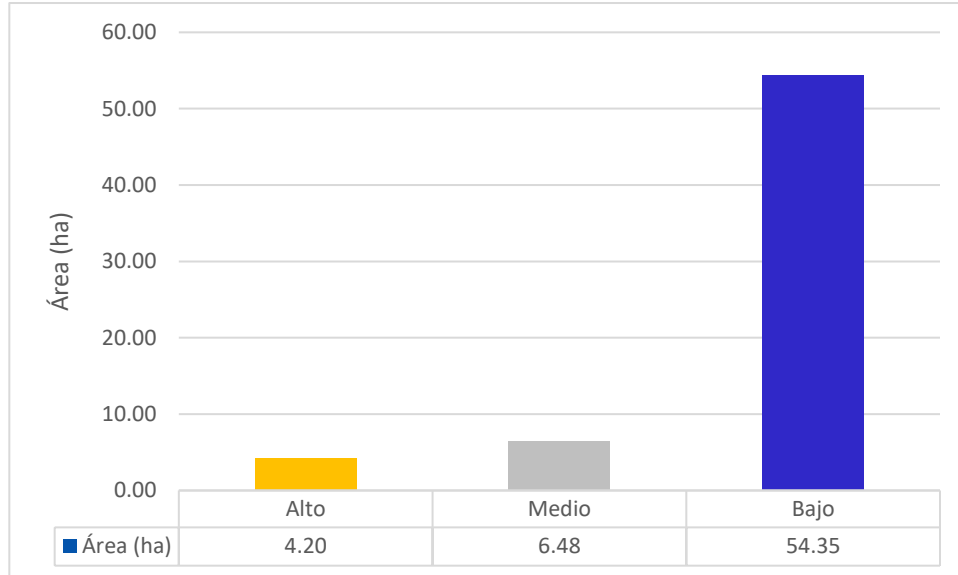


Figura 91 Distribución de la calidad visual para el Tramo 2 en superficie (ha)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.3.4 Tramo 3 Calle 26 Sur con carrera 72M Bis hasta Calle 26 Sur con Transversal 31

En el Tramo 3 predomina la construcción habitacional; se identifican zonas comerciales, red vial, estaciones de servicio, parques urbanos, rondas de cuerpos de agua y algunas zonas verdes de otro tipo. En el área se identifican cuerpos de agua como ríos y canales, parques zonales como El parque El Tejar y parque San Eusebio, el separador vial de la Avenida Primero de Mayo y la ronda hídrica del Canal Albina (Ver Fotografía 37).





Fotografía 37 Zonas verdes Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con relación a la preferencia estética en el Tramo 3, la valoración es baja debido a que está relacionada con el alto número de edificaciones y vías de gran tamaño, sin embargo, al comparar este tramo con el Tramo 2, es posible encontrar que en el 3 hay mayor número de áreas verdes (ver siguiente fotografía)



Fotografía 38 Red vial y construcciones asociadas al Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el Tramo 3 se identifican algunas áreas recreativas como separadores verdes, parques y zonas verdes de importancia como el Parque Milenta y San Eusebio (Ver Fotografía 39).



Fotografía 39 Zonas recreativas Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En cuanto a la participación social en el área, se reconocen diferentes tipos de equipamientos como lo son las instituciones educativas e iglesias de diversos cultos, también sedes de la junta de acción comunal. Por otro lado, se encuentra otro tipo de equipamientos como las entidades bancarias, notaría y estaciones de servicio (Ver siguiente fotografía).







Fotografía 40 Equipamiento asociada al Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con lo anterior y con el apoyo de las entrevistas realizadas, los resultados arrojaron variables de preferencia estética (94.48%) y participación ciudadana (100.00%) con predominancia de valoración media, esto principalmente relacionado con la presencia activa de la comunidad en lo referente al cuidado del territorio y la importancia de diferentes áreas en el sector. Por otra parte, las variables asociadas a contacto con la naturaleza (81.60%), recreación (83.44%) e identidad comunitaria (78.53%) se consideran como bajas debido a la relación que existe entre la presencia de vías, parques y vegetación y las edificaciones provocando que gran parte de la armonía o la relación de estas variables en el área sea baja (véase Figura 92).

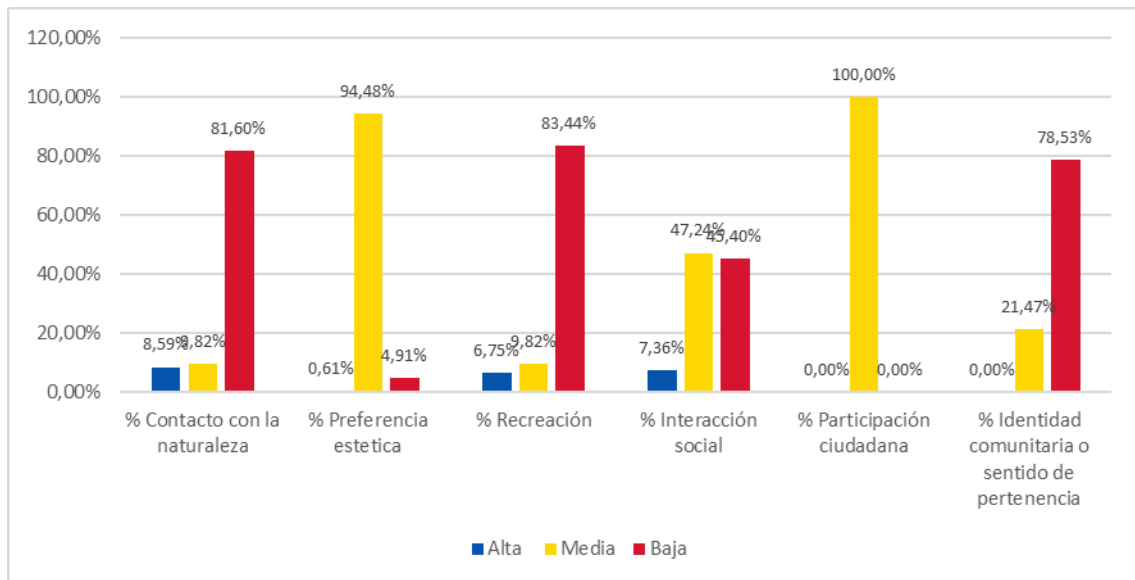


Figura 92 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por consiguiente, de acuerdo con los resultados obtenidos para cada una de las variables referenciadas, el Tramo 3 predomina la calidad de paisaje baja con 52.15 ha (73.12%) (Tabla 32). Sin embargo, en el 24.41 % del área del Tramo 3 se presenta una calidad media, lo que es consecuente con la participación ciudadana y la presencia de áreas verdes en la zona, generando una mejor calidad visual.

Tabla 32 – Distribución de la calidad visual en el Tramo 3 (ha)

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Alto</b>	1.76	2.46%
<b>Medio</b>	17.41	24.41%
<b>Bajo</b>	52.15	73.12%
<b>Total</b>	<b>71.32</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Finalmente, en la Figura 93 se detalla la distribución de la calidad visual en el Tramo 3.

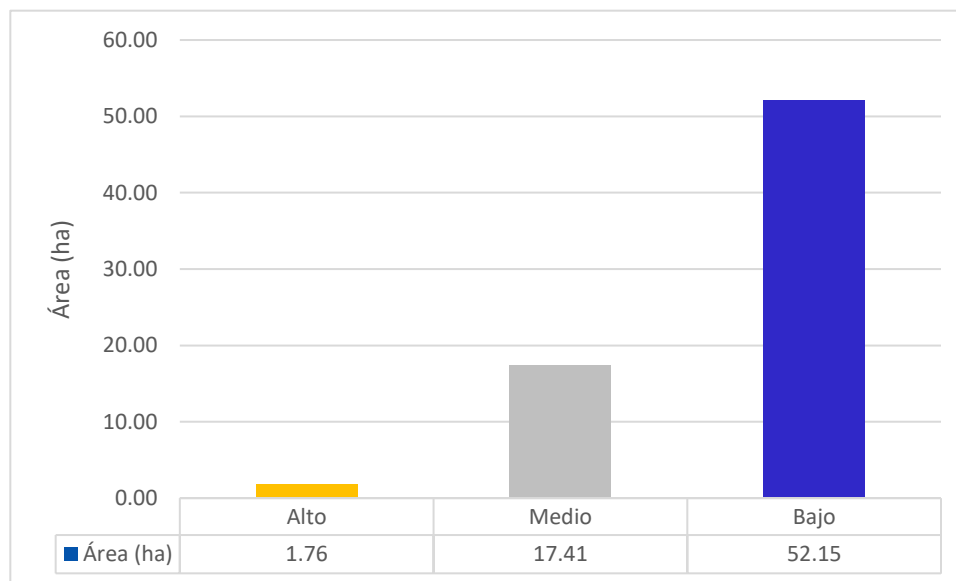


Figura 93 Distribución de la calidad visual en el Tramo 3 en superficie (ha)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.3.5 Tramo 4 Carrera 30 (Av. NQS) con Calle 8 Su hasta Av. Caracas con Calle 10

En el Tramo 4 se encuentran áreas asociadas con el contacto con la naturaleza, separadores viales y zonas verdes (Ronda hídrica del Canal Fucha). Estas áreas son identificadas por la población como reguladoras del ambiente y son representativas para el patrimonio natural y para garantizar el espacio público destinado a actividades de recreación y convivencia (Ver siguiente Fotografía).

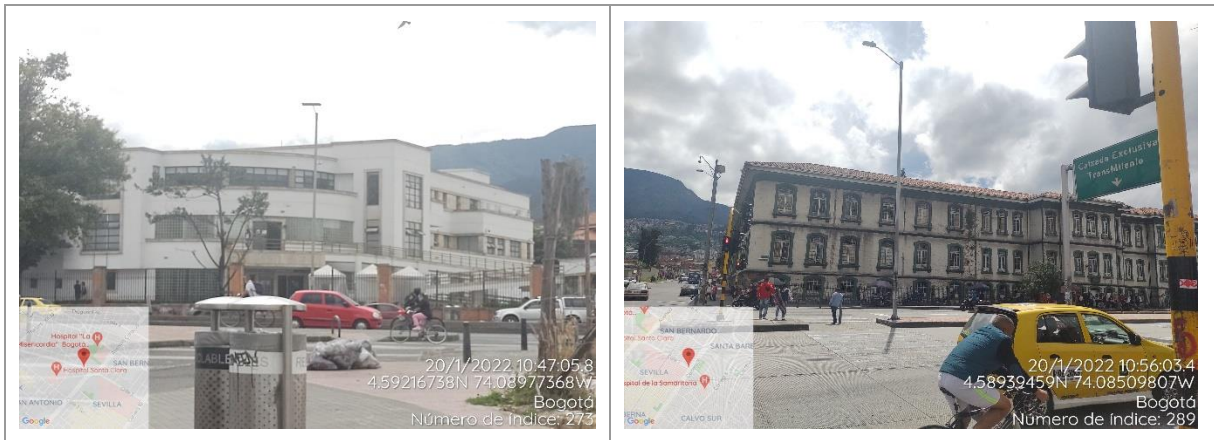


#### Fotografía 41 Espacios verdes presentes en el Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En lo que respecta a espacios recreativos en la zona, se identifican muy pocas áreas de este tipo, por lo cual la calificación asociada a la interacción de los habitantes con este tipo de áreas es baja. Sin embargo, con relación a la integración social, es posible encontrar diferentes estructuras de equipamientos como los colegios, centros médicos y hospitalarios, algunos centros educativos y diferentes centros asociados a diversos cultos religiosos (Ver siguiente Fotografía).





Fotografía 42 Equipamiento social en el Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con el análisis anterior y la información recopilada durante las entrevistas a los habitantes del sector, se pudo esclarecer que la variable contacto con la naturaleza está relacionada directamente con la presencia de zonas verdes en el área, por lo cual la valoración para esta variable es baja con 80.68%, relacionada directamente con el resultado obtenido para la variable de recreación que también es baja con 87.44%, pues en la zona se pudo identificar la necesidad de generar espacios verdes de uso colectivo que actúen como reguladores del equilibrio ambiental y sean parte del patrimonio natural, garantizando el espacio libre para la recreación (Figura 94). Por otra parte, en lo referente a variables como interacción social, predomina la valoración baja con un 47.83%; en este caso la integración social tiene en cuenta los centros educativos y las zonas culturales y de interés para la comunidad.



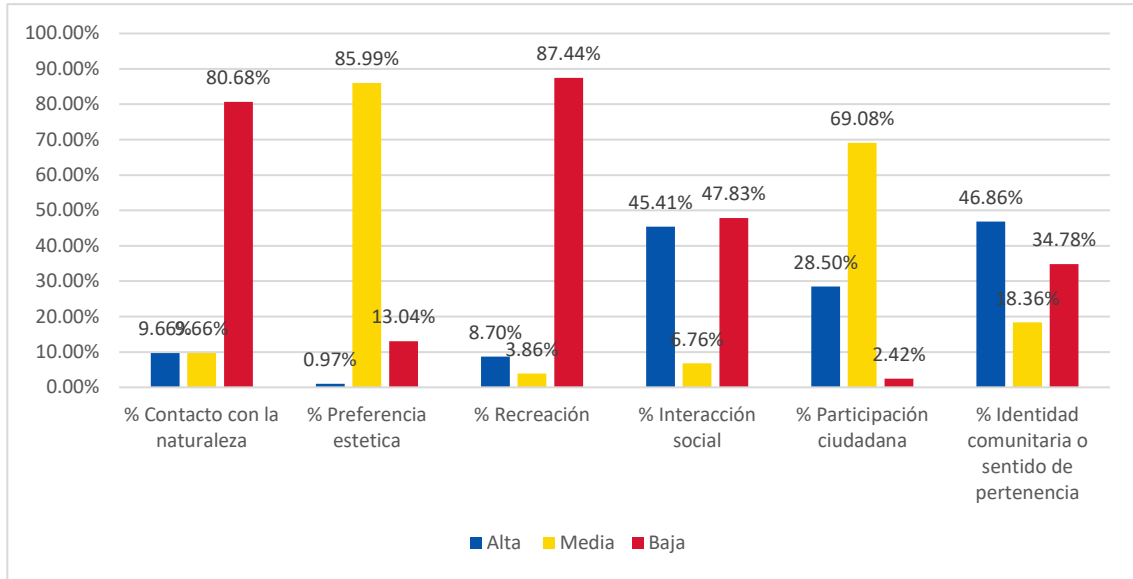


Figura 94 Distribución porcentual de las unidades del paisaje en el Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así pues, la evaluación final de la calidad visual del paisaje del Tramo 4 dio como resultado una valoración baja, resultado de la ponderación de las variables mencionadas anteriormente, teniendo en cuenta las diferencias de preferencia de cada uno de los elementos que componen el paisaje (Tabla 33). Al distribuir espacialmente la variable se tiene que el 52.14% del área se encuentra en una calidad baja.

Tabla 33 – Calidad visual del paisaje Tramo 4

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Alto</b>	24.56	22.63%
<b>Medio</b>	27.38	25.23%
<b>Bajo</b>	56.60	52.14%
<b>Total</b>	<b>108.54</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se destaca que la valoración media y alta cuentan con una representación del 25.23% y 22.63% respectivamente, es decir un 47.86% del área, con lo que es posible identificar la implicación que tienen las variables asociadas a las unidades de interacción social, participación ciudadana e identidad comunitaria o sentido de pertenencia, que están íntegramente asociadas al sentido de arraigo y los lazos de las familias con el espacio estudiado (Figura 95).

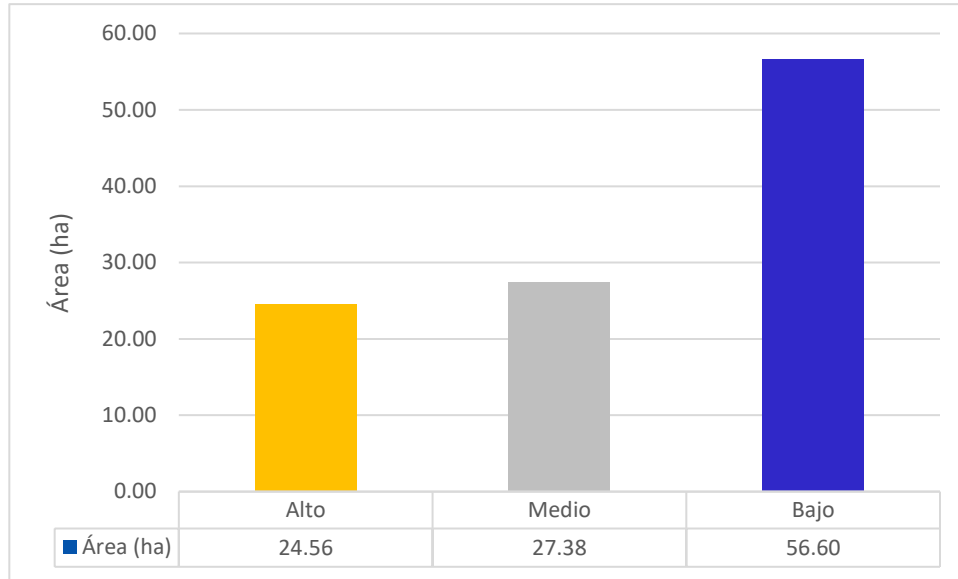


Figura 95 Calidad visual de paisaje – Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.3.6 Av. Caracas con Calle 13 hasta Av. Caracas con Calle 45

El área asociada a la zona del Tramo 5 es principalmente comercial, sin embargo, se observan algunas construcciones habitacionales en menor medida. Con relación al contacto con la naturaleza, se reconocen parques zonales como el Parque Tercer Milenio y algunas zonas verdes de menor tamaño. En el área se encuentra el denominado parque de bolsillo que es parte de las actividades de renovación urbana asociadas al centro internacional (Ver Fotografía 44).



Fotografía 43 Zonas verdes dentro del Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así bien, el Tramo 5 se distingue por ser llamado el centro histórico de la ciudad debido a que en el sector se encuentran muchas edificaciones de importancia histórica y cultural, sin embargo, este sector ha sufrido diferentes transformaciones a través del tiempo, por lo cual la población del sector reconoce

que existe poca vegetación y manifiesta la necesidad de renovación y mejoramiento sobre la Avenida Caracas (Ver siguiente fotografía).



Fotografía 44 Edificaciones asociadas al Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con la información recopilada y evaluada, se pudo establecer que, teniendo en cuenta las pocas zonas verdes y las áreas de jardines que se observan alrededor del Tramo 5, la variable de contacto con la naturaleza dio un resultado bajo (87,73 %), pues la gran mayoría de la zona presenta un paisaje muy urbanizado y son muy pocas las áreas verdes sobresalientes, incluyendo el bajo número de arbolado urbano. Esto coincide con lo expresado por la comunidad en la variable de participación

ciudadana que recibe una valoración media predominante (67,48 %) y donde se relaciona la necesidad de renovación y mejoramiento en ese aspecto sobre la Avenida Caracas.

Sin embargo, en la variable de preferencia estética se obtuvo una valoración media (91,02 %), aunque las áreas verdes y los espacios de recreación son reducidos, el área presenta diferente infraestructura de tipo histórico con valores estéticos reconocidos por la comunidad, como el Parque tercer Milenio, la iglesia del voto nacional y algunas áreas asociadas a la Av. Caracas que se caracterizan por estar organizadas visualmente.

En lo que respecta a la identidad comunitaria o sentido de pertenencia, se reconoce como alta (44,79 %), esto debido a que al existir una alta presencia de zonas comerciales se ha formado una comunidad a raíz de ello y se han formado grupos de comerciantes que buscan apoyarse en el marco de la inseguridad que se presenta en el sector (véase Figura 96).

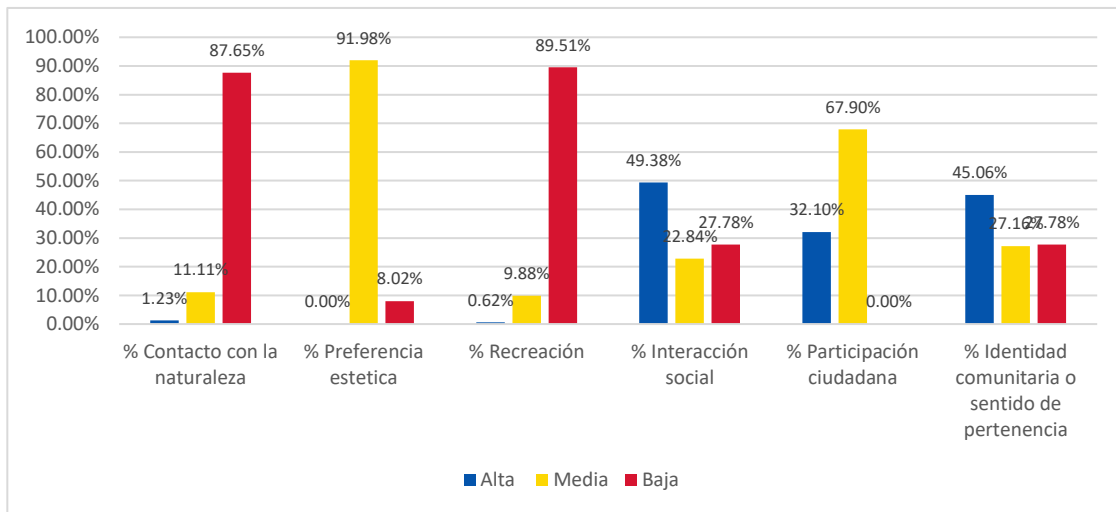


Figura 96 Resultados de cada una de las variables evaluadas para el Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Finalmente, fue posible establecer que la calidad visual del paisaje para el Tramo 5 presenta valores bajos con 35.71 ha (41.86%) (Tabla 34), esto asociado a las unidades de paisaje más importantes para esta zona son la preferencia estética, la recreación y la interacción social.

Tabla 34 – Calidad visual en el Tramo 5

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Alto</b>	19.21	22.52%

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Medio</b>	30.38	35.61%
<b>Bajo</b>	35.71	41.86%
<b>Total</b>	<b>85.30</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

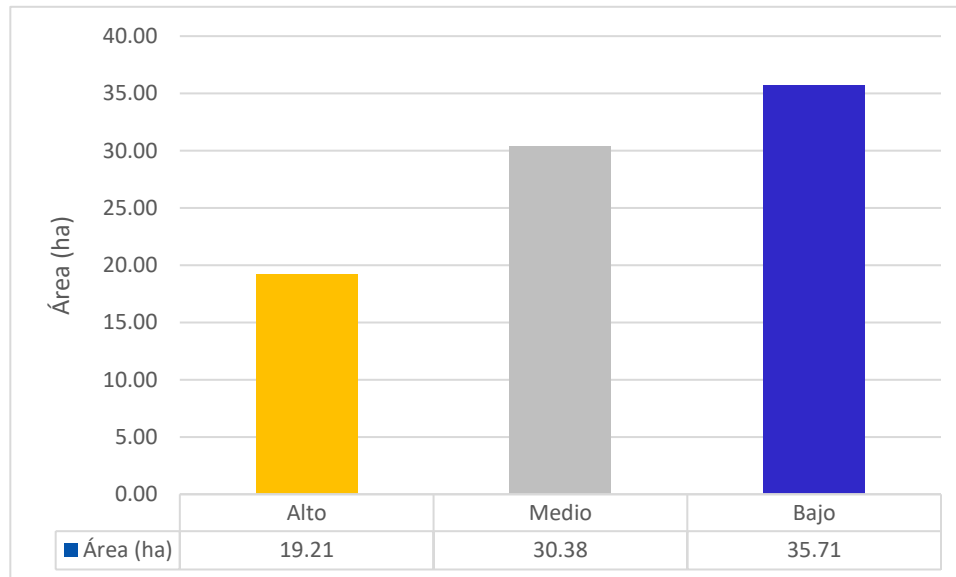


Figura 97 Calidad visual del paisaje en el Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.3.7 Tramo 6 Av. Caracas con Calle 45 hasta Av. Carrera 20 con Calle 80 Bis

El Tramo 6 se encuentra en un sector principalmente residencial y comercial, sin embargo, en la zona la presencia de zonas verdes se limita principalmente a andenes y separadores (Ver siguiente fotografía).





Fotografía 45 Zonas verdes identificadas a lo largo del Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En lo que respecta a preferencia estética para el área del Tramo 6 se encuentran valores altos asociados a el tipo de infraestructura que existe en la zona, se contemplan sectores tradicionales de la ciudad como lo es Teusaquillo y Chapinero (ver Fotografía 46).





Fotografía 46 Infraestructura presente en el Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con base en lo anterior, fue posible establecer que el Tramo 6, la variable de contacto con la naturaleza asociada al número de zonas verdes y áreas de recreación es baja (96.02%) (Figura 98) pues pese a que en la zona existen separadores viales con áreas verdes y una presencia de arbolado urbano a lo largo del corredor, se denota insuficiencia de áreas como parques urbanos y áreas aptas para la recreación. En cuanto a la variable de preferencia estética, se obtuvieron valores medios (96.02%), esto debido a la percepción visual que se tiene de la zona, donde se destaca infraestructura con características arquitectónicas y el arbolado urbano que se mezcla de manera armoniosa con el entorno, sin embargo, en cuanto a la variable de recreación se califica como baja (96.02%) debido a la poca disponibilidad de parques en los que los habitantes pueden interactuar con sus familiares y amigos.

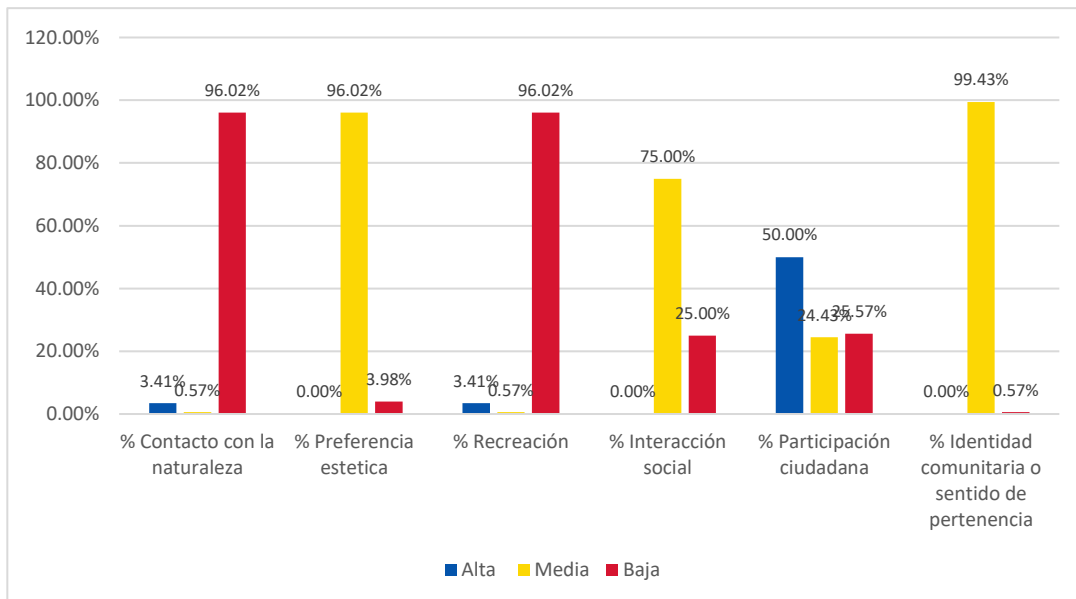


Figura 98 Resultados de cada una de las variables analizadas -Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por último, de acuerdo con las variables anteriores, la calidad de calidad visual en el Tramo 6 tuvo en cuenta el valor primordial que le dan los habitantes de la zona a la preferencia estética, la interacción social e identidad comunitaria o sentido de pertenencia; dando como resultado una valoración media de la calidad visual el 49.16% (39.19 ha) del área evaluada, véase Tabla 35.

Tabla 35 – Calidad visual del paisaje – Tramo 6

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
<b>Alto</b>	0.56	0.70%
<b>Medio</b>	39.19	49.16%
<b>Bajo</b>	39.97	50.14%
<b>Total</b>	<b>79.73</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se destaca que, pese a que en calidad visual predomina la valoración media, el 49,16 % (39,19 ha) del área evaluada presentan una valoración baja esto conforme con lo identificado para la relación contacto con la naturaleza y recreación. (Véase Figura 99)

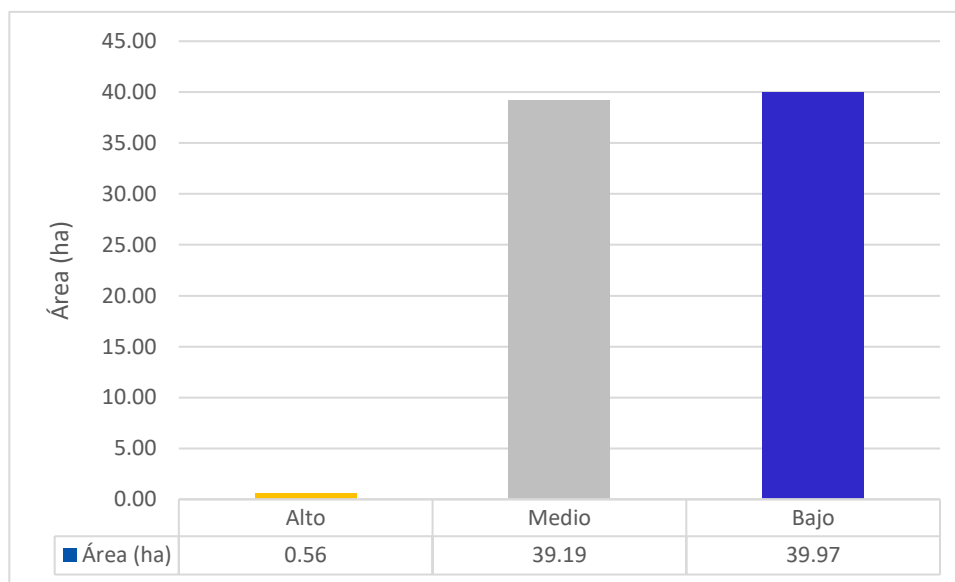


Figura 99 Valoración de la calidad visual del paisaje - Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 100 Distribución de la calidad visual para el AII Paisaje

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.4 Suelos

El objetivo principal de la investigación en la ciencia del suelo es la comprensión de la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones del suelo, como parte del paisaje y los ecosistemas, la caracterización del componente suelo consideró los siguientes ítems:

- ▶ Identificación del uso actual y potencial del suelo y su relación con el Proyecto acorde con el Plan de Ordenamiento Territorial – POT.
- ▶ Elaboración de mapas a escala de 1:10.000 para el área de influencia directa, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del Proyecto con los cambios en el uso del suelo.

#### 5.2.1.4.1 *Uso reglamentado del suelo*

El suelo es un cuerpo natural que comprende sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural (USDA, 2010).

El suelo es un recurso natural esencial que cumple funciones fundamentales dentro de los ecosistemas; es el elemento integrador entre las distintas esferas del planeta (pedósfera, hidrósfera, atmósfera, geósfera, biósfera) y constituye además, medio para el crecimiento de plantas naturales y cultivadas, filtro natural para el agua superficial y subterránea, sitio de reciclaje de nutrientes y descomposición de residuos orgánicos, productor y almacenador de gases y hábitat de una variada biodiversidad, entre otros (IGAC, 2003).

El territorio del Distrito Capital, de acuerdo con lo presentado en el Decreto 555 de 2021, que conforma el Plan de Ordenamiento Territorial, establece en el Capítulo 1 el Modelo de Ocupación Territorial – MOT multiescalar, el cual, especifica el componente de la clasificación del suelo rural, urbano y de expansión y los define de la siguiente manera:

- ▶ Suelo Rural: Está constituido por los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.
- ▶ Suelo Urbano: Está constituido las áreas del territorio del Distrito Capital destinadas a usos urbanos que cuentan con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, que posibilitan la urbanización y edificación, según sea el caso. Pertenecen a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación y las áreas de mejoramiento integral.
- ▶ Suelo de Expansión Urbana: Está constituido por la porción del territorio, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del presente Plan. La determinación de este suelo se ajusta a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

El suelo de protección está constituido por las zonas y áreas de terreno localizadas dentro de cualquiera de las anteriores clases de suelo, que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse

El análisis de suelos para el área de influencia directa e indirecta se realizó acorde con las categorías de las áreas y zonas de actividad, asociando la compatibilidad de las categorías en función de usos

permitidos principales, complementarios y restringidos, los cuales se encuentran definidos en el artículo 242 POT (Decreto 555 de 2021), así:

- ▶ **Uso principal:** Uso predominante, que determina el destino urbanístico del Áreas de Actividad y como tal, se permite en la totalidad del área, zona o sector objeto de reglamentación.  
Uso complementario: Aquel que contribuye al adecuado funcionamiento del uso principal y se permite en los lugares que señale la norma específica.
- ▶ **Uso restringido:** Uso que no es requerido para el funcionamiento del uso principal, pero que bajo determinadas condiciones normativas puede permitirse.

Áreas de Actividad del suelo urbano y de expansión urbana. En función de la estructura urbana definida en el POT 555 del 2021, el suelo urbano y de expansión se zonifica en tres (3) áreas de actividad, Así:

- ▶ **Área de Actividad Estructurante.** Corresponde a las zonas interconectadas a través de corredores de alta y media capacidad con el resto de la ciudad, y en las cuales se permite mayor intensidad en la mezcla de sus usos.

Se compone de dos zonas:

- ▶ **Zona receptora de vivienda de interés social.** Corresponde a las áreas que por sus condiciones de soportes urbanos buscan la mezcla social del hábitat, incentivando la producción de vivienda de interés social.
- ▶ **Zona receptora de actividades económicas.** Comprende a las áreas donde se busca incentivar la localización de actividades económicas y nuevos empleos.
- ▶ **Área de Actividad de Proximidad.** Corresponde a las zonas cuyo uso principal es el residencial, destinadas a la configuración de tejidos residenciales y socioeconómicos locales que permiten el acceso y cercanía de su población a los servicios y al cuidado inmediato requerido, y en el cual se promueve el incremento de la vitalidad urbana, la interacción social y la vida en comunidad, salvaguardando la calidad residencial de los territorios que la conforman.

Se compone de dos zonas:

- ▶ **Zona generadora de soportes urbanos.** Corresponde a las áreas que por sus condiciones tienen el potencial de aportar al equilibrio territorial con la generación de soportes urbanos.
- ▶ **Zona receptora de soportes urbanos.** Corresponde a las áreas más deficitarias en soportes urbanos densamente pobladas, donde se requiere consolidar los tejidos socioeconómicos locales y mejorar los entornos urbanos.
- ▶ **Área de Actividad de Grandes Servicios Metropolitanos.** Corresponde a las áreas destinadas a la localización de usos que promueven el desarrollo económico, necesarias para el funcionamiento de la ciudad, que aportan servicios para todos los habitantes, albergan aglomeraciones de servicios sociales especializados, y permiten mayor intensidad de los usos económicos.

- ▶ Plan Especiales de Manejo y Protección (PEMP). Es el instrumento de gestión del patrimonio cultural por medio del cual se establecen las acciones necesarias para garantizar su protección, conservación y sostenibilidad.

#### 5.2.1.4.2 Área de influencia indirecta – All

En la Tabla 36 y Figura 101 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03), se presenta el uso reglamentado del suelo en el All del medio abiótico del proyecto. Como se observa, el mayor porcentaje del área correspondiente a 2923,26Ha (95,75%) se clasifica en suelo urbano, seguido por el suelo Rural que equivale a 91,05 Ha (2,98%).

Tabla 36 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Indirecta – All, según POT

Clasificación del suelo	Área (ha)	Área (%)
Suelo Rural	91,05	2,98
Suelo de expansión	23,54	0,77
Suelo Urbano	2923,26	95,75
Otras Áreas (Mosquera)	15,14	0,50
<b>Total</b>	<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

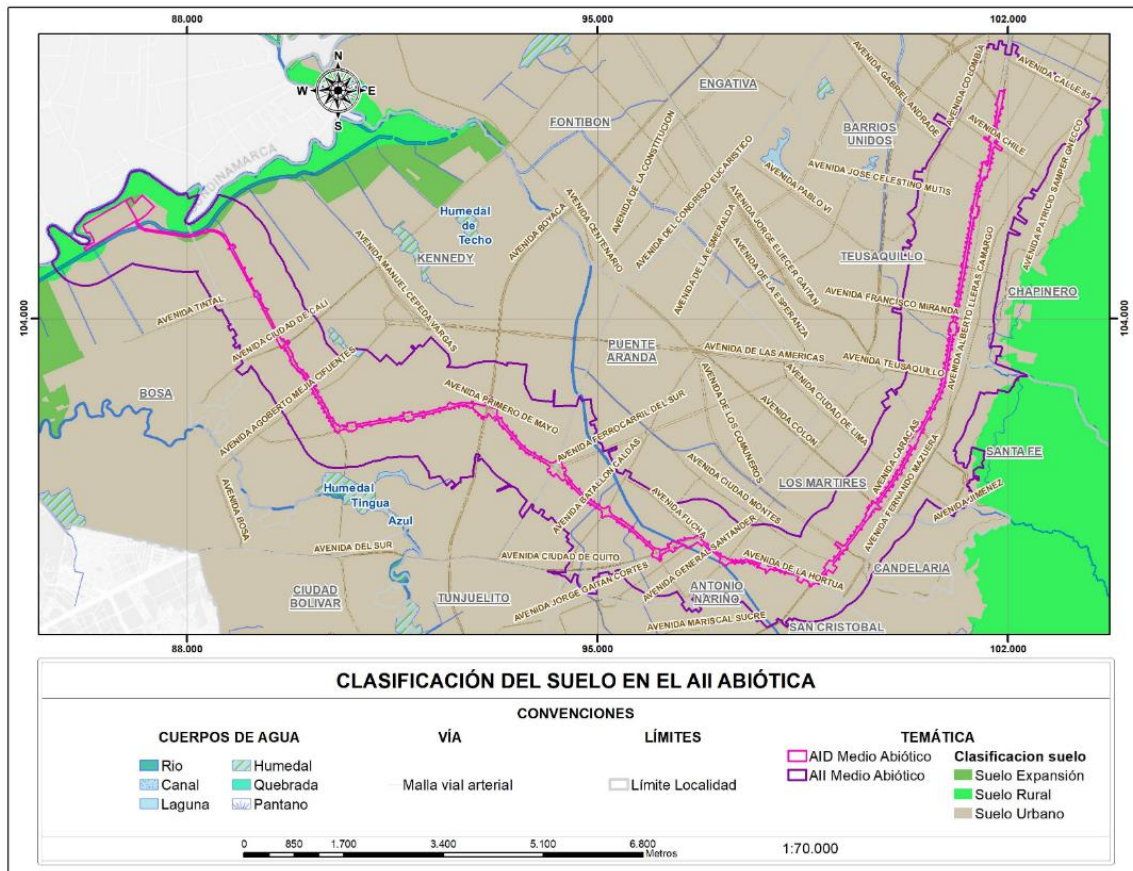


Figura 101 Clasificación del Suelo en el AII Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, en la Tabla 37 se presenta la destinación de las áreas de actividad en cada clasificación del suelo, indicando las áreas de actividad, zonas de actividad, cantidad en área y valor porcentual del uso reglamentado del suelo en el AII.

Tabla 37 – Compatibilidad de Usos para las Áreas y Zonas de Actividad en el AII

Áreas de actividad	Zona de actividad	Área (Ha)	Área (%)
Área de Actividad de Proximidad - AAP	Receptora de soportes urbanos	447,05	14,64
	Generadora de soportes urbanos	460,62	15,09
Área de Actividad Estructurante - AAE	Receptora de actividades económicas	542,24	17,76
	Receptora de vivienda de interés social	879,84	28,82
Área de Actividad Grandes Servicios Metropolitanos - AAGSM	Grandes Servicios Metropolitanos	142,44	4,67

Áreas de actividad	Zona de actividad	Área (Ha)	Área (%)
Plan Especial de Manejo y Protección - PEMP BIC Nacional	Manejo y Protección	273,50	8,96
Otras Áreas	Otras Áreas	307,30	10,07
<b>Total</b>		<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

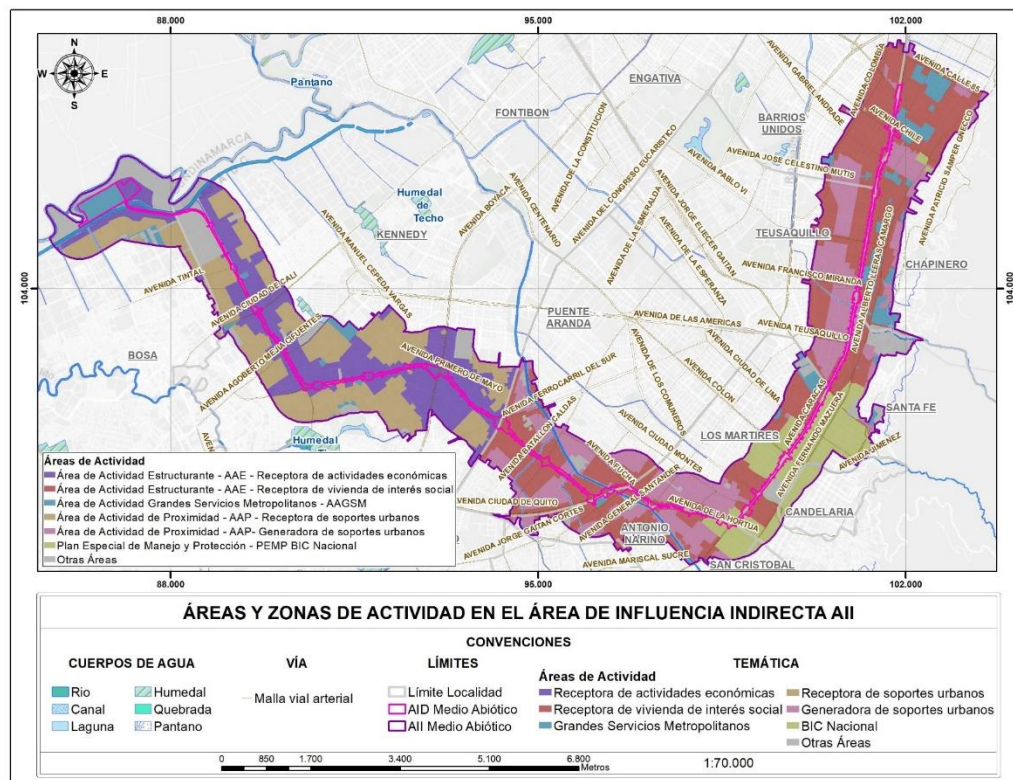


Figura 102 Áreas y Zonas de Actividad en el Área de Influencia Indirecta AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como se observa, el área más representativa es Receptora de vivienda de interés social, la cual se distribuye en 28,82%, en segundo lugar se clasifica la zona Receptora de actividades económicas con un 17,76%, la Zona de actividad Generadora de soportes Urbanos representa un 15,09%, posterior a esta se encuentra con un 14,64 % la Zona Receptora de soportes Urbanos que hace parte del Área de Actividad de Proximidad - AAP de conflictos de uso, con un 10,07% se clasifican otras áreas, el 13,62% restante corresponden a áreas de Plan Especial de Manejo y Protección -PEMP BIC Nacional (8,96%) y Área de Actividad Grandes Servicios Metropolitanos – AAGSM (4,67%)

### 5.2.1.4.3 Área de influencia Directa – AID

Para el área de influencia directa – AID de acuerdo con lo establecido en el POT, el suelo es urbano en un 98,77% (187,10 Ha), Suelo de expansión representa un 1,22% (2,31Ha) y el Suelo Rural 0,02% (0,03Ha), Tabla 38.

Tabla 38 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Directa – AID, según POT

Clasificación del suelo	Área (ha)	Área (%)
Suelo Rural	0,03	0,02
Suelo de expansión	2,31	1,22
Suelo Urbano	187,10	98,77
<b>Total</b>	<b>189,43</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La Figura 103 evidencia que el Área de Actividad Estructurante - Receptora de vivienda de interés social se distribuye en un 37,16 % del AID; En segundo lugar, se presenta el Área de Actividad Estructurante - Receptora de actividades económicas con un 24,06 %. A esta le sigue con una representación del 18,29% las Áreas de Actividad Grandes Servicios Metropolitanos -AAGSM, seguidamente están las Áreas de Plan Especial de Manejo y Protección – PEMP BIC Nacional – Manejo y Protección (8.15%) 15,43Ha, dentro de las categorías que presentan menos porcentaje de cobertura se encuentran la clasificación de Otras Áreas, Área de Actividad de Proximidad - Generadora de soportes urbanos y Área de Actividad de Proximidad - Receptora de soportes urbanos y, que presentan valores porcentuales de 6,33, 5,22 y 0,791%.

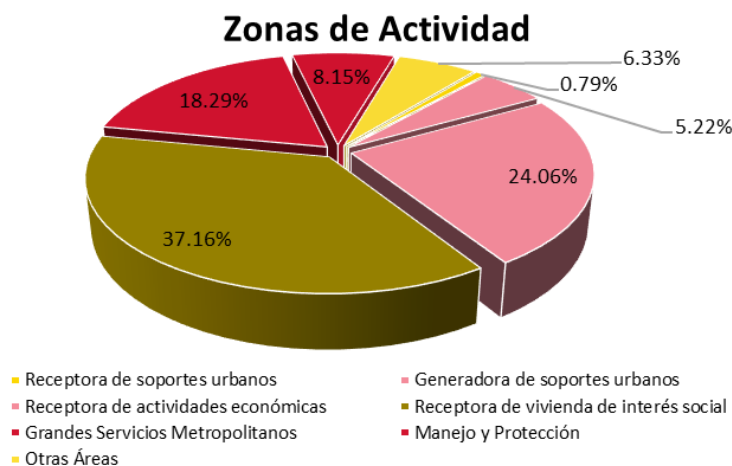


Figura 103 Distribución porcentual de las Áreas y Zonas de Actividad en el AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.4.4 *Uso actual del suelo*

El uso del suelo está determinado por factores ambientales (las características del suelo, el clima, la topografía, la vegetación), y también refleja la importancia del suelo como un factor fundamental para la producción. Para entender los cambios del uso del suelo en el pasado y proyectar su trayectoria en el futuro, requerimos entender las interacciones de las fuerzas humanas que motivan la producción y el consumo (Turner, 1993)

El uso actual del suelo se caracteriza teniendo como marco de referencia el mapa de Coberturas de la tierra, a partir del cual se realiza una agrupación de las categorías de coberturas identificadas, basadas en similitud visual y funcionalidad, lo cual permite definir áreas con un uso homogéneo, las cuales fueron corroboradas a través de visitas de verificación en campo.

Con respecto al uso actual del suelo en el Área de influencia, como se observa en la Figura 104 (ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03) y Tabla 39, el porcentaje más alto del área lo tienen los usos Generadores de soportes Urbanos en un área de 819,92 Ha (27%). Las áreas sin actividad o Uso ocupan el segundo lugar en proporción dentro del área de Influencia Indirecta, con 682,17 Ha(22%). Luego se ubican otras áreas 21% (655,08Ha) del área, receptora de actividades económicas 585,72Ha (19%) y finalmente un área de grandes servicios Metropolitanos ocupa un área de 310,10Ha y un 10%.

Tabla 39 – Uso del suelo en el AII

Uso del Suelo	Área en Ha	%
Generadora de soportes urbanos	819,92	27
Grandes Servicios Metropolitanos	310,10	10
Otras Áreas	655,08	21
Receptora de actividades económicas	585,72	19
Sin Actividad o Uso	682,17	22
<b>Total, general</b>	<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



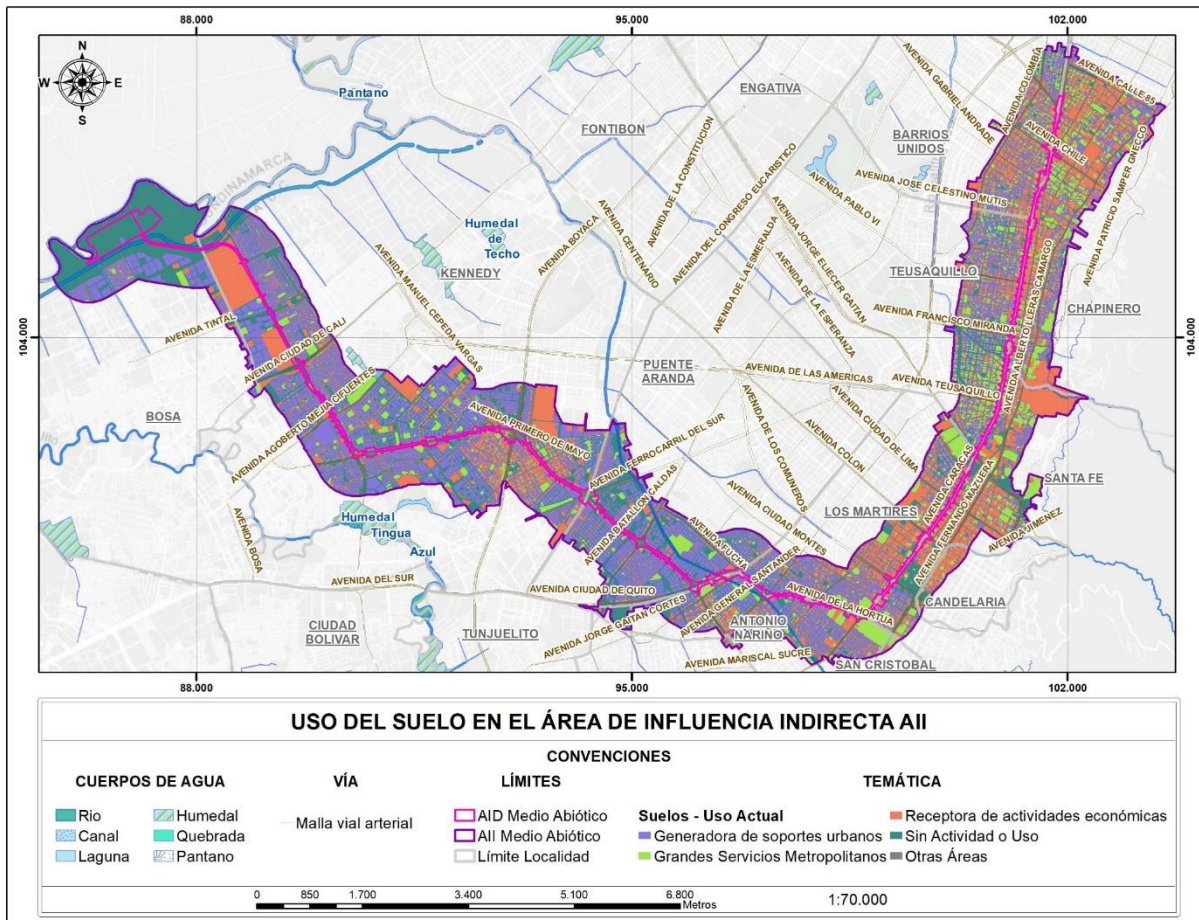


Figura 104 Uso del Suelo del Área de Influencia Indirecta AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.4.5 Conflictos del uso del suelo

##### ► Conflictos por subutilización

Calificación dada a los suelos donde el ecosistema dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles (CODAZZI, 2002).

##### ► Conflictos por sobreutilización

Suelos donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a los suelos, de acuerdo con sus características agroecológicas (CODAZZI, 2002).

Para la clasificación del conflicto del uso del suelo se cruzan las capas de Mapas geográficos de uso reglamentado y uso actual del suelo en el área de Influencia y se agrupan las áreas de actividad para determinar el tipo de conflicto por actividad. La Tabla 40 muestra esta clasificación del conflicto en área y representación porcentual.

Tabla 40 – Clasificación de Conflicto del Uso del suelo en el AII

Conflicto	Área (Ha)	Área (%)
Adecuado	1882,65	62
Subutilizado	599,73	20
Sobreutilizado	529,71	17
Otras Áreas	40,89	1
<b>Total</b>	<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 41 – Conflictos de Uso del Suelo por Actividad para el AII

Área Actividad	Uso actual	Conflicto	Área (Ha)	Área (%)
Área de Actividad de Proximidad - AAP - Receptora de soportes urbanos	Grandes Servicios Metropolitanos	Adecuado	1882,65	62%
	Otras Áreas			
	Receptora de actividades económicas			
Área de Actividad de Proximidad - AAP- Generadora de soportes urbanos	Generadora de soportes urbanos			
	Grandes Servicios Metropolitanos			
	Otras Áreas			
Área de Actividad Estructurante - AAE - Receptora de actividades económicas	Grandes Servicios Metropolitanos			
	Otras Áreas			
	Receptora de actividades económicas			
Área de Actividad Estructurante - AAE - Receptora de vivienda de interés social	Generadora de soportes urbanos			
	Grandes Servicios Metropolitanos			
	Otras Áreas			

Área Actividad	Uso actual	Conflicto	Área (Ha)	Área (%)
	Receptora de actividades económicas			
Área de Actividad Grandes Servicios Metropolitanos - AAGSM	Generadora de soportes urbanos			
	Grandes Servicios Metropolitanos			
	Otras Áreas			
	Receptora de actividades económicas			
Otras Áreas	Grandes Servicios Metropolitanos			
	Sin Actividad o Uso			
Plan Especial de Manejo y Protección -PEMP BIC Nacional	Grandes Servicios Metropolitanos			
	Otras Áreas			
	Sin Actividad o Uso			
Área de Actividad de Proximidad - AAP - Receptora de soportes urbanos	Sin Actividad o Uso	Subutilizado	599,73	20%
Área de Actividad de Proximidad - AAP- Generadora de soportes urbanos	Sin Actividad o Uso			
Área de Actividad Estructurante - AAE - Receptora de actividades económicas	Generadora de soportes urbanos			
	Sin Actividad o Uso			
Área de Actividad Estructurante - AAE - Receptora de vivienda de interés social	Sin Actividad o Uso			
Área de Actividad Grandes Servicios Metropolitanos - AAGSM	Sin Actividad o Uso			
Área de Actividad de Proximidad - AAP - Receptora de soportes urbanos	Generadora de soportes urbanos	Sobreutilizado	529,71	17%

Área Actividad	Uso actual	Conflicto	Área (Ha)	Área (%)
Área de Actividad de Proximidad - AAP- Generadora de soportes urbanos	Receptora de actividades económicas			
Otras Áreas	Generadora de soportes urbanos			
	Receptora de actividades económicas			
Plan Especial de Manejo y Protección -PEMP BIC Nacional: se rige por lo establecido en la Resolución que lo aprueba o la norma que la modifique o sustituya	Generadora de soportes urbanos			
	Otras Áreas			
	Receptora de actividades económicas			
Otras Áreas	Otras Áreas	Otras Áreas	40,89	1%
Total			3052,9873 9	100%

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El uso Adecuado tiene una representación del 62% (1882,65Ha), Subutilizado 599,73Ha con porcentaje de 20%, Sobreutilizado un 17% (529,71Ha) y finalmente Otras Áreas un 1% (40,89Ha).

En la Figura 105 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03) se muestra la distribución espacial de los conflictos del suelo determinados en el área de Influencia del corredor de La Primera Línea del Metro de Bogotá.

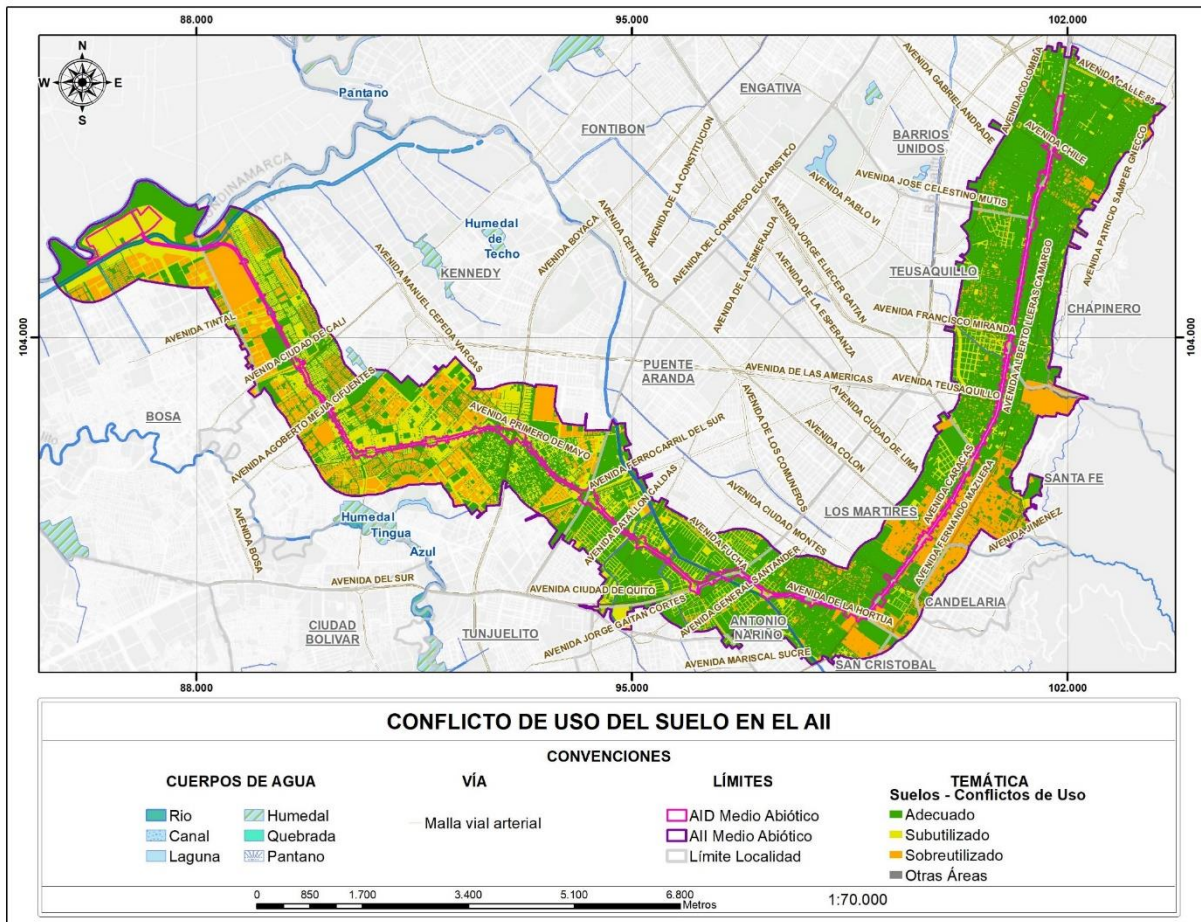


Figura 105 Conflicto de Uso del Suelo en el AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.1.4.6 Vulnerabilidad de los suelos a la contaminación por las actividades del proyecto

El análisis se orienta a evaluar la vulnerabilidad del suelo frente a situaciones de contaminación asociadas a combustibles, materiales residuales, derrames de sustancias tóxicas, entre otros.

De acuerdo con la información secundaria del EIAS en la etapa de estructuración, elaborado por el (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), se presentaron los puntos de monitoreo de suelos donde se cuenta con información de análisis químicos de laboratorio. Ver Tabla 42 y Figura 106 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03). Las muestras analizadas para los primeros seis (6) puntos de monitoreo, corresponden a parte del material retirado de las perforaciones realizadas para el componente de geotecnia, mientras que los últimos tres (3) puntos corresponden al lugar donde se realizó la descripción del perfil de suelo en el Patio-Taller con muestreo en las tres (3) primeras capas identificadas en campo, donde se realizaron análisis fisicoquímicos.

Tabla 42 – Coordenadas Puntos de Monitoreo de Suelos

Id	Punto	Coordenadas Magna Ciudad Bogotá	
		Este	Norte
1	PT-CALLE 72	101.745	107.036
2	PT-CALLE 45	101.090	103.891
3	PT HOSPITALES	98.955	99.771
4	PT -AV 1 DE MAYO BOY	92.649	102.571
5	PT-VIBLA-01	90.141	102.820
6	PT-PLMB-PT-01	86.683	105.513
7	PT-PLMB-AGRO-02-S	86.717	105.496
8	PT-PLMB-AGRO-02-M	86.717	105.496
9	PT-PLMB-AGRO-02-F	86.717	105.496

Fuente: EIAS Etapa de estructuración de la PLMB (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019).

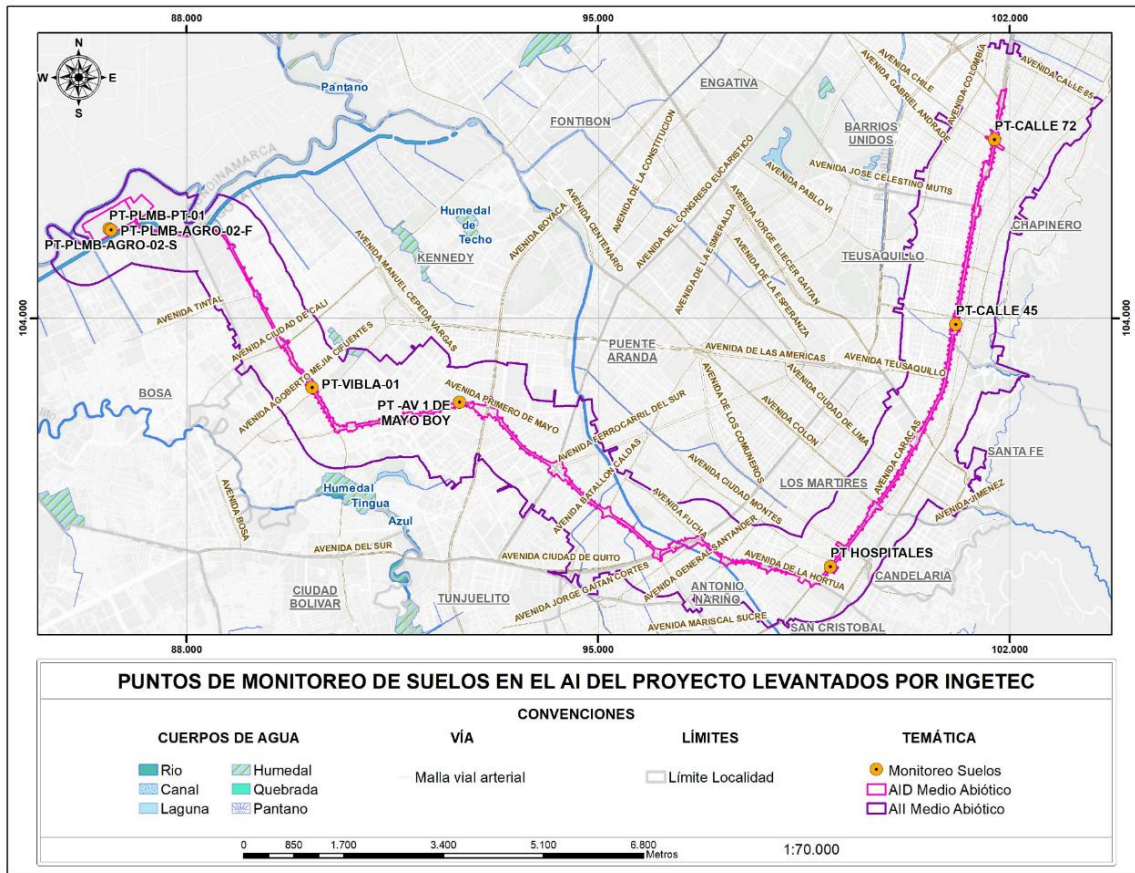


Figura 106 Puntos de Monitoreo de Suelos en el AI del proyecto levantados por INGETEC

Fuente: Adaptado y modificado de INGETEC 2017

Los análisis fisicoquímicos fueron realizados por el laboratorio K2 INGENIERÍA S.A.S., siguiendo los métodos analíticos consignados a continuación en la Tabla 43.

Tabla 43 – Parámetros analizados en el monitoreo de suelos

Ensayo	Método	Unidades
Arsénico Total	Digestión AA	mg/kg
Bario Total	Digestión AA	Mg/kg
Cadmio Total	Digestión AA	mg/kg
Cobre Total	Digestión	mg/kg
Cromo Total	Digestión	mg/kg
Mercurio Total	Espectrofotometría	mg/kg

Ensayo	Método	Unidades
Molibdeno	Digestión	mg/kg
Níquel Total	Digestión	mg/kg
Plata Total	Digestión	mg/kg
Plomo Total	Digestión AA	mg/kg
Selenio Total	Digestión AA	mg/kg
Zinc Total	Digestión AA	mg/kg
Hidrocarburos Totales	Extracción	%
Humedad Natural	Gravimétrico	%
Conductividad Eléctrica	Pasta de saturación	mmhos/cm
pH	Electrometría	Und. De pH
% Sodio Intercambiable (PSI)	Na Extraído	%
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	Soluble en pasta de saturación	Sin und.

Fuente: K2 INGENIERÍA S.A.S., 2017 EIAS (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019)

Actualmente, el país no cuenta con legislación nacional vigente que regule los contenidos de metales pesados en los suelos (Mahecha Pulido, Trujillo González, & Torres Mora, 2015). para evaluar la alteración del recurso suelo y comparar los análisis con los parámetros analizados en las muestras. Por tal razón, el establecimiento de la contaminación no debe realizarse de manera genérica para todos los suelos, sino que hay que tener presente el tipo, la composición y el uso actual o potencial de cada uno, dado que el contenido natural de metales pesados en suelos es muy variable, en la medida que en algunos sitios los niveles de fondo podrán ser superiores o inferiores (Rueda Saa, Rodríguez Victoria, & Madriñán Molina, 2011). De esta forma, los resultados obtenidos de los suelos del área de influencia proyecto de Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá, se evalúan con los criterios de Guía Canadiense para la Calidad del Suelo para la Protección de la Salud Ambiental y Humana y Guidelines British Columbia, donde se establecen los criterios para suelos de tipo Residencial (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019).



Tabla 44 –Criterios de evaluación de suelos según la Guía canadiense de calidad de suelos

Parámetro	Canadian Environmental Quality Guidelines (mg/kg)
pH	6,0-8,0
TPH	150
Aceites y Grasas	
Arsénico	12
Bario	2000
Cadmio	22
Cromo	87
Cobre	91
Estaño	300
Mercurio	50
Níquel	50
Plomo	600
Talio	1
Zinc	360

Fuente: Guía Canadiense Calidad del Suelo para la Protección de la Salud Ambiental y Humana y Guidelines British Columbia

Por otra parte, en cuanto a parámetros propios de las propiedades químicas del suelo, las comparaciones se pueden hacer con los valores de referencia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 45 – Consideraciones Generales para Interpretar Análisis Químicos de Suelos

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI											
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA - LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS											
CONSIDERACIONES GENERALES PARA INTERPRETAR ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS											
pH (H <sub>2</sub> O)	APRECIACIÓN	P mg Kg <sup>-1</sup> (BRAY II)	K cmol (+) Kg <sup>-1</sup>	C.O (%)			N.Totál (%)			CIC cmol (-) Kg <sup>-1</sup>	SATURACION DE BASES (SB) %
				CLIMA			CLIMA				
1:1				FRIO	MEDIO	CÁLIDO	FRIO	MEDIO	CÁLIDO		
<4.5 EXTREMADAMENTE ÁCIDO	BAJO	<15	<0.2	<2.5	<1.7	<1.2	<0.25	<0.15	<0.10	<10	<35
	MEDIO	15 - 40	0.2 - 0.4	2.5 - 8.1	1.7 - 2.5	1.2 - 2.3	0.25 - 0.50	0.15 - 0.30	0.10 - 0.20	10 - 20	35 - 50
	ALTO	>40	>0.4	>8.1	>2.5	>2.3	>0.50	>0.30	>0.20	>20	>50
4.6 - 5.0 MUY FUERTEMENTE ÁCIDO											
5.1 - 5.5 FUERTEMENTE ÁCIDO	APRECIACIÓN	RELACIONES				CLASIFICACION DE ACUERDO CON SALES Y SODIO				PORCENTAJE SATURACION ACIDEZ INTERCAMBIABLE (S.A.I)	APRECIACIÓN
		Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K						
5.6 - 6.0 MEDIANAMENTE ÁCIDO	RELACION IDEAL	2 - 4	3	6	10	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA dS m <sup>-1</sup>	PORCENTAJE SATURACION SODIO INTERCAMBIABLE (PSI)	CLASE	<15	SIN PROBLEMAS EN GENERAL LIMITANTE PARA CULTIVOS SUSCEPTIBLES	
	K DEFICIENTE		>18	>30	>40	0 - 2 2 - 4	INFERIOR	NORMAL			
6.1 - 6.5 LIGERAMENTE ÁCIDO	Mg DEFICIENTE	>10	<1			4 - 8 8 - 16		A	LIMITE	15 A 30	LIMITANTE PARA CULTIVOS MODERADAMENTE TOLERANTES
							S1				
6.6 - 7.3 NEUTRO	CONTENIDO ÓPTIMO	ELEMENTOS MENORES* (mg Kg <sup>-1</sup> )				>16	SUPERIOR	S2	30 A 60	LIMITANTE PARA CULTIVOS TOLERANTES	
		Zn	Cu	Mn	Fe	0 - 4		Na			
7.4 - 7.8 LIGERAMENTE ALCALINO	SUELO	3 - 6	1.5 - 3	15 - 30	20 - 30	4 - 8 8 - 16	A	Na51	>60	NIVELES TOXICOS PARA LA MAYORIA DE CULTIVOS	
								Na52			
7.9 - 8.4 MEDIANAMENTE ALCALINO	PLANTA	30 - 100	5 - 25	30 - 200	60 - 500	>16	15%	Na53			
8.5 - 9.0 FUERTEMENTE ALCALINO											
>9.0 EXTREMADAMENTE ALCALINO											

\*Extractables con DTPA en suelos; digestión húmeda en tejido vegetal.  
Boro en suelos ( extractable en agua caliente ): 0.5 - 1.0 mg Kg<sup>-1</sup>.  
Boro en tejido vegetal : 30-80 mg Kg<sup>-1</sup>.

ÁREA DE QUÍMICA

Fuente: IGAC, 2017

En el “INFORME CARACTERIZACIÓN SUELOS INGETEC” se relacionan los resultados de análisis de laboratorio de los suelos del área de influencia del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá y se observa el comportamiento de los análisis con respecto a las legislaciones anteriormente nombradas. Los suelos analizados, reportan concentraciones que se ajustan a los criterios que establece en las normativas.

#### 5.2.1.4.7 Conclusión

Para el Uso actual del suelo en el AI el porcentaje más alto del área lo tienen los usos Generadores de soportes Urbanos en un área de 819,92 Ha (27%). Las áreas sin actividad o Uso ocupan el segundo lugar en proporción dentro del área de Influencia Indirecta, con 682,17 Ha (22%). Luego se ubican otras áreas 21% (655,08Ha) del área, receptora de actividades económicas 585,72Ha (19%) y finalmente un área de grandes servicios Metropolitanos ocupa un área de 310,10Ha y un 10%.

El uso Adecuado tiene una representación del 62% (1882,65Ha), Subutilizado 599,73Ha con porcentaje de 20%, Sobreutilizado un 17% (529,71Ha) y finalmente Otras Áreas un 1% (40,89Ha).

#### 5.2.1.5 Amenazas naturales

Debido a que la ciudad de Bogotá está ubicada en el Altiplano Cundiboyacense, en la parte central de la Cordillera Oriental, presenta diferentes amenazas naturales que se refieren específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades. A continuación, se describen las amenazas naturales que pueden afectar la zona de La Primera Línea del Metro de Bogotá relacionadas con: terremotos, inundaciones y procesos de remoción en masa.

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER, 2022) cuenta con un registro de 10.501 eventos desde primer semestre de 2002 al segundo semestre de 2013, de los cuales el 50.4% corresponde a inundaciones y el restante 49,6% a procesos de movimientos en masa, ocurridos estos últimos durante las temporadas de lluvias.

La Secretaría Distrital de Planeación, (2013) registra que durante el periodo comprendido entre el 2002 y el 2012 se presentaron en Bogotá aproximadamente 4.169 procesos de remoción en masa.

##### 5.2.1.5.1 Amenaza por movimiento en masa

En la ciudad de Bogotá el riesgo por la ocurrencia de procesos movimientos en masa se presentan principalmente en los cerros orientales del suroriente, sur y de Suba, como consecuencia de la localización de asentamientos en zonas de antiguas canteras dedicadas a la explotación de materiales de construcción, en taludes que no fueron intervenidos técnicamente, rellenos e incluso en las rondas de quebradas (en áreas montañosas). Procesos de remoción en masa por deslizamientos y caída de rocas se concentran principalmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y Suba (Figura 107 L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03). El corredor de La Primera Línea del Metro de Bogotá discurre fundamentalmente sobre la zona plana de la ciudad o de la Sabana de Bogotá, específicamente sobre la superficie de las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación del río Bogotá, tan solo traslapando la parte occidental de la unidad de paisaje de conos aluviales coalescentes localizada en las áreas adyacentes a los ríos San Agustín, San Francisco y Arzobispo.

El sector 1 lo conforman las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación que donde no existe amenaza por movimientos en masa. Sin embargo, en la zona de influencia directa del sector 2 se encuentra la unidad de conos aluviales coalescentes que representan una amenaza baja de movimientos en masa, dicha zona comienza desde la intersección de la avenida Caracas con la avenida calle 32, hasta la carrera 11 con calle 65, volviendo a retomar un pequeño tramo de amenaza baja en la carrera 11 con calle 69 hasta la calle 71.

Cabe resaltar que el área de mayor influencia de la amenaza está entre la intersección de la avenida Caracas con la avenida calle 33 hasta la diagonal 40a, debido a la cercanía al proyecto y un sector que alcanza amenaza media, sin embargo, está en la zona límite del área de influencia.

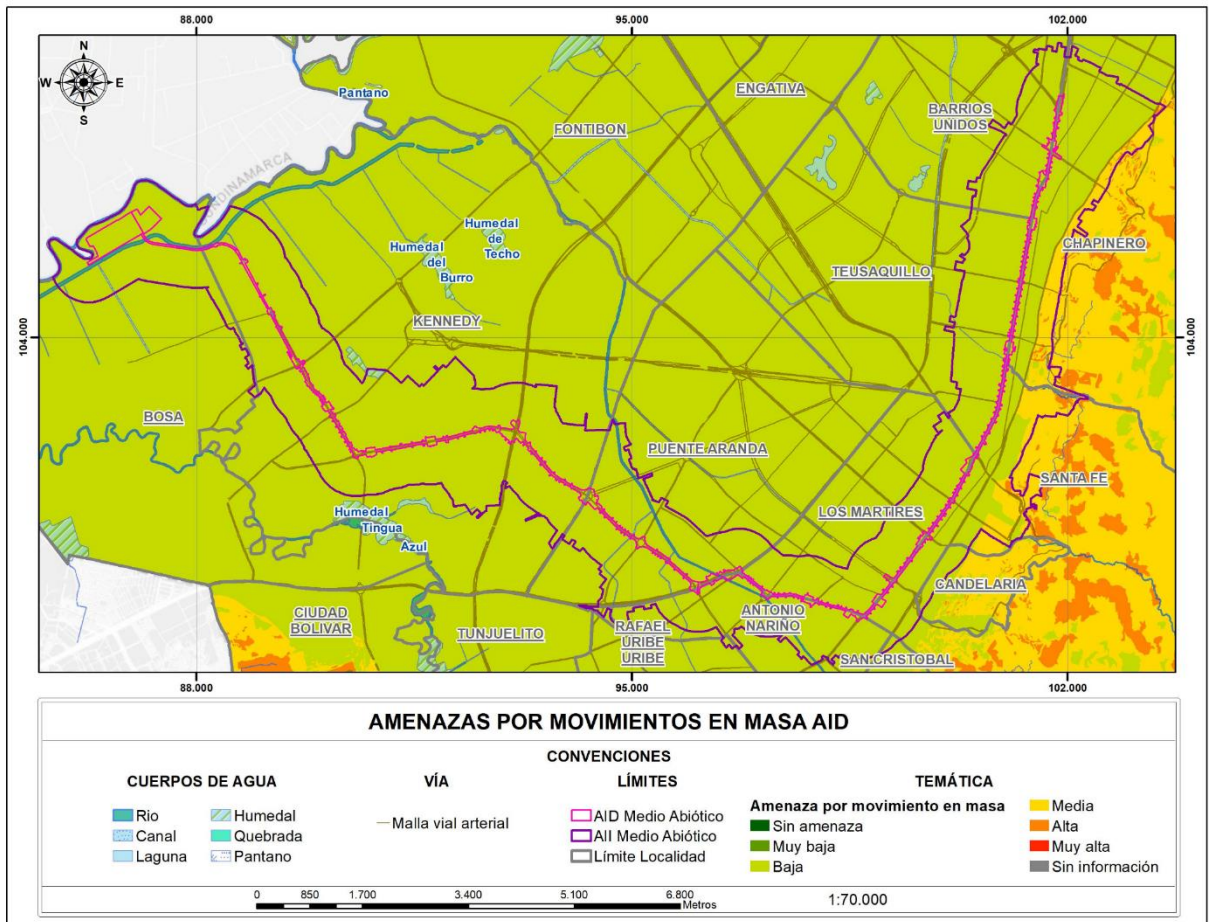


Figura 107 Amenazas por Movimientos en Masa AID

Fuente: Adaptado del POT, Decreto 555 de 2022

### 5.2.1.5.2 Amenaza por inundación

La ciudad de Bogotá se localiza en gran parte sobre la superficie plana de la Sabana de Bogotá, donde se pueden diferenciar una zona baja e inundable correspondiente a la llanura de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Torca, y la zona de terrazas alta y baja.

La zona correspondiente a la llanura de inundación de los ríos que la drenan es susceptible a inundaciones durante las temporadas de lluvias fuertes y prolongadas. La zona de terrazas, por su morfología plana y un poco más alta con relación a la llanura de inundación, es susceptible a inundaciones y encharcamientos por aguaceros torrenciales.

El mapa de isoyetas de la Sabana muestra que al occidente de la ciudad de Bogotá el promedio anual de lluvias es de aproximadamente 500 mm/año, pasando a 800 mm/año en el centro de la ciudad y ascendiendo a 1300 mm/año en la zona de los cerros orientales. Esto indica que, en la zona oriental de la ciudad, son comunes los fuertes y prolongados aguaceros durante las temporadas de lluvias,

produciendo encharcamientos e inundaciones frecuentemente. Contribuyen a este fenómeno, el cambio climático puesto de manifiesto por los fenómenos de La Niña y El Niño, y las deficiencias del sistema de alcantarillado. Periódicamente, durante las temporadas de lluvias, de mediados de marzo a mediados de junio y de mediados de septiembre a mediados de diciembre, se presentan encharcamiento e inundaciones en Bogotá.

Durante los últimos años, dos eventos de inundación por desbordamiento de grandes proporciones han ocurrido en la ciudad, el primero acaecido en el 2002, por desbordamiento del río Tunjuelo y el segundo en diciembre de 2011, por desbordamiento del río Fucha. El desbordamiento del río Tunjuelo causó la inundación de las partes más bajas de Kennedy y Bosa, en tanto que el desborde del río Fucha produjo inundaciones en Fontibón. Las localidades con afectación directa por inundaciones debidas al desbordamiento de los ríos que drenan la ciudad corresponden a las de Suba, Engativá, Fontibón, Kennedy, Bosa, Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Usme, Rafael Uribe Uribe y Usaquén, localizadas al occidente, sur y nororiente de la ciudad. Con base en caudales de creciente de tres periodos de retorno, se han establecido para Bogotá, tres zonas de amenaza por inundación, alta, media y baja, que se muestra en el Mapa de Amenazas por Inundaciones de IDIGER del 2013, con las siguientes características:

- ▶ La zona de amenaza alta, delimitada por la proyección de la línea de inundación producida por el desborde de una corriente de agua, calculado para el caudal creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, sea por causas naturales o intervención no intencional por el hombre, no aptas para el desarrollo de zonas urbanas, restringidas para la construcción hasta tanto no se adelanten las obras de protección.
- ▶ La zona de amenaza media, delimitada por la proyección de la línea de inundación con caudal de creciente de periodos de retorno entre 10 y 100 años, con probabilidad del el 10% al 65% durante la vida útil de las estructuras de protección (jarillones). Para estos sectores no hay restricción; sin embargo, es importante el manejo adecuado para evitar que se generen situaciones de riesgo alto.
- ▶ La zona de amenaza baja, delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua, calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, sea por causas naturales o por intervención no intencional del hombre; con una profundidad de lámina de agua con efectos leves potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil de las estructuras de protección (jarillones) y probabilidad de ocurrencia menor al 10%. Para estos sectores no hay ningún tipo de restricción, ni tratamiento especial.

En el Mapa de Amenazas por Inundaciones y Procesos de Remoción en Masa, se aprecia que las tres zonas inundables por desbordamiento son las correspondientes a las llanuras de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo y Fucha. De igual manera muestra que en la localidad de Bosa, en la zona donde se encuentra el predio de Patio-Taller, la parte inicial del trazado de la PLMB y la estación Portal Las Américas, puede verse afectada por eventos de inundación por el desbordamiento de los ríos Bogotá y

Tunjuelo. El predio del Patio-Taller se encuentra en las zonas de amenaza alta y media por inundación, la parte inicial del Tramo 1, al igual que las estaciones Portal Las Américas y Villa Blanca, se localizan en la zona de amenaza media por inundación. Figura 108

La experiencia muestra adicionalmente que amplios sectores de la localidad de Bosa pueden verse afectados por inundaciones o encharcamientos de aguas residuales, debido al taponamiento de vallados o redes de alcantarillado y drenajes de aguas lluvias, por la ausencia o deficiencia de las redes de alcantarillado o por elevación del nivel de agua y fallas en las estaciones de bombeo de aguas residuales.

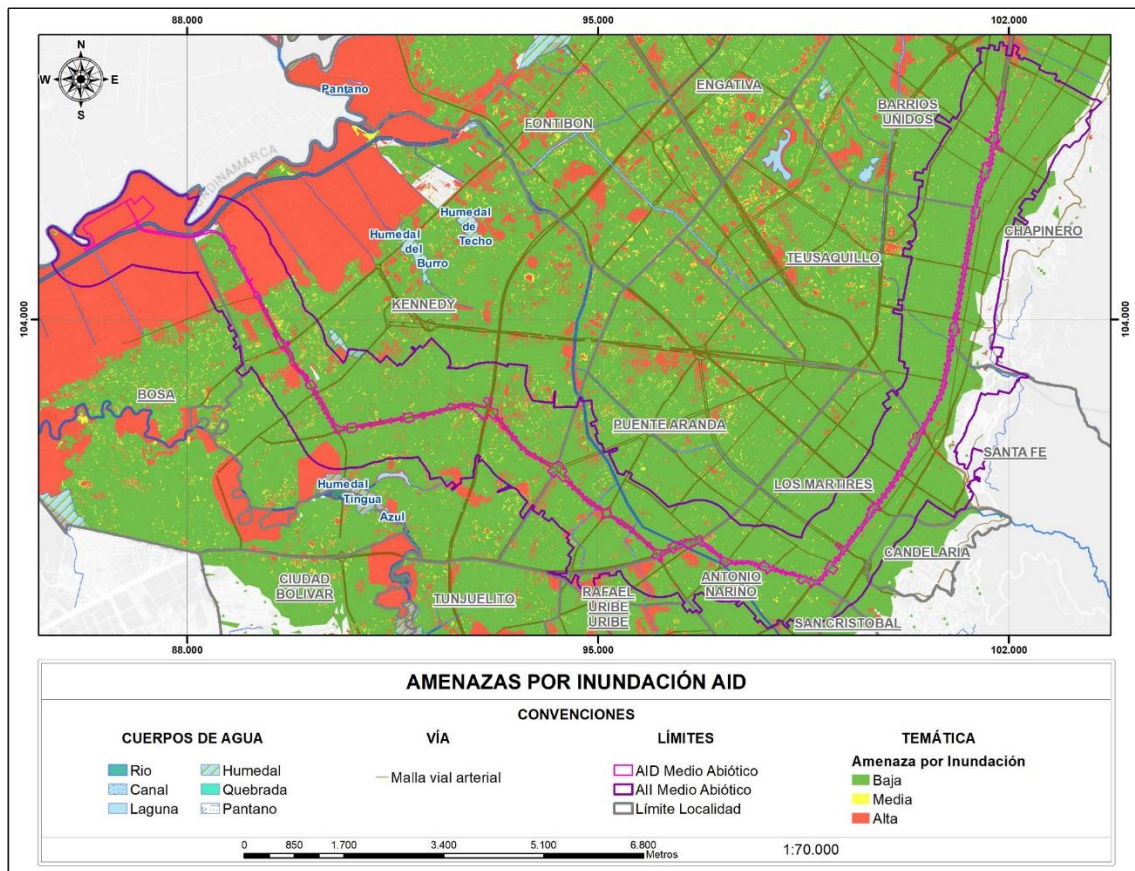


Figura 108 Amenazas por Inundación AID

Fuente: Adaptado del POT, Decreto 555 de 2021

### 5.2.1.5.3 Amenaza por avenidas torrenciales y/o crecientes súbitos

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Inundación del IDEAM, las avenidas torrenciales son fenómenos de respuesta rápida detonados por lluvias intensas de corta duración o por la persistencia de lluvias en las cuencas de aporte. En consecuencia, los denominados

pie demontes presentan una alta susceptibilidad para que este fenómeno se presente de forma muy frecuente (IDEAM, 2017)

Colombia es un país que posee vastas zonas de ladera, susceptibles a la ocurrencia de avenidas torrenciales; esta condición también se presenta en sectores de las cuencas que discurren por los Cerros Sur y Orientales de Bogotá, en Bogotá el agua fluye por quebradas que nacen en los cerros y drenan hacia el occidente de la ciudad. Inician como corrientes de fuerte inclinación, con recorridos cortos, de alta pendiente y velocidad, las localidades con mayor susceptibilidad a amenaza por avenidas torrenciales son Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Usme. (IDIGER, 2022).

A continuación, en la Figura 109 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03), se presenta el mapa de Amenaza por Avenidas Torrenciales y/o crecientes Súbitas en el Área de Influencia del proyecto y se evidencia amenaza baja en el AID. El área que se evidencia como amenaza media -alta corresponde a la cuenca del Río San Francisco a la altura de la Av. Caracas con Calle 19.

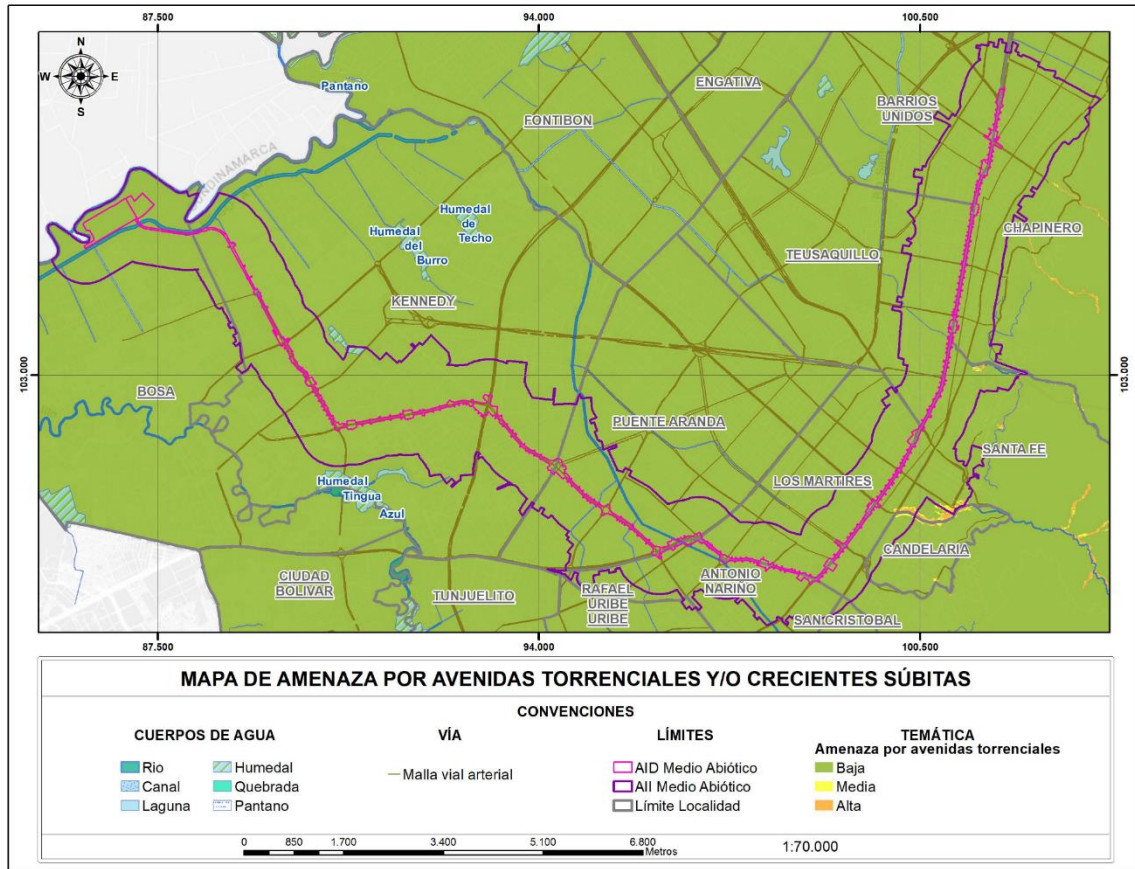


Figura 109 Mapa de Amenaza por avenidas torrenciales y/o crecientes súbitas

Fuente: Adaptado del POT, Decreto 555 de 2022

#### 5.2.1.5.4 Amenaza por actividad sísmica

Según el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 1997), Bogotá se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia con valores de aceleración máxima probable en roca entre 0,1 y 0.2 g. La principal fuente sismogénica es el Sistema de Fallas del Borde Llanero de la Cordillera Oriental, donde se esperan sismos de magnitud 7.2, a una distancia de 80 km de la ciudad (Universidad Javeriana – EAAB,2008-2009).

En la Tabla 46, se relacionan los valores de aceleración pico efectivo para cada una de las zonas en que se encuentra dividido el país.

Tabla 46 –Valores de Aceleración  $A_s$  (g)

Baja	Intermedia	Alta
0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,4

Fuente: Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 1997)

En la Figura 110, se muestra el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia según lo establecido en la NSR-10

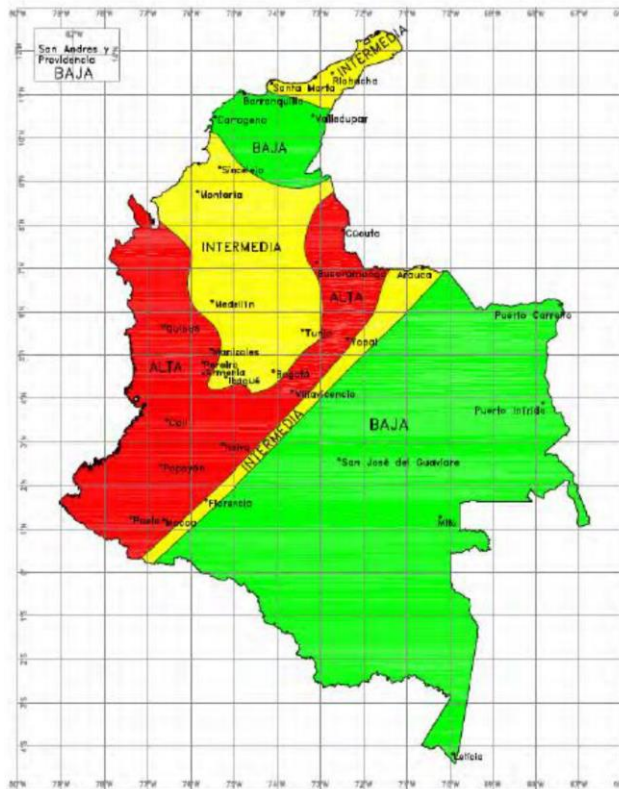


Figura 110 Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia

Fuente: AIS, 2009



Para la ciudad de Bogotá se han planteado cuatro grandes zonas sísmicas: cerros, piedemonte, lacustre y aluvial, que, al combinarse con el mapa de zonificación geotécnica, teniendo en cuenta el espesor de los depósitos lacustre y aluvial, genera un total de 16 zonas de respuesta sísmica homogénea, con características definidas, de acuerdo con los planteamientos del Decreto 523 de 2010 para la ciudad de Bogotá (Tabla 47).

Tabla 47 – Descripción de las Zonas de Respuesta Sísmica

Zona	Espesor del depósito (m)	Periodo fundamental del suelo (s)	Descripción Geotécnica General	Velocidad onda promedio 50m Vs (m/s)	Humedad promedio 50m Hn (%)	Efectos de sitio relacionados
Cerros		<0,3	Rocas sedimentarias y depósitos de ladera con espesores menores a 6m	<750	<10	Topográfico
Piedemonte A	<50	0,3-0,6	Depósitos coluviales y aluviales conformados por bloques, cantos y graves en matriz arcillo-arenosa	200-750		Topográfico, amplificación
Piedemonte B	<50	0,3-0,6	Depósitos coluviales y aluviales con espesor superior a 12m	300-750		Topográfico, amplificación
Piedemonte C	<50	0,3-0,6				
Lacustre 50	<50	1,0-1,5	Depósitos lacustres blandos conformados por arcilla limosas o limos arcillosos, con intercalaciones locales de turbas	<175	>80	Amplificación
Lacustre 100	50-100	1,5-2,5				
Lacustre 200	100-200	2,5-3,5				
Lacustre 300	200-300	3,5-4,5				
Lacustre 500	300-500	4,5-6,5				
Lacustre Aluvial 200	100-200	2,0-3,0	Depósito fluviolacustre conformado por intercalaciones de arcilla limosas o limos arcillosos, con lentes de turba y niveles de arenas compactas	<200	>60	Amplificación
Lacustre Aluvial 300	200-300	3,0-4,0				
Aluvial 50	<50	0,4-0,8	Depósito aluvial duro conformado por arcillas limosas o arenas arcillosas o limos	175-300	25-50	Amplificación, licuación
Aluvial 100	50-100	0,8-1,2				
Aluvial 200	100-200	1,2-2,5				

Zona	Espesor del depósito (m)	Período fundamental del suelo (s)	Descripción Geotécnica General	Velocidad onda promedio 50m Vs (m/s)	Humedad promedio 50m Hn (%)	Efectos de sitio relacionados
Aluvial 300	200-300	2,5-4,0	arenosos localmente con lentes de arenas limpias			
Depósitos de Ladera		<0,3	Depósitos de ladera de composición variable y espesor superior a 6m	Variable según el tipo de depósito	Variable según el tipo de depósito	Topográfico

Fuente: Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, 2012

En la Figura 111, se presenta el Mapa de Zonas de Respuesta Sísmica de la ciudad de Bogotá, de la Secretaría Distrital de Planeación (2010) elaborado según la normativa del Decreto 523 de 2010.

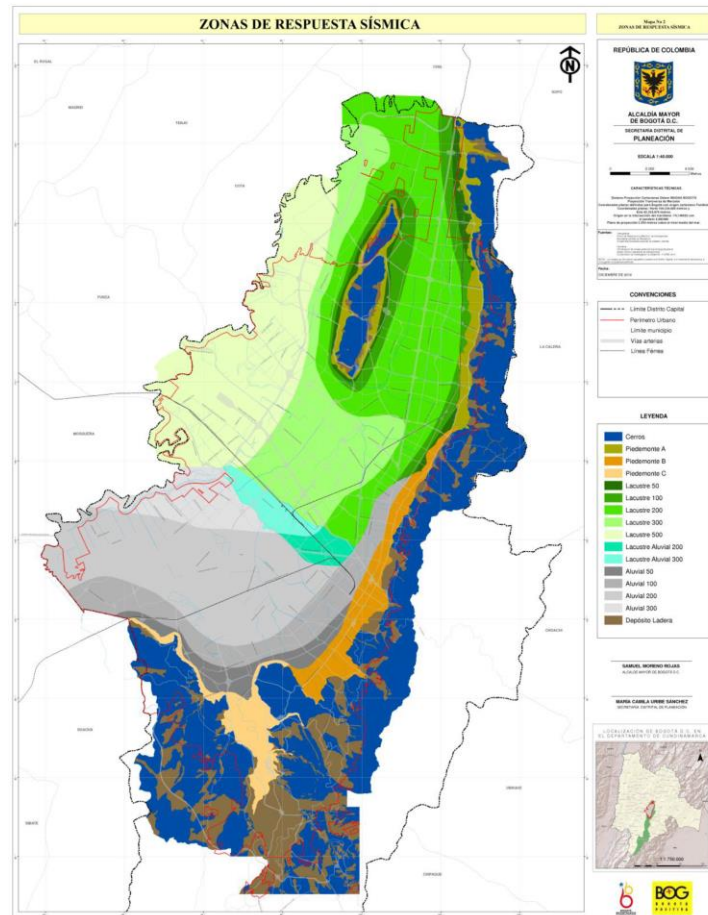


Figura 111 Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación

El trazado de la PLMB atraviesa básicamente seis zonas sísmicas: Aluvial 300, Aluvial 200, Aluvial 100, Aluvial 50, Piedemonte B y Lacustre 200. El Patio-Taller y la parte final del Tramo 1 - Ramal Técnico, aledaño al canal Cundinamarca, se localizan sobre la zona de respuesta sísmica Aluvial 300, donde el espesor del depósito cuaternario está comprendido entre los 200 y 300 m, la humedad promedio es del 25 al 50%, el periodo fundamental del depósito es de 2,5 a 4,0 s, la velocidad promedio de las ondas de cizalla ( $V_s$ ) a 50 m de profundidad es de 175 a 300 m/s y se pueden producir los efectos de sitio de amplificación y licuación. Esta zona se desarrolla sobre la llanura de inundación del río Bogotá.

La aceleración máxima horizontal a nivel de roca “es el parámetro más empleado en estudios de amenaza sísmica para representar el movimiento del terreno” (Garzón, 2011).

De acuerdo con la Norma Colombiana Sismo resistente de Construcción NSR- 10, título A, Capítulo A.2.1 GENERAL-A.2.1.1.-Movimientos sísmicos prescritos “Para efectos del diseño sísmico de la estructura, ésta debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica, baja, intermedia o alta, y además deben utilizarse los movimientos sísmicos de diseño definidos en el presente Capítulo, los cuales se pueden expresar por medio del espectro elástico de diseño definido en A.2.6, o por medio de familias de acelerogramas que cumplan los requisitos de A.2.7.” Así mismo, se plantea que los movimientos o amenaza sísmica para un sitio de trabajo se definen en función de la aceleración de pico efectiva representada bien sea por el parámetro  $A_v$  o  $A_a$ , para una probabilidad del 10% de ser excedidos en un lapso de 50 años o, lo que quiere decir, un período de retorno de 475 años.

La  $A_a$  se encuentra definida como “la fracción de la aceleración de la gravedad a nivel de roca” (Garzón, 2011) y resulta importante ya que el sismo de diseño se define como “el evento que produce una aceleración horizontal pico tal que la probabilidad de que sea excedida en un lapso de 50 años es de 10 %” (Garzón, 2011).

Los valores de aceleración pico efectiva para diseño para un periodo de retorno de 475 años calculados por el consultor para el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto se compararon con los valores del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10.

Para la realización del mapa de valores  $A_a$  del área de estudio, se utilizó una grilla con una distancia de 10 Km entre punto y punto con valores de aceleración para el período de retorno de 475 años contenidos en el Mapa de Amenaza Sísmica del Servicio Geológico Colombiano (SGC), se utilizaron se puntos contenidos dentro de esta grilla y, adicionalmente, se incluyeron los valores presentados por el SGC para el casco urbano de Bogotá D.C. Los valores utilizados para determinar el valor de  $A_a$  en el área de estudio se presentan en la Tabla 48.

Tabla 48 – Valores de  $A_a$  Utilizados para el Análisis Sismológico

ID	Latitud	Longitud	$A_a$ (475y)
1	4,7	-74,2	0,17134145
2	4,7	-74,1	0,17917308

ID	Latitud	Longitud	Aa (475y)
3	4,7	-74	0,1841259
4	4,6	-74,2	0,18547554
5	4,6	-74,1	0,19850732
6	4,6	-74	0,20160589
7	4,5	-74,2	0,19429335
8	4,5	-74,1	0,21101981
9	4,5	-74	0,21414118

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC).

El mapa de zonificación de amenaza sísmica se creó por medio de la interpolación de Vecino Natural del programa ArcGIS de los valores de Aa para un periodo de retorno de 475 años del mapa de valores de Aa. Esta herramienta se encarga de construir polígonos de Voronoi (Thiessen) de todos los puntos de la grilla dados y después crea nuevos polígonos de Voronoi alrededor de un punto de interpolación.

Por comparación, la herramienta se basa en la distancia inversa ponderada para asignar ponderaciones similares a otros puntos.

Así, se obtuvo el mapa de valores Aa para el área de influencia directa, presentado en la Figura 112 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03).

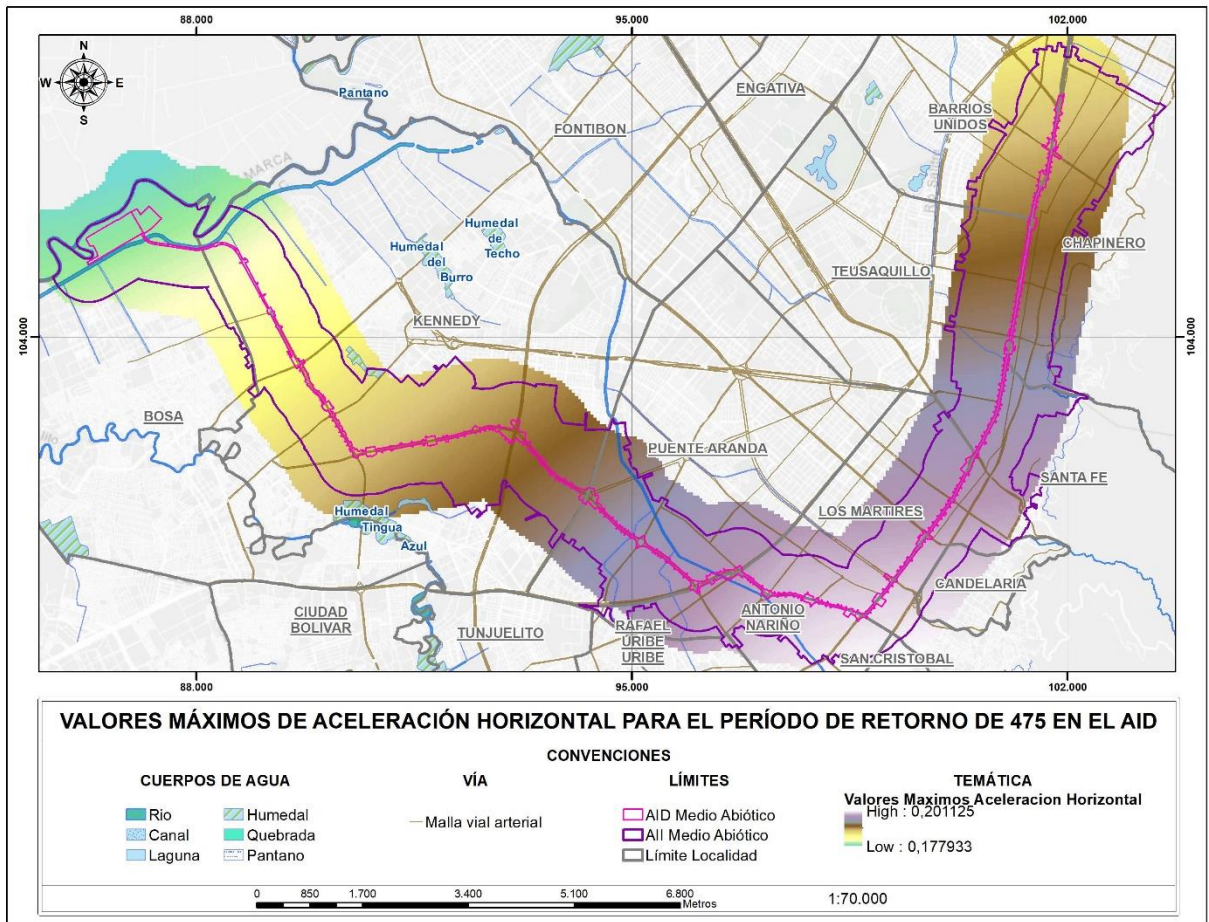


Figura 112 Mapa de Valores Máximos de Aceleración Horizontal para el Período de Retorno de 475 en el Área de Influencia Directa (AID)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Posteriormente, el mapa de valores Aa sirve como base para la elaboración del mapa de amenaza sísmica para la zona de estudio. El mapa de Amenaza sísmica se construye bajo la misma metodología de interpolación utilizada para construir el mapa de valores Aa; los valores de Aa del mapa de amenaza sísmica se clasifican teniendo en cuenta la siguiente categorización contemplada en el apartado A.2.3 de zonas de amenaza sísmica dentro de la NSR-10.

A continuación, en la Figura 113 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03), se presenta el Mapa de Amenaza Sísmica del AID:

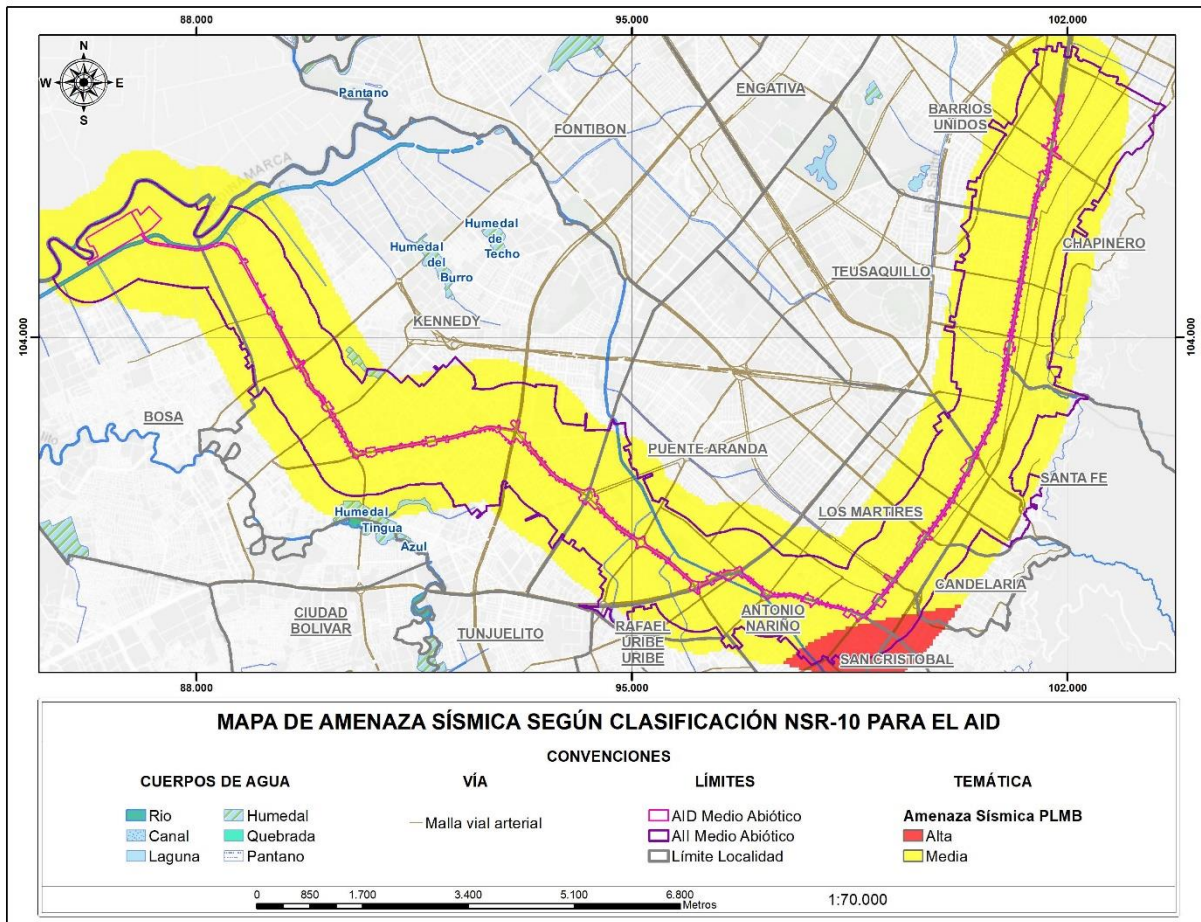


Figura 113 Mapa de Amenaza Sísmica según Clasificación NSR-10 para el AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con el resultado obtenido en el mapa de Amenaza Sísmica para el AID se puede observar que, en general, la totalidad del área evaluada se encuentra dentro de una zonificación de amenaza media para este tipo de fenómeno. No obstante, es importante resaltar que esta zonificación no es diferente para los sectores aledaños al sector a intervenir o incluso a toda la extensión de la sabana de Bogotá, por lo tanto, no representa un riesgo importante a la hora de ejecutar el proyecto.

#### 5.2.1.5.5 Conclusión

El riesgo por amenaza por movimientos en masa en el corredor de La Primera Línea del Metro de Bogotá discurre fundamentalmente sobre la zona plana de la ciudad o de la Sabana de Bogotá, específicamente sobre la superficie de las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación del río Bogotá, tan solo traslapando la parte occidental de la unidad de paisaje de conos aluviales coalescentes localizada en las áreas adyacentes a los ríos San Agustín, San Francisco y Arzobispo.

El análisis de amenaza por fenómenos de inundación demuestra con claridad que existen porciones tanto del AII como del AID del proyecto que se encuentran dentro de la categorización de amenaza media y baja. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de estos eventos oscila entre el 10% y el 65% para la categoría de amenaza media y una probabilidad menor al 10% para las zonas de amenaza baja; sin embargo, es importante resaltar que se cuentan con obras de mitigación a lo largo de las fuentes hídricas involucradas (jarillones) y, actualmente, no presentan restricciones constructivas en estas zonas.

Las zonas categorizadas como amenaza nula por fenómenos de inundación no tienen restricciones constructivas y, por ende, no tienen interferencias para la ejecución del proyecto.

En general las amenazas por Avenidas Torrenciales y/o creciente Súbita en el corredor de la Primera Línea del Metro de Bogotá son bajas. El área que se evidencia como amenaza media -alta corresponde a la cuenca del Rio San Francisco a la altura de la Av. Caracas con Calle 19.

El análisis de Amenaza Sísmica tanto de AII y AID del proyecto demuestran que la mayoría del área evaluada (>90%) se encuentra zonificada como amenaza media. Los datos utilizados para la determinación de este parámetro fueron obtenidos a partir de los valores de aceleración sísmica en roca obtenidos de la base de datos del Servicio Geológico Colombiano. A pesar de que la zonificación está dada como media, no se presentan restricciones o afectaciones a la ejecución del proyecto dentro de esta amenaza siempre y cuando se tengan presentes las recomendaciones de diseño estipuladas en la NRS-10.

## 5.2.2 Componente Hidrosférico

### 5.2.2.1 Hidrología

Los estudios de hidrología se desarrollaron en tres (3) etapas. En primera instancia, en la etapa de Pre – Campo se identifica la información secundaria relevante para los análisis de hidrología tales como las estaciones medidoras de caudal y /o parámetros climatológicos, así como la información de cartografía base, caso específico de planchas IGAC en escala 1:25000.

Posterior a esto, a través del trabajo en campo se verifica el trazado de la línea del Metro y se identifican los cruces de corrientes y la localización de los cuerpos de agua lénticos.

Finalmente, en la etapa de Pos – Campo, se procede a la caracterización de la información secundaria y validación de la información confirmada en campo. Se procede a la cuantificación y caracterización hidrológica de las corrientes identificadas, esto se realiza por medio de transposición de caudales para el caso de contar con información de estaciones medidoras de caudal; de no contar con dicha información, se procede a realizar los cálculos hidrológicos por medio de los métodos indirectos. El detalle de la metodología de trabajo se presenta en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A02.

### **Pre – Campo**

A continuación, se presenta la información hidrométrica identificada en la zona de estudio; así como la información cartográfica y modelo de elevación digital. Las estaciones utilizadas provienen de la red hidrométrica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB.

De acuerdo con las estaciones identificadas en la zona de estudio, se seleccionan aquellas con información suficiente para el periodo de registro en común de la serie de datos. Para el caso específico de la precipitación, el periodo de las estaciones es desde el año 1991 a 2020 (30 años). No se utiliza información de estaciones medidoras de caudal, esto se realiza a partir de que dichas estaciones se encuentran por fuera de la zona de estudio o los registros se encuentran en la parte alta de la cuenca, por lo cual la información no es válida para los sitios de cruce. Las estaciones medidoras de precipitación seleccionadas se presentan en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07.

#### *5.2.2.1.1 Cartografía*

El estudio se realizó con información secundaria recopilada en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Alaska Satellite Facilities de la NASA e imágenes satelitales de Google Earth, complementada con información primaria recolectada por el consultor durante el trabajo de campo.

La información secundaria se obtuvo de los siguientes documentos:

- ▶ Planchas Cartográficas IGAC de la región a escala 1:25.000, No. 227-IV-D (2014), 228-II-C (2014), 246-II-B (2015) y 247-I-A(1978) (ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07)
- ▶ Modelo digital de elevaciones (DEM) de la zona de estudio obtenido del satélite ALOS PALSAR con una resolución espacial de 12.5 X 12.5 m.

#### *5.2.2.1.2 Informes*

Para el desarrollo del componente hidrológico se consideraron los siguientes informes:

- ▶ El trazado de cuencas de los cruces de estructuras que intervienen en el proyecto se realizó teniendo en cuenta el sistema de alcantarillado de la ciudad, y que hacen parte del “Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Estructuración técnica del tramo 1 de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB)” presentado por el Consorcio Metro Bog en junio de 2019. Se consideró el alcantarillado pluvial, separado y combinado.
- ▶ La información del Canal Cundinamarca se recopiló del informe del “Contrato de Consultoría No. 1-2-25500-0951-2018 - Actualización del Diseño Definitivo de la Estructura de Descarga del Túnel de Emergencia del Interceptor Tunjuelo-Canoas y Diseño Definitivo de la Descarga a Gravedad del Canal Cundinamarca” (EAAB y Estudios Técnicos y Construcciones S.A.S., 2019).



### 5.2.2.1.3 Precipitación

Como primera medida se recolectó la información de 24 estaciones existentes con datos de precipitación total diaria. Periodo de registro suficiente para el desarrollo de los estudios (registro 1991 – 2020). En el Tabla 49 se presentan las siguientes características generales de las estaciones: Código; Tipo de estación; Nombre; Coordenadas (Este y Norte – Origen: Magna Colombia Bogotá); Elevación y Entidad a cargo.

Tabla 49 – Características Estaciones de Precipitación Cercanas a la Zona de Estudio

Código	TE	Nombre	Coordenadas		ELEV.	Entidad a Cargo
			Este	Norte	(msnm)	
2120008	PG	SAN FRANCISCO-SALITRE K9	1004500.34	999199.94	3047	EAAB
2120013	PG	EL DELIRIO	1002120.33	994729.96	3000	EAAB
2120023	PG	SAN DIEGO	1001390.36	1001499.95	2700	EAAB
2120024	PG	EL VERJON	1005994.33	997999.94	3250	EAAB
2120032	PG	EL GRANIZO	1002830.36	1002199.94	3125	EAAB
2120040	PG	SAN LUIS	1004130.37	1005379.93	2300	EAAB
2120052	PG	SANTA LUCIA	995080.36	997549.99	2630	EAAB
2120111	PG	USAQUEN SANTA ANA	1005804.39	1010241.90	2647	EAAB
2120154	PG	BOSA BARRENO NO. 2	988072.40	1001915.01	2550	EAAB
2120196	PG	CASA DE BOMBAS SALITRE	999770.41	1009949.93	2580	EAAB
2120197	PG	CASABLANCA	990428.38	998377.01	2665	EAAB
2120198	PG	GUADALUPE	1002520.35	999429.95	3316	EAAB
2120199	PG	SOCHA	1012850.36	1007099.88	2750	EAAB
2120204	PG	JUAN REY	999260.32	991779.99	2985	EAAB
2120205	PG	QUIBA	989998.35	992305.03	3000	EAAB

Código	TE	Nombre	Coordenadas		ELEV.	Entidad a Cargo
			Este	Norte	(msnm)	
2120207	PG	SAUCEDAL II	990314.76	1006928.96	2900	EAAB
2120211	PG	LAS HUERTAS	981400.40	999100.05	2572	EAAB
2120524	CO	VITELMA	1000600.34	997539.96	2800	EAAB
2120547	PG	FONTIBON	992527.00	1007082.74	2518	EAAB
2120569	PG	CAMAVIEJA	998480.38	1003579.96	2680	EAAB
2120642	CO	PLANTA WIESNER	1009006.04	1010263.42	2795	EAAB
2120112	PM	CASITA LA	1000749.84	1004434.89	3094	CAR
21201600	PG	SEDE IDEAM KR 10	1000512.54	1001206.52	2685	IDEAM
21205580	CO	VENADO ORO VIVERO	1001770.13	1000238.95	2725	IDEAM

Fuente: Elaborada por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información del IDEAM; La CAR y la EAAB, 2021

De igual forma, en la Figura 114 y Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03 se presenta la localización de las 24 estaciones.

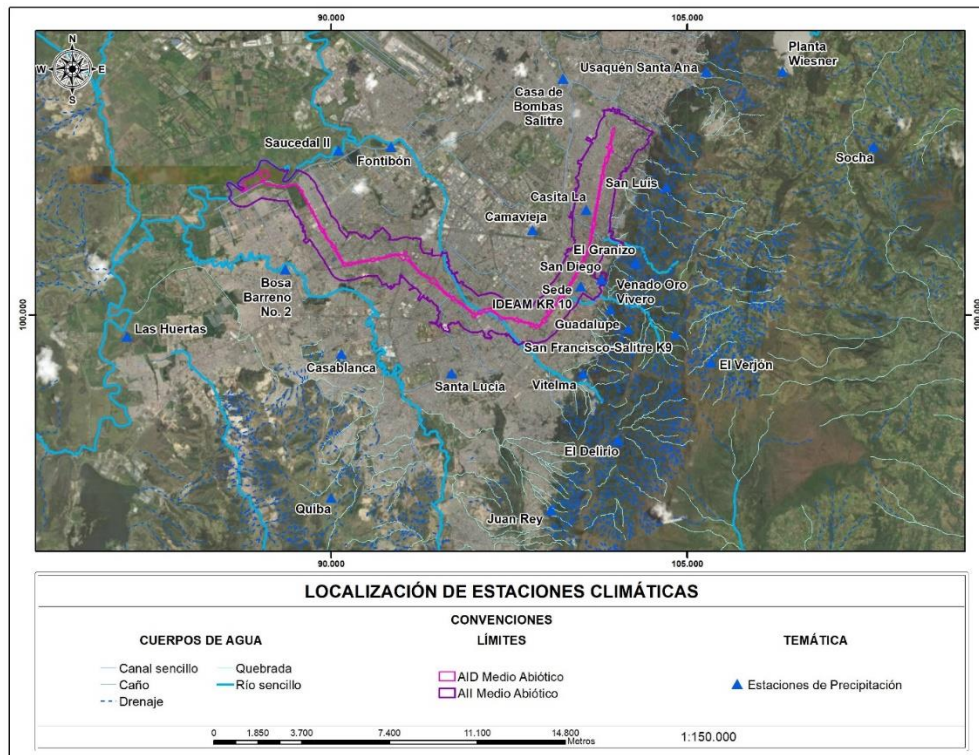


Figura 114 Localización de Estaciones

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Análisis de Consistencia

Los datos diarios faltantes de las estaciones seleccionadas se completaron con el promedio multianual del mismo día de la estación, aclarando que no se completó más del 20% de los datos.

Una vez completos los datos de precipitación diaria de las 24 estaciones seleccionadas, se realizó el análisis de consistencia mediante un diagrama de dobles masas, con el fin de observar si había alguna anomalía en las mediciones de las estaciones, teniendo en cuenta el periodo de registro seleccionado (1991-2020).

De acuerdo con (Monsalve, 1995), el método consiste en construir una curva doble acumulativa, en la cual son relacionados los totales diarios, mensuales o anuales acumulados de precipitación de un determinado lugar y la media acumulada de los mismos parámetros para las estaciones cercanas o de la misma región. En un análisis de dobles masas, la pendiente de la recta que resulta debe ser igual para todo el periodo de registro analizado. En caso contrario, existen problemas en la toma de datos, ya sea por alguna anomalía en la estación durante algún periodo, tal como el cambio de lugar, cambio de las condiciones del aparato registrador, o modificaciones en su método de construcción. Como se mencionó anteriormente, para tener una mayor validez, el análisis de dobles masas se hace entre la estación que se analiza y el promedio de los valores de las estaciones a su alrededor. En el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07. se presentan las curvas de dobles masas para cada una

de las 24 estaciones seleccionadas. Así mismo en la Figura 115 se presenta un ejemplo para la estación Sede IDEAM kra 10.

Del procedimiento anterior, se observó que las 24 estaciones seleccionadas presentan datos consistentes y homogéneos, por lo cual son aptos para el desarrollo del presente estudio.

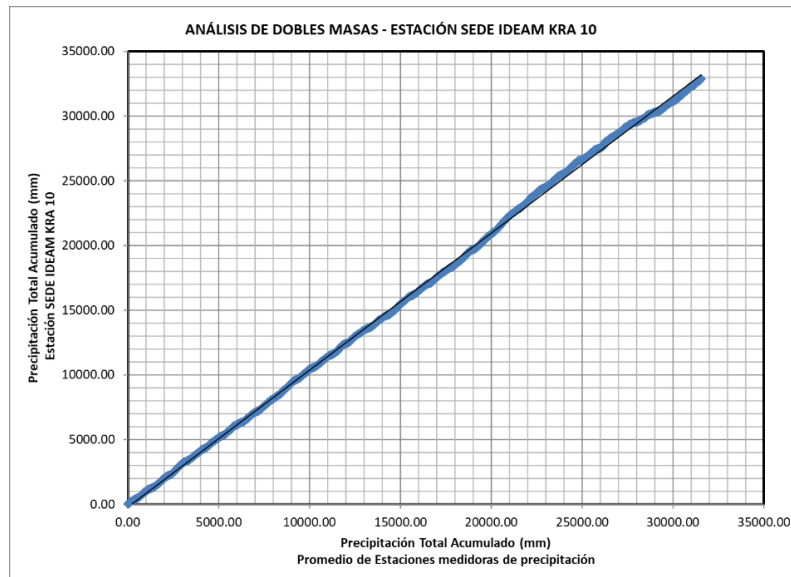


Figura 115 Curva de Dobles Masas Estación Sede IDEAM Kra 10

Fuente: IDEAM, 2021

#### 5.2.2.1.4 Identificación de cuerpos lénticos y lóticos

Como se menciona previamente, se utilizó la cartografía en escala 1:25000 y con apoyo de las imágenes satelitales se identificaron los cuerpo lénticos y lóticos. De lo observado se concluye que se presenta solo un cuerpo lótico como es el Río Bogotá y uno léntico (Canal Cundinamarca), el cual opera como reservorio y cuerpo amortiguador de crecientes, este opera con niveles máximos y sistema de bombeo al río Bogotá.

Por otra parte, se identifican varias corrientes que cruzan con el trazado de PLMB, entre estos se encuentra el canal río Seco, canal Albina, canal río Fucha, canal arzobispo y río Bogotá.

Respecto al **canal Tintal II**, se precisa qué dentro del trazado del proyecto, la PLMB se intercepta cartográficamente con el Canal Tintal II, el cual se extiende sobre la Avenida Villavicencio entre el Canal Cundinamarca y la Avenida Cali. Este, de acuerdo al diseño planteado se veía inicialmente traslapado por un total de 70 dados de cimentación en la franja de protección denominada Área de Conservación y Protección Aferente, de acuerdo al actual POT (Decreto 555 de 2021). No obstante lo anterior, luego de realizar la respectiva consulta con la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y verificar la normatividad ambiental vigente, se identificó que la Resolución 3703 de 2019 establece la eliminación del Corredor Ecológico de Ronda – CER del mismo, como consecuencia de la intervención que reemplazó el canal abierto por un Box Couvert, entubando el cuerpo de agua. De esta manera, con la eliminación del CER

del Canal, este ya no hace parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) y a su vez deja de ser un canal abierto a ser una corriente entubada, razón por la cual no se presenta afectación del cuerpo de agua y a su vez no debe tenerse en cuenta dentro de los cuerpos de agua del proyecto.

#### 5.2.2.1.5 Características Geométricas Hoyas Hidrográficas aferentes al proyecto

Con base en la información existente para la zona de proyecto proporcionada por el IGAC, el modelo digital de elevaciones de la zona descargado del satélite ALOS PALSAR de la NASA y el trazado de la red pluvial y combinada de la ciudad de Bogotá, se trazaron las cuencas hidrográficas aferentes a los cruces de estructuras que intervienen en el trazado definido para el proyecto, y a partir de esto se determinaron las características geométricas de la de las mismas. Lo anterior se utilizará para determinar la respuesta a eventos de precipitación en términos de escorrentía superficial. Las cuencas hidrográficas, trazadas a partir de la información secundaria mencionada se presentan en la Figura 116 y Figura 117 Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A03.

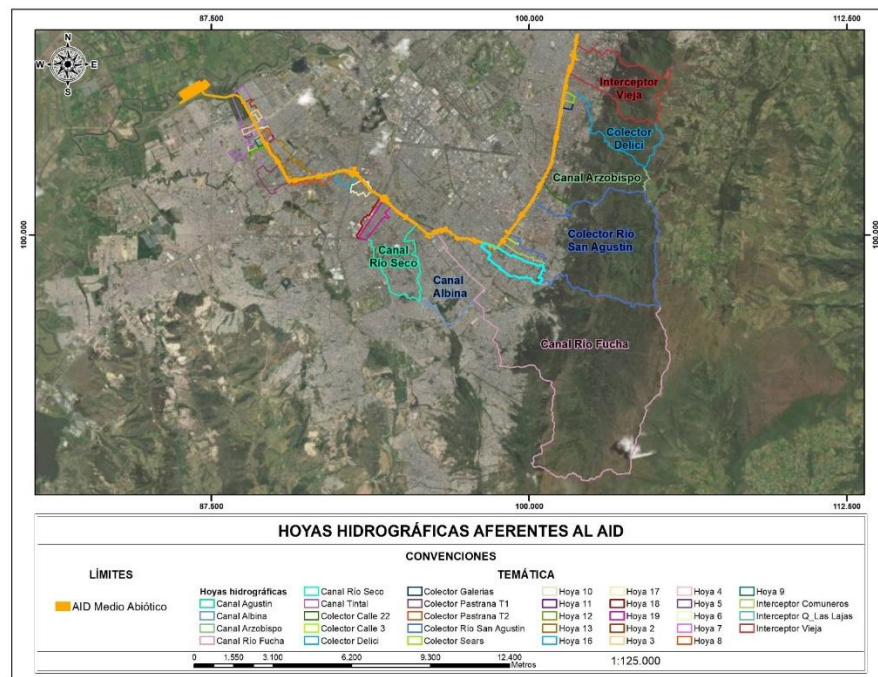


Figura 116 Hoyas Hidrográficas Aferentes al AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

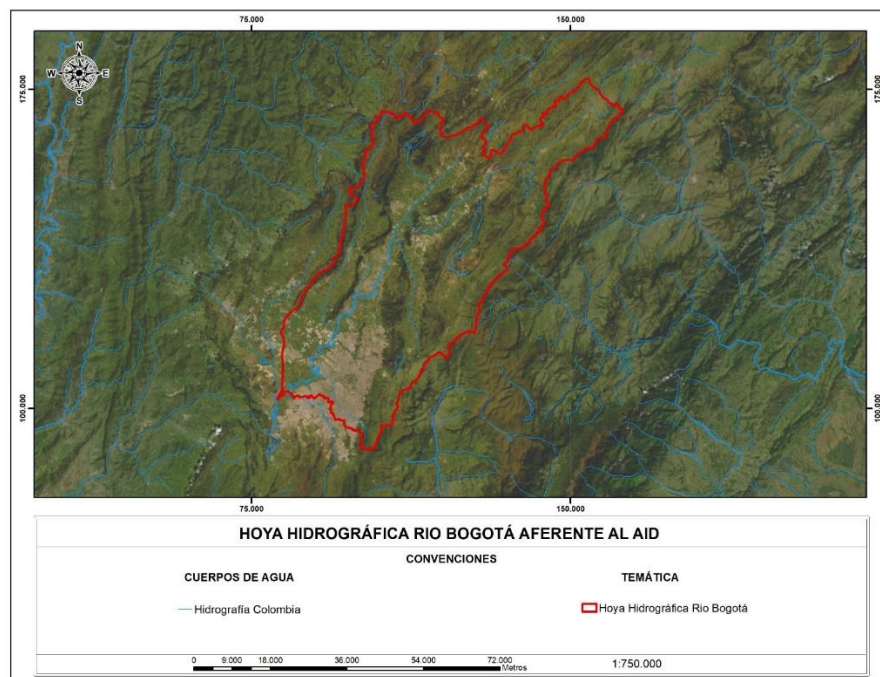


Figura 117 Hoya Hidrográfica Río Bogotá Afereente al AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se nombrarán los parámetros morfométricos que se calcularon para las cuencas de la zona de estudio, los cuales fueron resumidos en la Tabla 50. Esto se realizó de acuerdo con lo descrito por (Vargas & Díaz Granados), (Chow, Maidment, & Mays, 1988), (Monsalve, 1995), (Ponce, 1989), (Hjelmfelt & Cassidy, 1976), (Chow V. T., 1984) y (Vélez, Puricelli, & López, 2009).

► Área

El área de la cuenca corresponde a la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido sea directa o indirectamente a un mismo cauce natural. En otras palabras, corresponde al área de captación o superficie de la cuenca delimitada por la divisoria de aguas (divisoria topográfica). La unidad se expresa en  $\text{km}^2$ , El resultado de la estimación de este parámetro se presenta en la Tabla 50.

► Longitud del Cauce

Es definida como la distancia en planta del cauce principal entre un punto aguas abajo y su punto más alto, medida normalmente en km. La longitud del cauce principal para las cuencas analizadas se presenta en la Tabla 50.

► Desnivel Altitudinal

El desnivel altitudinal es la diferencia entre las cotas límite del cauce principal; es decir, la cota más alta y la más baja.

$$H = H_{max} - H_{min}$$

En la Tabla 50 se presentan el desnivel altitudinal para las cuencas analizadas.

► Pendiente Media del Cauce

Mediante un análisis espacial, se estima la caída altitudinal del cauce principal con respecto a la longitud de este, arrojando así un corte transversal del relieve por el cual atraviesa el cuerpo de agua. La pendiente media calculada para las cuencas analizadas se presenta también en la Tabla 50.

► Perímetro

Es la longitud total de la línea envolvente de la cuenca que pasa por la divisoria de aguas, y permite realizar otros análisis relacionados a la forma de la cuenca, como es el cálculo del coeficiente de compacidad. Para la determinación del perímetro, se empleó el mismo método de cálculo definido para establecer el área de la cuenca, es decir que se realizó a partir de herramientas del sistema de información geográfica ArcGIS 10.5. El resultado para este parámetro se presenta en la Tabla 50.

► Longitud Axial

La longitud axial de la cuenca corresponde a la magnitud de la longitud en línea recta desde el punto de desembocadura del cauce principal analizado y el punto más alejado, para así estimar el desplazamiento neto aproximado desde un extremo de la cuenca al otro, sin tener en cuenta el relieve, tal y como se presenta en la Figura 118. Este parámetro es expresado en km y el resultado de la estimación de este se presenta en la Tabla 50.

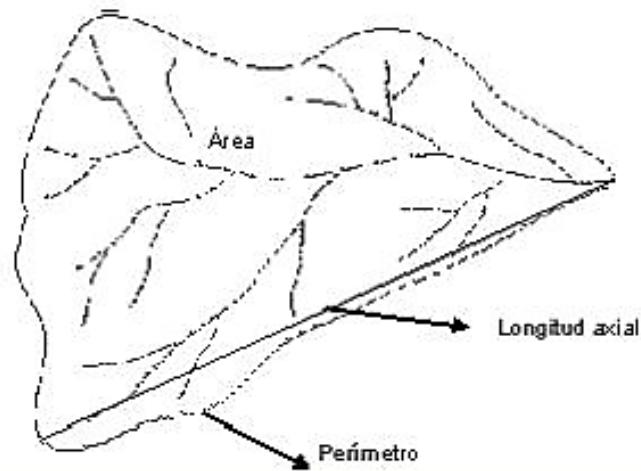


Figura 118 Hoyas Hidrográficas Aferentes al Sector 1

Fuente: UNAD (d.f.)

► Ancho de Cuenca

El ancho de la cuenca se define como la relación entre el área de drenaje (A) y la longitud axial de la cuenca (L).

$$B = \frac{A}{L}$$

El resultado para este parámetro se presenta en la Tabla 50.

► Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (Kc)

Este coeficiente corresponde a la relación que existe entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que tenga igual área. Este parámetro es, adimensional, independiente del área estudiada, tiene por definición un valor igual a 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular.

Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. Este coeficiente se relaciona con el tiempo de concentración, el cual es el tiempo necesario desde el inicio de la precipitación, para que toda la unidad hidrográfica contribuya a la sección de la corriente en estudio; en otras palabras, es el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la cuenca hasta llegar a la salida de esta.

El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua habrá, debido a que las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central no presentan diferencias mayores y a que el tiempo de concentración se hace menor, haciendo mayor la posibilidad de que las ondas de crecida sean mayores.

El cálculo del coeficiente de compacidad se determina por medio de la siguiente expresión:



$$Kc = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}}$$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca, km.

A: Área de drenaje de la cuenca, km<sup>2</sup>.

El coeficiente de compacidad se presenta en la Tabla 50.

► Factor de Forma (Kf)

Es la relación que existe entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. Esta última se mide cuando se sigue el curso de agua más largo desde la desembocadura hasta la cabecera más distante de la unidad hidrográfica. El ancho medio (B) se obtiene cuando se divide el área por la longitud axial de la cuenca.

Para hallar este factor se presentan las siguientes ecuaciones:

$$Kf = \frac{B}{L}$$

$$B = \frac{A}{L}$$

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

Kf: Factor de forma.

B: Ancho medio, km.

L: Longitud axial de la cuenca, km.

A: Área de drenaje, km<sup>2</sup>.

La definición de interpretación para este parámetro es, entre otras, que una cuenca con factor de forma bajo esta menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño, pero con mayor factor de forma; así mismo, si la cuenca fuera perfectamente cuadrada, el factor de forma tendría un valor igual a la unidad. También el factor de forma puede tomar valores inferiores a 1 cuando se trate de cuencas alargadas, como se indica a continuación:

$$Kf \ll 1 = \text{Forma alargada}$$

El valor del factor de forma para las cuencas analizadas se presenta a continuación en la Tabla 50.

Tabla 50 – Características Geométricas para las Cuenclas Hidrográficas

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Altura Mayor	Altura Menor	H (m)	Pendiente del Cauce S (m/m)	Longitud Axial (km)	Perímetro (km)	Ancho de Cuenca	Coeficiente de compacidad	Factor de Forma
				(msnm)	(msnm)					m		
H_1	Canal Tintal	4.991	6.13	2,577.10	2,560.89	16	0.00264	4.58	19.25	1.09	2.41	0.24
H_2	-	0.130	0.70	2,562.00	2,560.71	1	0.00184	0.57	1.89	0.23	1.46	0.40
H_3	-	0.081	0.47	2,563.73	2,563.49	0	0.00052	0.35	1.55	0.23	1.53	0.66
H_4	-	0.114	0.57	2,564.78	2,561.97	3	0.00493	0.59	1.58	0.19	1.31	0.32
H_5	-	0.048	0.58	2,569.21	2,564.07	5	0.00888	0.59	1.48	0.08	1.89	0.14
H_6	-	0.048	0.49	2,566.66	2,563.69	3	0.00603	0.38	1.29	0.12	1.65	0.32
H_7	-	0.138	0.70	2,565.08	2,565.00	0	0.00012	0.66	1.84	0.21	1.39	0.31
H_8	-	0.107	0.58	2,570.00	2,564.63	5	0.00931	0.46	1.43	0.23	1.22	0.50
H_9	-	0.093	0.49	2,569.62	2,559.35	10	0.02083	0.43	1.23	0.22	1.13	0.50
H_10	-	0.103	0.62	2,561.53	2,561.20	0	0.00054	0.69	2.03	0.15	1.77	0.22
H_11	-	0.081	0.47	2,568.57	2,560.13	8	0.01800	0.44	1.24	0.18	1.22	0.41
H_12	-	0.053	0.54	2,568.66	2,563.53	5	0.00952	0.79	1.90	0.07	2.30	0.09
H_13	-	0.993	2.65	2,575.83	2,565.08	11	0.00405	2.09	7.79	0.47	2.19	0.23
H_14	Colector Pastrana T1	0.931	1.65	2,584.73	2,571.43	13	0.00805	1.18	5.22	0.79	1.51	0.67

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Altura Mayor	Altura Menor	H (m)	Pendiente del Cauce S (m/m)	Longitud Axial (km)	Perímetro (km)	Ancho de Cuenca	Coeficiente de compacidad	Factor de Forma
				(msnm)	(msnm)					m		
H_15	Colector Pastrana T2	0.371	1.97	2,577.10	2,576.65	0	0.00023	1.88	4.83	0.20	2.22	0.10
H_16	-	0.367	1.40	2,576.16	2,576.09	0	0.00005	0.82	2.69	0.45	1.24	0.55
H_17	-	0.329	0.62	2,580.91	2,578.00	3	0.00470	0.66	2.80	0.50	1.37	0.75
H_18	-	0.297	1.94	2,584.21	2,578.00	6	0.00321	1.86	4.51	0.16	2.32	0.09
H_19	-	0.626	1.78	2,582.44	2,580.65	2	0.00101	1.73	4.48	0.36	1.59	0.21
H_20	Canal Rio Seco	4.612	2.74	2,582.27	2,578.35	4	0.00143	3.38	11.58	1.36	1.51	0.40
H_21	Canal Albina	5.747	3.76	2,605.07	2,579.00	26	0.00694	4.15	12.66	1.38	1.48	0.33
H_22	Canal Rio Fucha	39.749	14.32	3,542.17	2,584.15	958	0.06690	12.07	37.27	3.29	1.66	0.27
H_23	Interceptor Qda las lajas	1.551	2.01	2,742.02	2,596.00	146	0.07256	2.21	7.12	0.70	1.60	0.32
H_24	Interceptor Comuneros	0.399	1.25	2,633.84	2,599.00	35	0.02781	1.85	4.75	0.22	2.11	0.12
H_25	Canal San Agustín	0.470	1.61	2,683.00	2,599.00	84	0.05203	1.82	4.40	0.26	1.80	0.14
H_26	Colector Calle 3	0.114	0.44	2,608.99	2,597.83	11	0.02559	0.56	1.70	0.20	1.40	0.36

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Altura Mayor	Altura Menor	H (m)	Pendiente del Cauce S (m/m)	Longitud Axial (km)	Perímetro (km)	Ancho de Cuenca	Coeficiente de compacidad	Factor de Forma
				(msnm)	(msnm)					m		
H_27	Colector Rio San Agustín	17.865	8.10	3,473.84	2,602.72	871	0.10755	6.59	22.22	2.71	1.47	0.41
H_28	Colector Calle 22	0.927	1.41	2,657.99	2,614.00	44	0.03128	1.62	4.68	0.57	1.36	0.35
H_29	Canal Arzobispo	9.498	5.18	3,281.31	2,597.30	684	0.13207	4.01	15.22	2.37	1.38	0.59
H_30	Colector Galerías	0.117	0.31	2,597.66	2,588.15	10	0.03019	0.43	1.37	0.27	1.12	0.62
H_31	Colector Sears	0.133	0.29	2,600.68	2,590.94	10	0.03379	0.49	1.50	0.27	1.15	0.55
H_32	Colector las delicias	5.028	5.18	3,302.88	2,593.74	709	0.13700	4.40	13.19	1.14	1.65	0.26
H_33	Interceptor la vieja	6.094	4.60	3,291.68	2,587.81	704	0.15289	3.92	13.20	1.55	1.50	0.40

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Se identificaron las cuencas hidrográficas de la zona urbana en la ciudad de Bogotá, estas fueron trazadas a partir de la línea del Metro y las corrientes identificadas como cruce en la zona de estudio. Por otra parte, a partir del modelo de elevación digital de terreno se identifican las divisorias y estas son ajustadas con las calles y el trazado de alcantarillado pluvial de Bogotá.

En general las áreas de drenaje identificadas son menores, las cuencas hidrográficas mayores de 2,5 Km<sup>2</sup>, son las cuencas aferentes a los cuerpos lóticos. Se observa que la altura media de las cuencas menores es similar; por otra parte, la altura de las cuencas mayores es variable, esto teniendo en cuenta que dichas cuencas están definidas desde la parte alta de la cordillera oriental, se observa que la pendiente ponderada es mayor por el sector de la parte alta de las cuencas.

Las áreas de drenaje en general son cuencas alargadas, el factor de forma es menor a la unidad en todas las hoyas hidrográficas trazadas. En la tabla anterior se observan las 33 hoyas hidrográficas con las características morfométricas tales como: área, longitud de corriente, longitud axial, ancho medio, factor de forma, perímetro de la cuenca, altura media y pendiente del cauce; entre otras.

#### 5.2.2.1.6 Parámetros básicos para el Análisis Hidrológico

##### ► Factor de reducción de lluvia

El coeficiente de reducción de la lluvia por el tamaño del área de drenaje se ha calculado, en primer término, de acuerdo con las siguientes formulas:

##### ► Ecuación de Fhrüling que expresa:

$$i_m = i_0 f(a)$$

o:

$$i_m = i_0 (1 - 0.0054 A^{0.25})$$

En donde:

$i_m$ : Intensidad promedio de lluvia en la hoya hidrográfica, mm/h.

$i_0$ : Intensidad de lluvia puntual medida en la estación registradora, mm/h.

$(1 - 0.0054 A^{0.25})$ : Coeficiente de reducción de la lluvia,  $f(a)$ , por el tamaño del área de drenaje  $A$ , estando esta última variable expresada en m<sup>2</sup>.

##### ► Institution of Civil Engineers, Proceedings:

$$i_m = i_0 (1.0 - 0.0268 * t_c^{-0.261} * A^{0.387})$$

En donde:

$A$ : Área de drenaje de la hoya, en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>).

$t_c$ : Tiempo de concentración de la hoya, en horas (hr).

##### ► Datos de Norte América

$$i_m = i_0 (1.0 - 0.05 * t_c^{-0.361} * A^{0.264})$$

En donde:

A: Área de drenaje de la hoya, en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>).

t<sub>c</sub>: Tiempo de concentración de la hoya, en horas (hr).

Con el fin de tener un valor que no sobrestime, ni subestime los caudales en relación con este coeficiente, se ha definido su valor final igual al valor promedio de los tres valores calculados, teniendo en cuenta que según la NS-085 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB), el factor para cuencas hidrográficas de menos de 1000 Ha de área es igual a la unidad. El resultado del cálculo se presenta en la Tabla 51.

Tabla 51 – Factor de Reducción de Lluvia por Área de Drenaje

Hoya	Área (km <sup>2</sup> )	Tc (Hr)	Factor de reducción			Factor seleccionado
			Fhrüling	Institution Of Civil Engineers	Norteamérica	
Canal Tintal	4.99	2.63	0.74	0.96	0.89	1.0
H_2	0.13	0.57	0.90	0.99	0.98	1.0
H_3	0.08	0.68	0.91	0.99	0.98	1.0
H_4	0.11	0.33	0.90	0.98	0.98	1.0
H_5	0.05	0.27	0.92	0.99	0.99	1.0
H_6	0.05	0.28	0.92	0.99	0.99	1.0
H_7	0.14	1.64	0.90	0.99	0.96	1.0
H_8	0.11	0.26	0.90	0.98	0.98	1.0
H_9	0.09	0.25	0.91	0.98	0.98	1.0
H_10	0.10	0.84	0.90	0.99	0.97	1.0
H_11	0.08	0.25	0.91	0.99	0.98	1.0
H_12	0.05	0.25	0.92	0.99	0.99	1.0
H_13	0.99	1.17	0.83	0.97	0.95	1.0
Colector Pastrana T1	0.93	0.62	0.83	0.97	0.96	1.0
Colector Pastrana T2	0.37	2.82	0.87	0.99	0.94	1.0
H_16	0.37	4.02	0.87	0.99	0.94	1.0

Hoya	Área (km <sup>2</sup> )	Tc (Hr)	Factor de reducción			Factor seleccionado
			Fhrüling	Institution Of Civil Engineers	Norteamérica	
H_17	0.33	0.36	0.87	0.98	0.97	1.0
H_18	0.30	1.01	0.87	0.98	0.96	1.0
H_19	0.63	1.47	0.85	0.98	0.95	1.0
Canal Rio Seco	4.61	1.79	0.75	0.96	0.91	1.0
Canal Albina	5.75	1.24	0.74	0.95	0.91	1.0
Canal Rio Fucha	39.75	1.46	0.57	0.90	0.85	0.8
Interceptor Qda las lajas	1.55	0.31	0.81	0.96	0.96	1.0
Interceptor Comuneros	0.40	0.31	0.86	0.97	0.97	1.0
Canal San Agustín	0.47	0.30	0.86	0.97	0.97	1.0
Colector Calle 3	0.11	0.25	0.90	0.98	0.98	1.0
Colector Rio San Agustín	17.87	0.78	0.65	0.91	0.90	0.9
Colector Calle 22	0.93	0.33	0.83	0.97	0.97	1.0
Canal Arzobispo	9.50	0.51	0.70	0.92	0.93	1.0
Colector Galerías	0.12	0.25	0.90	0.98	0.98	1.0
Colector Sears	0.13	0.25	0.90	0.98	0.98	1.0
Colector las delicias	5.03	0.51	0.74	0.94	0.94	1.0
Interceptor la vieja	6.09	0.44	0.73	0.93	0.94	1.0

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El factor de reducción de lluvia puntual es un factor fundamental para los cálculos hidrológicos, este factor determina la influencia proporcional de la tormenta en el área de la cuenca hidrográfica. En la buena práctica de la ingeniería se define este factor como la unidad para cuencas menores, esto implica que la tormenta de diseño se encuentra en toda el área de drenaje; por otra parte, para cuencas mayores se utiliza tres (3) metodologías de cálculo diferentes y se selecciona el valor adecuado a partir de la referencia bibliográfica utilizada.

De los cálculos presentados anteriormente se observa que la mayoría de las cuencas tiene el factor de forma igual a la unidad, valor definido para cuencas menores a 1000 ha, y consecuente con la NS-085 (EAAB, 2020).

► Tiempo de Concentración

Cuando se utilizan modelos lluvia-escorrentía para el cálculo de caudales máximos instantáneos, se debe suponer que dicho caudal máximo ocasionado por una determinada intensidad del aguacero de diseño sobre un área de drenaje específica es producido por el referido aguacero, el cual se prolonga durante un período de tiempo igual al tiempo de concentración del flujo en el punto bajo consideración. Técnicamente, se define este último como el tiempo de concentración ( $T_c$ ), el cual es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto bajo consideración desde la parte más apartada del área de drenaje.

De acuerdo con la NS-085 de la EAB, para el tiempo de concentración ( $T_c$ ) se ha analizado la siguiente fórmula:

► Fórmula de Kirpich

$$T_c = 3.9780 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

En donde:

$T_c$ : Tiempo de concentración de la hoya hidrográfica, en min.

L: Longitud del cauce principal, en km.

S: Pendiente total del cauce principal, igual a la caída total entre la longitud del cauce principal, en m/m.

El tiempo de concentración seleccionado corresponde a la fórmula de Kirpich presentada anteriormente, con el fin de obtener un valor apropiado teniendo en cuenta lo estipulado en la norma NS-085. En la Tabla 52 se presentan los tiempos de concentración para las hoyas hidrográficas de las corrientes identificadas.

Tabla 52 – Tiempo de Concentración

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Tiempo de Concentración de Kirpich (min)
H_1	Canal Tintal	4.991	6.13	157.77
H_2	-	0.130	0.70	34.20
H_3	-	0.081	0.47	40.84
H_4	-	0.114	0.57	19.91



Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Tiempo de Concentración de Kirpich (min)
H_5	-	0.048	0.58	16.11
H_6	-	0.048	0.49	16.51
H_7	-	0.138	0.70	98.38
H_8	-	0.107	0.58	15.77
H_9	-	0.093	0.49	10.25
H_10	-	0.103	0.62	50.16
H_11	-	0.081	0.47	10.43
H_12	-	0.053	0.54	14.83
H_13	-	0.993	2.65	70.22
H_14	Colector Pastrana T1	0.931	1.65	37.44
H_15	Colector Pastrana T2	0.371	1.97	168.95
H_16	-	0.367	1.40	240.92
H_17	-	0.329	0.62	21.65
H_18	-	0.297	1.94	60.30
H_19	-	0.626	1.78	88.42
H_20	Canal Rio Seco	4.612	2.74	107.40
H_21	Canal Albina	5.747	3.76	74.63
H_22	Canal Rio Fucha	39.749	14.32	87.44
H_23	Interceptor Qda las lajas	1.551	2.01	18.70
H_24	Interceptor Comuneros	0.399	1.25	18.78
H_25	Canal San Agustín	0.470	1.61	17.94
H_26	Colector Calle 3	0.114	0.44	8.60
H_27	Colector Rio San Agustín	17.865	8.10	46.96
H_28	Colector Calle 22	0.927	1.41	19.62

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Tiempo de Concentración de Kirpich (min)
H_29	Canal Arzobispo	9.498	5.18	30.75
H_30	Colector Galerías	0.117	0.31	6.28
H_31	Colector Sears	0.133	0.29	5.62
H_32	Colector las delicias	5.028	5.18	30.31
H_33	Interceptor la vieja	6.094	4.60	26.55

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El tiempo de concentración calculado para hoyas hidrográficas es una medida conservadora del recorrido y formación de la escorrentía superficial en las cuencas objeto de estudio. La fórmula de Kirpich es la metodología aceptada por la NS-085 la cual evalúa la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, esta fórmula es conservadora respecto a otras metodologías hidrológicas.

Se considera correcto los valores calculados teniendo en cuenta la pendiente de la corriente y longitud de cauce presentados previamente en las características morfométricas. El tiempo de concentración para las cuencas en la zona de estudio varía entre un máximo de 240.92 minutos para la Hoya 16, y un mínimo de 5.62 minutos para el Colector Sears.

#### ► Coberturas

El tipo de cobertura correspondiente a las cuencas analizadas se determinó por medio de la ayuda de imágenes satelitales, las cuales se presentan en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07. Su clasificación y porcentaje de aferencia se presentan en la Figura 119 L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03 y la Tabla 53. Se resalta que la cobertura correspondiente al río Bogotá no se presenta, pues para el análisis hidrológico de la cuenca se utilizaran datos de estaciones hidrométricas ubicadas sobre la corriente.

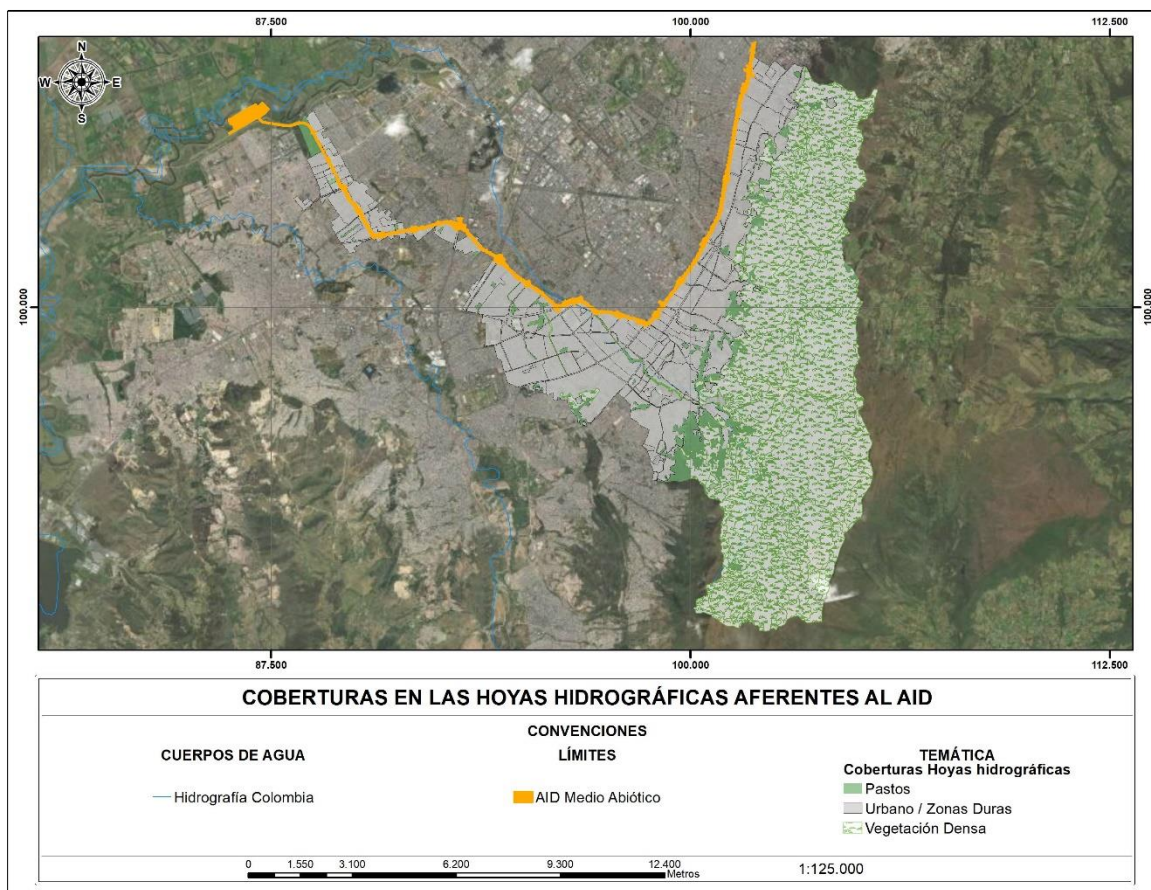


Figura 119 Cobertura en las Hoyas Hidrográficas Aferentes al AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 53 – Cobertura Cuencas del Tramo 1

Cuenca	Área Cobertura (m <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Porcentaje de Influencia	Cuenca	Área Cobertura (m <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Porcentaje de Influencia
1	4324851.00	Zonas Duras	87.0%	16	367430.20	Zonas Duras	100.0%
	655299.62	Pastos	13.0%	17	321836.83	Zonas Duras	98.0%
	10869.05	Bosques	0.0%		7057.90	Pastos	2.0%
2	123449.84	Zonas Duras	95.0%	9.75	Bosques	0.0%	
	6950.43	Pastos	5.0%	18	283841.48	Zonas Duras	96.0%
3	79924.61	Zonas Duras	99.0%		12988.00	Pastos	4.0%
	572.28	Pastos	1.0%	19	613803.79	Zonas Duras	98.0%

Cuenca	Área Cobertura (m <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Porcentaje de Influencia	Cuenca	Área Cobertura (m <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Porcentaje de Influencia
	3.25	Bosques	0.0%		11699.28	Pastos	2.0%
4	97877.65	Zonas Duras	86.0%	20	4420311.42	Zonas Duras	96.0%
	16097.49	Pastos	14.0%		191993.25	Pastos	4.0%
	318.76	Bosques	0.0%	21	5435393.87	Zonas Duras	95.0%
	46364.75	Zonas Duras	97.0%		189062.15	Pastos	3.0%
1585.42	Pastos	3.0%	122677.88		Bosques	2.0%	
5	37.91	Bosques	0.0%	22	6455498.96	Zonas Duras	16.0%
	44455.09	Zonas Duras	94.0%		4719526.61	Pastos	12.0%
	2673.05	Pastos	6.0%		28574325.45	Bosques	72.0%
6	441.18	Bosques	1.0%	23	1265458.01	Zonas Duras	82.0%
	119531.27	Zonas Duras	87.0%		272234.66	Pastos	18.0%
	17614.39	Pastos	13.0%		13184.88	Bosques	1.0%
7	440.04	Bosques	0.0%	24	381553.92	Zonas Duras	96.0%
	95674.24	Zonas Duras	90.0%		17192.98	Pastos	4.0%
	11031.54	Pastos	10.0%	25	399710.52	Zonas Duras	85.0%
151.24	Bosques	0.0%	70041.09		Pastos	15.0%	
63640.54	Zonas Duras	68.0%	35.61		Bosques	0.0%	
8	28917.88	Pastos	31.0%	26	114266.24	Zonas Duras	100.0%
	556.08	Bosques	1.0%	27	3009151.75	Zonas Duras	17.0%
	91458.61	Zonas Duras	89.0%		1182668.99	Pastos	7.0%
11144.89	Pastos	11.0%	13673478.22		Bosques	77.0%	
9	0.70	Bosques	0.0%	28	804075.48	Zonas Duras	87.0%
	70092.75	Zonas Duras	87.0%		82559.90	Pastos	9.0%
	9669.95	Pastos	12.0%		40687.74	Bosques	4.0%
10	1150.73	Bosques	1.0%	29	2946509.45	Zonas Duras	31.0%
	49133.64	Zonas Duras	92.0%		746556.04	Pastos	8.0%

Cuenca	Área Cobertura (m <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Porcentaje de Influencia	Cuenca	Área Cobertura (m <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Porcentaje de Influencia
	4186.05	Pastos	8.0%		5805104.16	Bosques	61.0%
	67.62	Bosques	0.0%		30	117441.02	Zonas Duras
13	971381.37	Zonas Duras	98.0%	31	132609.82	Zonas Duras	100.0%
	20101.87	Pastos	2.0%		314.96	Pastos	0.0%
	1571.42	Bosques	0.0%	32	1002076.73	Zonas Duras	20.0%
14	897526.42	Zonas Duras	96.0%		325398.07	Pastos	7.0%
	32920.13	Pastos	4.0%		3700933.00	Bosques	74.0%
	657.09	Bosques	0.0%	33	1867730.00	Zonas Duras	31.0%
15	370181.56	Zonas Duras	100.0%		346681.37	Pastos	6.0%
	378.44	Pastos	0.0%		3879414.63	Bosques	64.0%
	12.22	Bosques	0.0%				

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se identifica que las hoyas hidrográficas poseen coberturas de suelo urbano o zonas duras, esto es común y adecuado para la zonificación de la capital y ciudad de Bogotá. Se identifica que las zonas duras por lo general son mayores al 70% para las cuencas menores, este tipo de cobertura posee unos coeficientes de escorrentía mayores (CN > 88) que las coberturas de pastos y bosques, ocasionando un aumento en la escorrentía superficial que allí se presenta; por otra parte, las cuencas mayores, las cuales tiene influencia de la alta montaña de la cordillera oriental poseen mayor influencia en las zonas de bosque.

La metodología implementada es adecuada para las imágenes satelitales utilizadas, las cuales a partir del rango de color se definen las coberturas de zonas duras, bosques y pastos.

#### 5.2.2.1.7 Canal Cundinamarca

A diferencia de las corrientes analizadas en la sección anterior, el Canal Cundinamarca, contrario a lo que su nombre indica, pues este se debe a su geometría no a su funcionamiento, es un cuerpo de agua utilizado para el almacenamiento temporal de aguas lluvias. El canal se encuentra localizado en la margen izquierda del río Bogotá, entre la calle 15 y la calle 80 sur. El cuerpo de agua tiene una longitud aproximada de 8.43 km, y la descarga de este se hace hacia el río Bogotá por medio de la estación de bombeo Gibraltar, ubicada en la calle 43 sur, es decir, aproximadamente en el punto medio de la longitud del cuerpo de agua.

Al ser un cuerpo de agua para el almacenamiento y no una corriente, de acuerdo con el estudio del “Contrato de Consultoría No. 1-2-25500-0951-2018 - Actualización del Diseño Definitivo de la Estructura de Descarga del Túnel de Emergencia del Interceptor Tunjuelo-Canoas y Diseño Definitivo de la Descarga a Gravedad del Canal Cundinamarca” (EAAB, 2019), presentado por Estudios Técnicos y Construcciones S.A.S. y la EAB en febrero de 2019, la cota de fondo del Canal Cundinamarca es constante en su longitud y tiene un valor de 2534 msnm. De la misma referencia bibliográfica se puede obtener el nivel y el volumen máximos de almacenamiento en el canal para los periodos de retorno de 10 y 100 años que se presentan en la Tabla 54.

Tabla 54 – Niveles y Volumen de Almacenamiento Máximos del Canal Cundinamarca

Tr (Años)	Nivel Máximo (msnm)	Volumen Almacenado (m3)		
		Canal Cundinamarca	Afluentes	Total
10	2538.50	814000	270000	1084000
100	2540.00	938000	474000	1412000

Fuente: EAAB, 2019

Los canales y colectores que descargan hacia el cuerpo de agua conocido como Canal Cundinamarca son: los Canales Tintal II, III y IV, el Canal Santa Isabel, el Canal Primero de Mayo, el Canal Britarlia, el Canal Calle 38, el Canal América, el Canal Castilla, el Canal Magdalena, el Canal Alsacia, el Colector Sistema Granada, y el Colector Central Fontibón.

De acuerdo con (EAAB, 2019), el área de drenaje aferente al Canal Cundinamarca es de 36.86 km<sup>2</sup>, correspondiente a lo presentado en la Figura 120.

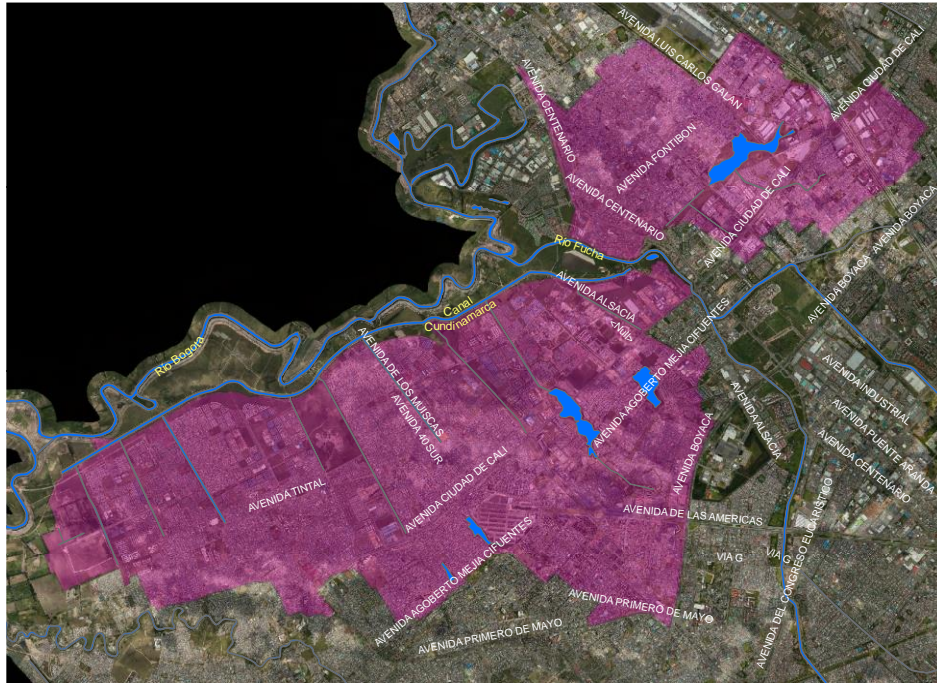


Figura 120 Áreas de Drenaje Aferentes al Canal Cundinamarca

Fuente: EAAB, 2019

#### 5.2.2.1.8 Caudales máximos instantáneos

Para el cálculo de caudales máximos instantáneos anuales se ha empleado un modelo lluvia – escorrentía, dado que no se contó con datos de caudales máximos instantáneos anuales históricos en estaciones hidrométricas para las 33 cuencas hidrográficas.

Por otra parte, para los análisis de caudales máximos instantáneos sobre el río Bogotá, se emplean los datos de la estación limnigráfica Puente Cundinamarca, la cual cuenta con información suficiente y es representativa para la zona de estudio. Los datos de la estación se llevarán al sitio de proyecto a partir de la metodología de transposición de caudales.

La metodología de cálculo de caudales máximos instantáneos corresponde a la evaluada en la NS-085 versión 4, en cuyo caso se define la precipitación de diseño para los diferentes periodos de retorno y se aplica el método racional para cuencas hidrográficas menores a 80 hectáreas, y modelo hidrológico HMS para las cuencas mayores.

Dado que en la zona de estudio se presentan cruces de canales, se opta por la evaluación hidrológica a partir del método indirecto de lluvia escorrentía en el modelo hidrológico HEC HMS.

El modelo requiere el hidrograma de diseño, para tal caso se utilizó la precipitación para cada periodo de retorno teniendo en cuenta las curvas IDF entregadas a esta Consultoría por la EAAB, (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/7\_2) y definidas para el centroide de las cuencas objeto de estudio.

### 5.2.2.1.8.1 Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF)

De acuerdo con (Chow, Maidment, & Mays, 1988), se calcularon las curvas intensidad - duración - frecuencia representativa de la zona de proyecto, esto se realiza teniendo en cuenta la ubicación del centroide de cada cuenca objeto de estudios, la solicitud de información se presenta en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_2. A partir de esto se calcularon los coeficientes necesarios para aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{INTENSIDAD} = C_1(\text{DURACIÓN} + X_0)^{C_2}$$

En donde los parámetros  $C_1$ ,  $X_0$  y  $C_2$ , se calcularon de acuerdo con (Chow, Maidment, & Mays, 1988) y dependiendo del período de retorno.

Con estos valores se han calculado las curvas intensidad - duración - frecuencia, las cuales se presentan a continuación para la hoya hidrográfica Canal Albina, para una lluvia de 3 horas con incrementos de 10 minutos. Las Curvas IDF de cada cuenca se presentan en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_ A07.

Tabla 55 – Curvas IDF Cuenca Canal Albina

Tiempo (min)	Período De Retorno (Años)					
	3	5	10	25	50	100
10	67.8	79.0	93.0	111.0	123.4	136.8
20	51.1	58.8	68.6	81.3	90.1	99.6
30	41.3	47.2	55.0	64.9	71.8	79.2
40	34.6	39.4	45.7	53.8	59.5	65.6
50	29.8	33.8	39.2	46.1	50.9	56.0
60	26.1	29.6	34.3	40.3	44.5	49.0
70	23.3	26.4	30.5	35.8	39.6	43.5
80	21.0	23.8	27.5	32.3	35.6	39.2
90	19.1	21.6	25.0	29.3	32.4	35.6
100	17.6	19.9	22.9	26.9	29.8	32.7
110	16.2	18.4	21.2	24.9	27.5	30.2
120	15.1	17.1	19.7	23.1	25.6	28.1



Tiempo (min)	Período De Retorno (Años)					
	3	5	10	25	50	100
130	14.1	16.0	18.4	21.6	23.9	26.2
140	13.2	15.0	17.3	20.3	22.5	24.6
150	12.5	14.1	16.3	19.1	21.2	23.2
160	11.8	13.3	15.4	18.1	20.0	21.9
170	11.2	12.7	14.6	17.2	19.0	20.8
180	10.6	12.0	13.9	16.3	18.1	19.8

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

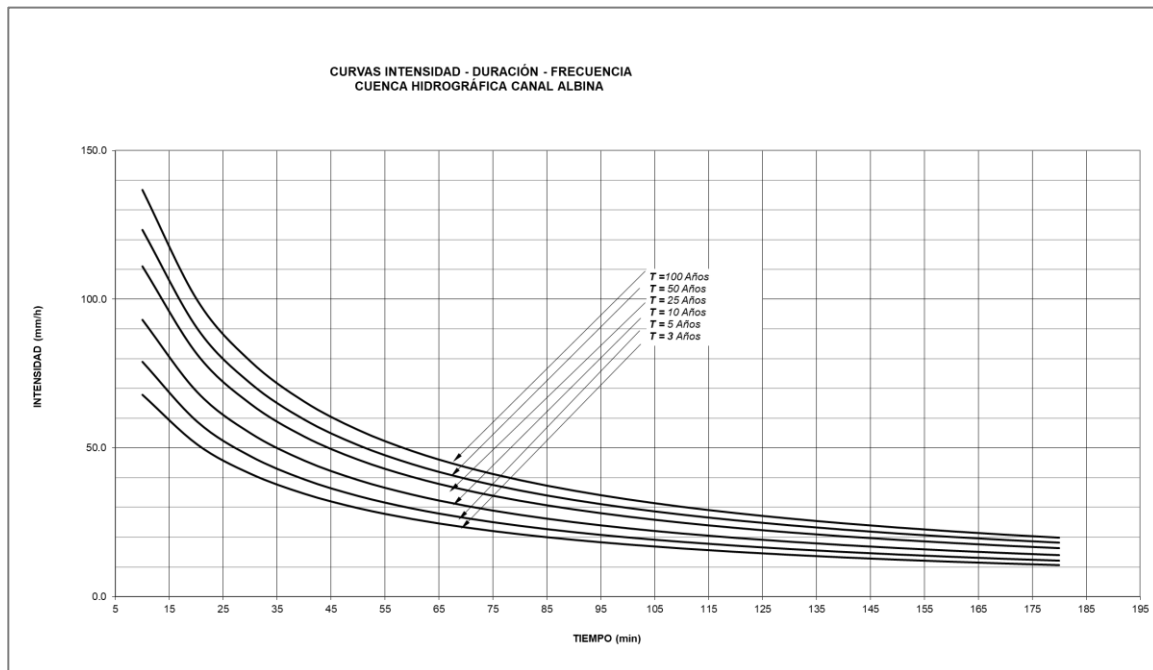


Figura 121 Curvas IDF Cuenca Canal Albina

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.8.2 Precipitación de diseño

La precipitación de diseño corresponde a la lluvia para el periodo de tiempo de la tormenta, para efectos del análisis se implementa la precipitación para un evento de 3 horas para diferentes periodos de retorno. El cálculo de la precipitación de diseños se basa en los valores de intensidad obtenidos de las curvas

IDF del centroide de las cuencas hidrográficas. A continuación, se presenta el cálculo de la precipitación de diseño.

$$I \left( \frac{mm}{h} \right) = \frac{Precipitación (mm)}{Tiempo (h)}$$

$$P = I * T$$

Donde:

- I: Intensidad para diferentes periodos de retorno (mm/h)
- P: Precipitación de diseño (mm)
- T: Tiempo de la tormenta (h)

### 5.2.2.1.8.3 Distribución temporal de la tormenta de diseño

Se aplica a la precipitación de diseño el factor de reducción por espacialidad de la cuenca hidrográfica, el factor de reducción se presentó anteriormente, en donde se define como la unidad a las cuencas hidrográficas menores a 1000 Ha.

Con la precipitación de diseño y la distribución temporal de la misma, tomando como base la propuesta en la NS-085, se calcula el hietograma de diseño para cada una de las hoyas hidrográficas. A continuación, se presenta el hietograma de diseño para cada periodo de retorno teniendo en cuenta la espacialidad de la hoya hidrográfica.

Tabla 56 – Hietograma de Diseño Cuenca Hidrográfica Canal Albina

		TR3	Tr5	TR10	TR25	TR50	TR100						
		31.9	36.1	41.7	49.0	54.2	59.4						
CANAL ALBINA		Precipitación T3		Precipitación T5		Precipitación T10		Precipitación T25		Precipitación T50		Precipitación T100	
Distribución Lluvia	Tiempo	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental
(%)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.4	10	0.77	0.77	0.87	0.87	1.00	1.00	1.18	1.18	1.30	1.30	1.42	1.42
5.1	20	1.63	0.86	1.84	0.98	2.13	1.13	2.50	1.32	2.76	1.46	3.03	1.60
8.8	30	2.81	1.18	3.18	1.34	3.67	1.54	4.31	1.81	4.77	2.01	5.22	2.20

		TR3	Tr5	TR10	TR25	TR50	TR100						
		31.9	36.1	41.7	49.0	54.2	59.4						
CANAL ALBINA		Precipitación T3		Precipitación T5		Precipitación T10		Precipitación T25		Precipitación T50		Precipitación T100	
Distribución Lluvia	Tiempo	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental	Precipitación Acumulada	Precipitación Incremental
(%)	(min)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
15.1	40	4.81	2.01	5.45	2.28	6.29	2.63	7.39	3.08	8.19	3.42	8.96	3.74
23.8	50	7.59	2.77	8.60	3.14	9.92	3.63	11.65	4.26	12.90	4.72	14.13	5.16
34.2	60	10.90	3.32	12.35	3.76	14.25	4.33	16.75	5.09	18.54	5.64	20.30	6.17
47	70	14.98	4.08	16.98	4.62	19.59	5.33	23.02	6.27	25.48	6.94	27.90	7.60
59.6	80	19.00	4.02	21.53	4.55	24.84	5.25	29.18	6.17	32.31	6.83	35.38	7.48
69.4	90	22.12	3.12	25.07	3.54	28.92	4.08	33.98	4.80	37.62	5.31	41.19	5.82
77.9	100	24.83	2.71	28.14	3.07	32.46	3.54	38.15	4.16	42.23	4.61	46.24	5.05
85.4	110	27.22	2.39	30.85	2.71	35.59	3.13	41.82	3.67	46.30	4.07	50.69	4.45
90.4	120	28.82	1.59	32.65	1.81	37.67	2.08	44.27	2.45	49.01	2.71	53.66	2.97
93.6	130	29.84	1.02	33.81	1.16	39.00	1.33	45.83	1.57	50.74	1.73	55.56	1.90
95.1	140	30.32	0.48	34.35	0.54	39.63	0.63	46.57	0.73	51.55	0.81	56.45	0.89
96.5	150	30.76	0.45	34.86	0.51	40.21	0.58	47.25	0.69	52.31	0.76	57.28	0.83
97.8	160	31.18	0.41	35.33	0.47	40.75	0.54	47.89	0.64	53.02	0.70	58.05	0.77
99.2	170	31.62	0.45	35.83	0.51	41.34	0.58	48.58	0.69	53.78	0.76	58.88	0.83
100	180	31.88	0.26	36.12	0.29	41.67	0.33	48.97	0.39	54.21	0.43	59.36	0.47

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

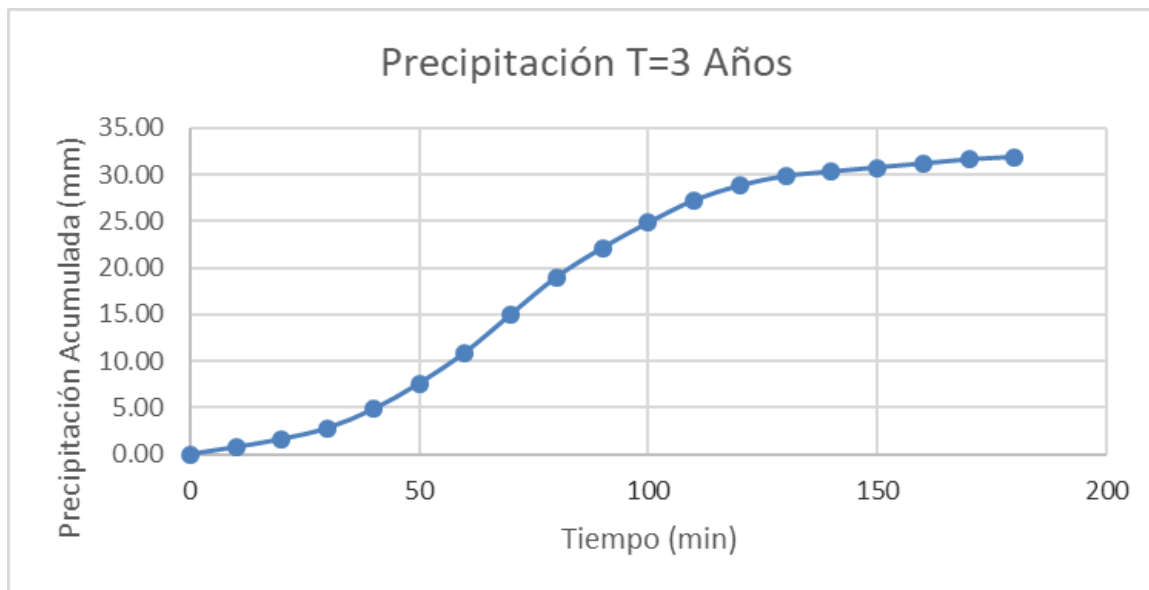


Figura 122 Distribución de la Lluvia de Diseño Para un Periodo de Retorno de 3 Años – Hoya Canal Albina

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Los hietogramas de diseño se presentan en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/7\_2 para cada cuenca hidrográfica.

#### 5.2.2.1.8.4 Caudales Máximos Instantáneos Hietograma NS-085

A partir de las características de las cuencas hidrográficas de cobertura, tiempo de concentración y el hietograma de diseño. Se presenta la modelación hidrológica de caudales máximos instantáneos por medio del programa computacional HEC HMS. La modelación se presenta en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 y los resultados de caudales máximos instantáneos se presentan a continuación, en la Tabla 57, en la que se observa que las cuencas hidrográficas que presentan caudales máximos mayores corresponden con las de los ríos Fucha, San Agustín, el Canal Arzobispo, el Interceptor La Vieja, el Canal Albina y el Colector las Delicias.

Tabla 57 – Resultados de caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma NS-085

HOYA No.	NOMBRE	ÁREA CUENCA (m <sup>2</sup> )	t <sub>lag</sub> (minutos)	CN	Q TR3 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR5 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR10 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR25 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR50 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR100 (m <sup>3</sup> /s)
1	Canal Tintal	4.991	94.66	89	4.827	6.350	8.419	11.208	13.495	15.687
2	Hoya 2	0.130	20.52	90	0.269	0.351	0.457	0.600	0.711	0.819
3	Hoya 3	0.081	24.50	91	0.180	0.229	0.300	0.391	0.461	0.527

HOYA No.	NOMBRE	ÁREA CUENCA (m <sup>2</sup> )	t <sub>lag</sub> (minutos)	CN	Q TR3 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR5 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR10 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR25 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR50 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR100 (m <sup>3</sup> /s)
4	Hoya 4	0.114	11.95	89	0.228	0.297	0.390	0.518	0.620	0.725
5	Hoya 5	0.048	9.66	91	0.118	0.153	0.198	0.259	0.304	0.350
6	Hoya 6	0.048	9.91	90	0.108	0.139	0.185	0.245	0.290	0.336
7	Hoya 7	0.138	59.03	89	0.175	0.231	0.306	0.410	0.489	0.570
8	Hoya 8	0.107	9.46	90	0.241	0.312	0.416	0.549	0.650	0.751
9	Hoya 9	0.093	9.00	87	0.157	0.209	0.283	0.386	0.467	0.550
10	Hoya 10	0.103	30.09	90	0.192	0.251	0.327	0.429	0.507	0.586
11	Hoya 11	0.081	9.00	89	0.170	0.222	0.293	0.393	0.472	0.547
12	Hoya 12	0.053	9.00	90	0.118	0.154	0.202	0.267	0.316	0.366
13	Hoya 13	0.993	42.13	91	1.895	2.417	3.140	4.085	4.794	5.506
14	Colector Pastrana T1	0.931	22.47	91	2.126	2.684	3.477	4.494	5.270	6.047
15	Colector Pastrana T2	0.371	101.37	91	0.444	0.564	0.729	0.939	1.115	1.280
16	Hoya 16	0.367	144.55	91	0.367	0.462	0.587	0.757	0.890	1.013
17	Hoya 17	0.329	12.99	91	0.956	1.203	1.512	1.933	2.290	2.606
18	Hoya 18	0.297	36.18	90	0.634	0.799	1.024	1.304	1.539	1.760
19	Hoya 19	0.626	53.05	91	1.234	1.539	1.969	2.505	2.952	3.356
20	Canal Rio Seco	4.612	64.44	90	7.622	9.655	12.200	15.755	18.583	21.214
21	Canal Albina	5.747	44.78	90	12.213	15.197	19.220	24.808	29.031	33.225
22	Canal Rio Fucha	39.749	52.46	77	20.947	32.945	51.035	78.219	99.819	123.114
23	Interceptor Qda las lajas	1.551	11.22	89	5.200	6.396	8.114	10.479	12.117	13.891
24	Interceptor Comuneros	0.399	11.27	90	1.437	1.761	2.213	2.810	3.234	3.676
25	Canal San Agustín	0.470	10.76	89	1.634	2.012	2.535	0.229	3.753	4.270
26	Colector Calle 3	0.114	9.00	91	0.457	0.551	0.676	0.851	0.971	1.096
27	Colector Rio San Agustín	17.865	28.18	76	13.562	21.260	32.096	47.283	59.680	73.018
28	Colector Calle 22	0.927	11.77	89	3.507	4.227	5.272	6.722	7.719	8.771
29	Canal Arzobispo	9.498	18.45	79	20.709	27.395	36.488	48.625	58.233	68.235
30	Colector Galerías	0.117	9.00	91	0.601	0.723	0.883	1.084	1.234	1.397

HOYA No.	NOMBRE	ÁREA CUENCA (m <sup>2</sup> )	t <sub>lag</sub> (minutos)	CN	Q TR3 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR5 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR10 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR25 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR50 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR100 (m <sup>3</sup> /s)
31	Colector Sears	0.133	9.00	91	0.686	0.826	1.010	1.240	1.410	1.595
32	Colector las delicias	5.028	18.18	77	9.647	13.117	17.569	23.717	28.560	33.750
33	Interceptor la vieja	6.094	15.93	79	14.031	18.666	24.780	32.628	38.572	45.052

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.8.5 Caudales Máximos Instantáneos Hietograma SCS

Con el fin de verificar los cálculos de caudales máximos instantáneos presentados anteriormente, se aplica el hietograma de diseño del SCS para la modelación hidrológica. El hietograma sintético SCS fue calculado para cada cuenca hidrográfica y presentado en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07.

Tabla 58 – Caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma SCS

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	t <sub>lag</sub> (minutos)	CN	Q TR3 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR5 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR10 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR25 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR50 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR100 (m <sup>3</sup> /s)
1	Canal Tintal	4.991	94.66	89	5.236	6.923	9.257	12.393	14.949	17.433
2	Hoya 2	0.130	20.52	90	0.438	0.589	0.790	1.061	1.269	1.478
3	Hoya 3	0.081	24.50	91	0.272	0.361	0.483	0.645	0.768	0.889
4	Hoya 4	0.114	11.95	89	0.435	0.595	0.815	1.116	1.342	1.577
5	Hoya 5	0.048	9.66	91	0.240	0.315	0.417	0.552	0.651	0.754
6	Hoya 6	0.048	9.91	90	0.218	0.290	0.392	0.524	0.623	0.726
7	Hoya 7	0.138	59.03	89	0.203	0.272	0.367	0.498	0.597	0.700
8	Hoya 8	0.107	9.46	90	0.487	0.648	0.875	1.168	1.386	1.613
9	Hoya 9	0.093	9.00	87	0.300	0.420	0.588	0.816	0.991	1.173
10	Hoya 10	0.103	30.09	90	0.269	0.360	0.481	0.644	0.770	0.900
11	Hoya 11	0.081	9.00	89	0.338	0.457	0.617	0.835	1.000	1.166
12	Hoya 12	0.053	9.00	90	0.237	0.315	0.420	0.561	0.667	0.777
13	Hoya 13	0.993	42.13	91	2.406	3.124	4.130	5.477	6.481	7.509
14	Colector Pastrana T1	0.931	22.47	91	3.297	4.314	5.727	7.591	9.021	10.477

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	t <sub>lag</sub> (minutos)	CN	Q TR3 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR5 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR10 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR25 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR50 (m <sup>3</sup> /s)	Q TR100 (m <sup>3</sup> /s)
15	Colector Pastrana T2	0.371	101.37	91	0.479	0.613	0.795	1.030	1.224	1.411
16	Hoya 16	0.367	144.55	91	0.383	0.484	0.616	0.797	0.938	1.069
17	Hoya 17	0.329	12.99	91	1.848	2.376	3.067	3.980	4.692	5.382
18	Hoya 18	0.297	36.18	90	0.833	1.065	1.381	1.789	2.118	2.433
19	Hoya 19	0.626	53.05	91	1.477	1.864	2.402	3.094	3.653	4.185
20	Canal Rio Seco	4.612	64.44	90	8.717	11.106	14.160	18.433	21.756	24.922
21	Canal Albina	5.747	44.78	90	14.876	18.666	23.887	31.023	36.421	42.022
22	Canal Rio Fucha	39.749	52.46	77	21.744	34.519	54.034	82.781	106.543	131.988
23	Interceptor Qda las lajas	1.551	11.22	89	9.763	12.116	15.294	19.568	22.472	25.773
24	Interceptor Comuneros	0.399	11.27	90	2.726	3.331	4.166	5.275	6.000	6.853
25	Canal San Agustín	0.470	10.76	89	3.064	3.763	4.719	5.996	6.833	7.831
26	Colector Calle 3	0.114	9.00	91	0.854	1.026	1.262	1.580	1.778	2.020
27	Colector Rio San Agustín	17.865	28.18	76	15.245	24.096	37.616	57.665	74.329	92.024
28	Colector Calle 22	0.927	11.77	89	6.501	7.965	9.952	12.621	14.546	16.529
29	Canal Arzobispo	9.498	18.45	79	28.698	39.476	53.724	72.519	88.267	103.503
30	Colector Galerías	0.117	9.00	91	1.136	1.365	1.671	2.047	2.359	2.661
31	Colector Sears	0.133	9.00	91	1.302	1.567	1.917	2.350	2.707	3.050
32	Colector las delicias	5.028	18.18	77	13.153	18.598	25.862	35.578	3.618	51.720
33	Interceptor la vieja	6.094	15.93	79	21.236	28.449	38.150	51.118	63.800	75.436

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Como se puede observar, la distribución es menor en el hietograma de diseño de la norma NS-085 con respecto al hietograma sintético SCS del cuerpo de ingenieros de Estados Unidos. En promedio para todas las cuencas los caudales máximos son mayores un 32% utilizando esta metodología.

#### 5.2.2.1.8.6 Caudales máximos Instantáneos Río Bogotá

El río Bogotá es la principal corriente que discurre en la zona de estudio, teniendo en cuenta que el río Bogotá cuenta con información de caudales, se opta para el cálculo de caudales máximos instantáneos

por medio de la transposición de caudales de la estación limnimétrica Puente Cundinamarca. Los Datos de la estación se presentan en el L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001 \_A07.

En primera instancia se realiza la transposición de caudales máximos instantáneos teniendo en cuenta la relación de las áreas de drenaje.

$$Q_{Proyecto} = \sqrt{\frac{A_{Proyecto}}{A_{Estación}}} \times Q_{Estación} = \sqrt{\frac{2924 \text{ Km}^2}{2715 \text{ Km}^2}} \times Q_{Estación} = 1.037 \times Q_{Estación}$$

Posterior, se realiza los análisis de frecuencia de los datos históricos de máximos mensuales multianual. Posterior se presenta ajuste probabilístico para diferentes pruebas estadísticas. A continuación, en la Figura 123, se presenta el análisis requerido.

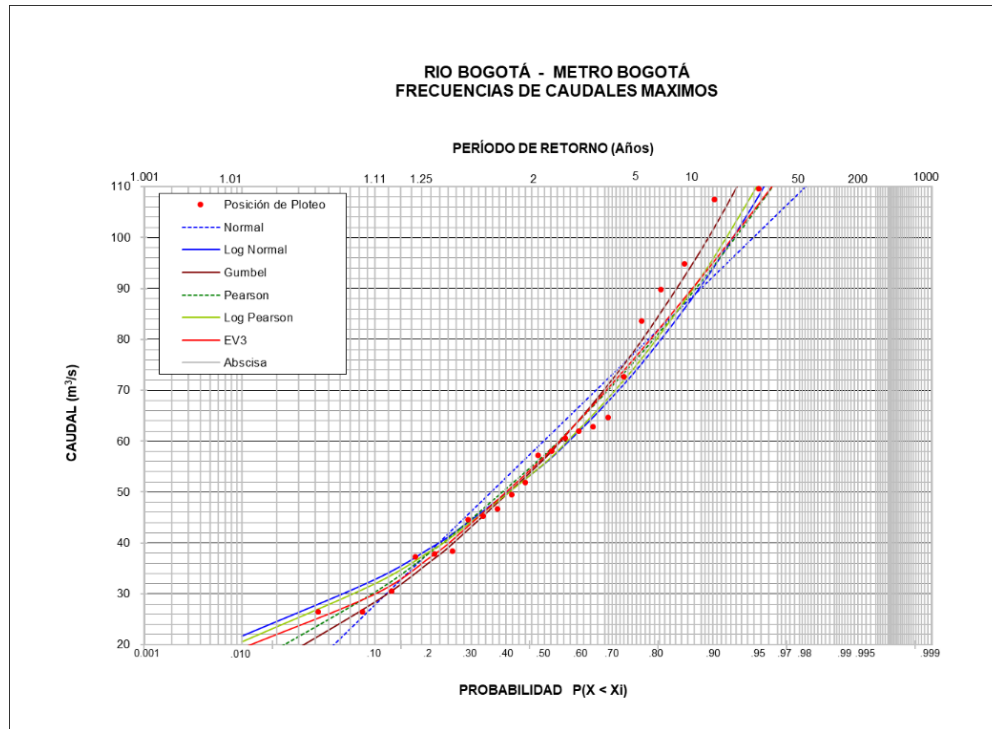


Figura 123 Ajuste Probabilístico Datos de Caudales Máximos Instantáneos Estación Puente Cundinamarca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Finalmente, Teniendo en cuenta la prueba de Chi Cuadrado, se selecciona el mejor ajuste probabilístico a los valores obtenidos de la serie hidrométrica.



Tabla 59 – Caudales Máximos Instantáneos Sitio de Proyecto

Tr	Normal	Gumbel	Pearson	Log- Pear	Log-Nor	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2	59.1	55.4	56.2	54.7	54.6	55.9
2.5	65.2	62.3	62.4	60.7	60.4	62.4
3.33	71.8	70.3	69.4	67.8	67.2	69.7
5	79.5	80.9	78.1	77.2	76.2	78.9
10	90.2	97.7	91.4	92.3	90.6	92.2
20	99.0	113.9	103.2	107.0	104.6	103.8
50	108.9	134.8	117.7	126.2	123.0	117.3
100	115.5	150.5	127.9	140.7	137.0	126.6
200	121.6	166.1	137.8	155.5	151.1	135.2
500	128.9	186.7	150.4	175.4	170.3	145.8
<b>chi 2</b>	<b>14.4</b>	<b>4.3</b>	<b>5.9</b>	<b>5.3</b>	<b>7.1</b>	<b>4.9</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Se observa que la distribución probabilística Log Pearson es la que mejor se ajusta de acuerdo con la prueba de Chi cuadrado. Dado que los datos de la estación son de tipo limnimétrico, se opta por mayorar los caudales, pues la toma de los datos limnimétricos solo tiene una ocurrencia de dos veces en el día, en cuyo caso no se encuentra la totalidad del registro. A continuación, en la Tabla 60, se presentan los caudales mayorados para un factor de 1.15.

Tabla 60 – Caudales Máximos Instantáneos Mayorados en el Sitio de Proyecto

Tr	Normal	Gumbel	Pearson	Log- Pear	Log-Nor	EV3
años	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
2	67.92	63.75	64.65	62.85	62.83	64.25
2.5	74.98	71.63	71.72	69.75	69.43	71.74
3.33	82.52	80.87	79.75	77.94	77.25	80.20
5	91.41	93.01	89.87	88.77	87.60	90.70
10	103.69	112.38	105.07	106.19	104.23	106.07

Tr	Normal	Gumbel	Pearson	Log- Pear	Log-Nor	EV3
20	113.84	130.96	118.72	123.04	120.32	119.38
50	125.25	155.01	135.32	145.08	141.42	134.92
100	132.86	173.03	147.14	161.85	157.49	145.56
200	139.82	190.99	158.50	178.83	173.80	155.48
500	148.26	214.68	172.98	201.72	195.84	167.69

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.9 Caudales Medios

De acuerdo con la metodología descrita para la estimación de caudales medios, como primer paso, se identificó la influencia de cada una de las estaciones seleccionadas en las 33 cuencas aferentes al proyecto, utilizando la metodología de polígonos de Thiessen, tal y como se muestra en la Figura 124.

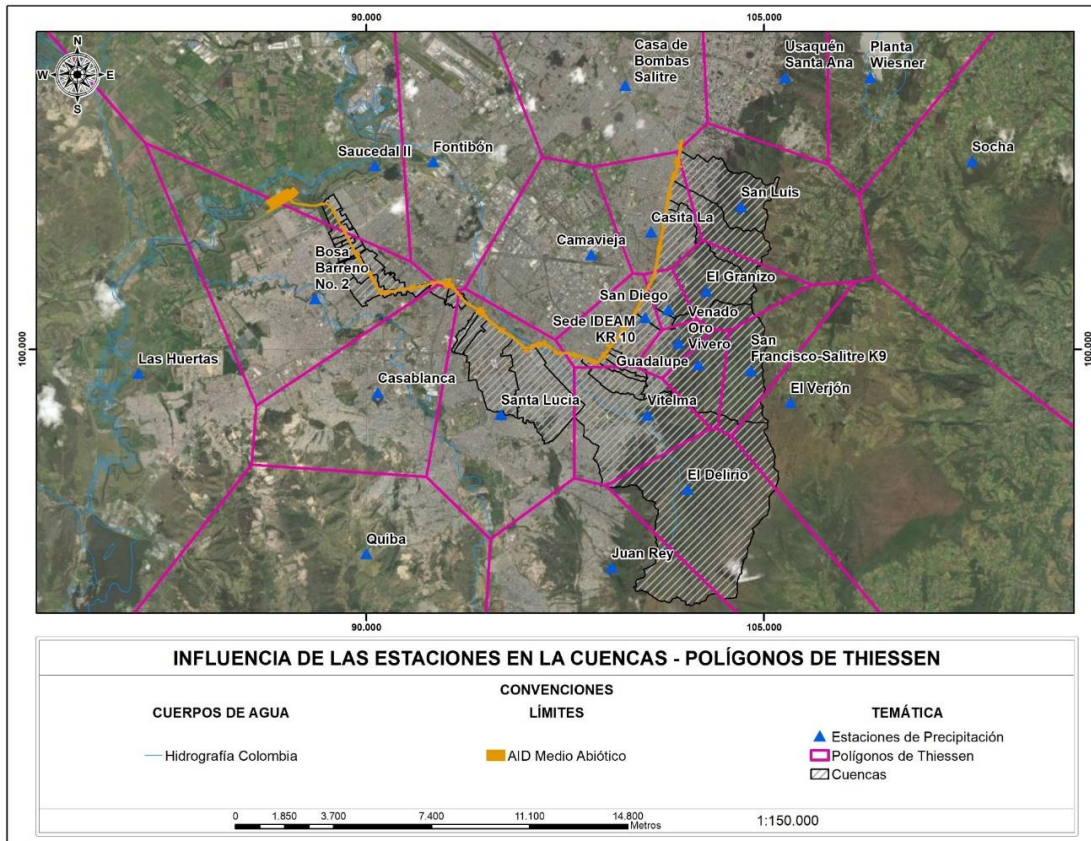


Figura 124 Influencia de las Estaciones en las Cuencas – Polígonos de Thiessen

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07, se presenta la influencia de las estaciones, y los valores de precipitación diaria para cada cuenca.

Posterior a esto, y teniendo en cuenta la información de cobertura presentada anteriormente, se identificaron los valores de intercepción y de almacenamiento del suelo, los cuales se presentan a continuación para cada una de las 33 cuencas en estudio.

Tabla 61 – Intercepción del Suelo

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Intercepción	
1	Canal Tintal	4.99	Zonas Duras	4324851.0	87%	1.00	1.278
		0.79	Pastos	655299.6	13%	3.00	
		0.14	Bosques	10869.1	0%	9.00	
2	-	0.13	Zonas Duras	123449.8	95%	1.00	1.105
		0.08	Pastos	6950.4	5%	3.00	
		0.08	Bosques	0.0	0%	9.00	
3	-	0.08	Zonas Duras	70092.7	87%	1.00	1.349
		0.11	Pastos	9669.9	12%	3.00	
		0.12	Bosques	1150.7	1%	9.00	
4	-	0.11	Zonas Duras	97877.6	86%	1.00	1.306
		0.06	Pastos	16097.5	14%	3.00	
		0.05	Bosques	318.8	0%	9.00	
5	-	0.05	Zonas Duras	46364.7	97%	1.00	1.074
		0.05	Pastos	1585.4	3%	3.00	
		0.05	Bosques	37.9	0%	9.00	
6	-	0.05	Zonas Duras	44455.1	94%	1.00	1.184
		0.12	Pastos	2673.0	6%	3.00	
		0.14	Bosques	441.2	1%	9.00	

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Intercepción	
7	-	0.14	Zonas Duras	119531.3	87%	1.00	1.28
		0.11	Pastos	17614.4	13%	3.00	
		0.11	Bosques	440.0	0%	9.00	
8	-	0.11	Zonas Duras	95674.2	90%	1.00	1.213
		0.07	Pastos	11031.5	10%	3.00	
		0.09	Bosques	151.2	0%	9.00	
9	-	0.09	Zonas Duras	63640.5	68%	1.00	1.67
		0.12	Pastos	28917.9	31%	3.00	
		0.10	Bosques	556.1	1%	9.00	
10	-	0.10	Zonas Duras	91458.6	89%	1.00	1.218
		0.09	Pastos	11144.9	11%	3.00	
		0.08	Bosques	0.7	0%	9.00	
11	-	0.08	Zonas Duras	79924.6	99%	1.00	1.014
		0.05	Pastos	572.3	1%	3.00	
		0.05	Bosques	3.3	0%	9.00	
12	-	0.05	Zonas Duras	49133.6	92%	1.00	1.163
		0.98	Pastos	4186.0	8%	3.00	
		0.99	Bosques	67.6	0%	9.00	
13	-	0.99	Zonas Duras	971381.4	98%	1.00	1.056
		0.92	Pastos	20101.9	2%	3.00	
		0.93	Bosques	1571.4	0%	9.00	
14		0.93	Zonas Duras	897526.4	96%	1.00	1.078

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Intercepción	
	Colector Pastrana T1	0.40	Pastos	32920.1	4%	3.00	
		0.37	Bosques	657.1	0%	9.00	
15	Colector Pastrana T2	0.37	Zonas Duras	370181.6	100%	1.00	1.002
		0.37	Pastos	378.4	0%	3.00	
		0.37	Bosques	12.2	0%	9.00	
16	-	0.37	Zonas Duras	367430.2	100%	1.00	1
		0.32	Pastos	0.0	0%	3.00	
		0.33	Bosques	0.0	0%	9.00	
17	-	0.33	Zonas Duras	321836.8	98%	1.00	1.042
		0.29	Pastos	7057.9	2%	3.00	
		0.30	Bosques	9.8	0%	9.00	
18	-	0.30	Zonas Duras	283841.5	96%	1.00	1.088
		0.63	Pastos	12988.0	4%	3.00	
		0.63	Bosques	0.0	0%	9.00	
19	-	0.63	Zonas Duras	613803.8	98%	1.00	1.038
		4.43	Pastos	11699.3	2%	3.00	
		4.61	Bosques	0.0	0%	9.00	
20	Canal Rio Seco	4.61	Zonas Duras	4420311.4	96%	1.00	1.084
		5.63	Pastos	191993.3	4%	3.00	
		5.62	Bosques	0.0	0%	9.00	
21	Canal Albina	5.75	Zonas Duras	5435393.9	95%	1.00	1.234
		6.77	Pastos	189062.2	3%	3.00	

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Intercepción	
		11.30	Bosques	122677.9	2%	9.00	
22	Canal Rio Fucha	39.75	Zonas Duras	6455499.0	16%	1.00	6.99
		34.56	Pastos	4719526.6	12%	3.00	
		30.11	Bosques	28574325.4	72%	9.00	
23	Interceptor Qda las lajas	1.55	Zonas Duras	1265458.0	82%	1.00	1.425
		0.67	Pastos	272234.7	18%	3.00	
		0.41	Bosques	13184.9	1%	9.00	
24	Interceptor Comuneros	0.40	Zonas Duras	381553.9	96%	1.00	1.086
		0.42	Pastos	17193.0	4%	3.00	
		0.47	Bosques	0.0	0%	9.00	
25	Canal San Agustín	0.47	Zonas Duras	399710.5	85%	1.00	1.298
		0.18	Pastos	70041.1	15%	3.00	
		0.11	Bosques	35.6	0%	9.00	
26	Colector Calle 3	0.11	Zonas Duras	114266.2	100%	1.00	1
		3.01	Pastos	0.0	0%	3.00	
		4.19	Bosques	0.0	0%	9.00	
27	Colector Rio San Agustín	17.87	Zonas Duras	3009151.7	17%	1.00	7.251
		15.66	Pastos	1182669.0	7%	3.00	
		14.56	Bosques	13673478.2	77%	9.00	
28	Colector Calle 22	0.93	Zonas Duras	804075.5	87%	1.00	1.53
		3.07	Pastos	82559.9	9%	3.00	
		3.73	Bosques	40687.7	4%	9.00	

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Intercepción	
29	Canal Arzobispo	9.50	Zonas Duras	2946509.4	31%	1.00	6.046
		6.67	Pastos	746556.0	8%	3.00	
		5.92	Bosques	5805104.2	61%	9.00	
30	Colector Galerías	0.12	Zonas Duras	117441.0	100%	1.00	1
		0.13	Pastos	0.0	0%	3.00	
		0.13	Bosques	0.0	0%	9.00	
31	Colector Sears	0.13	Zonas Duras	132609.8	100%	1.00	1.004
		1.00	Pastos	315.0	0%	3.00	
		1.33	Bosques	0.0	0%	9.00	
32	Colector las delicias	5.03	Zonas Duras	1002076.7	20%	1.00	7.018
		5.89	Pastos	325398.1	7%	3.00	
		5.92	Bosques	3700933.0	74%	9.00	
33	Interceptor la vieja	6.09	Zonas Duras	1867730.0	31%	1.00	6.21
		4.23	Pastos	346681.4	6%	3.00	
		3.88	Bosques	3879414.6	64%	9.00	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 62 – Almacenamiento del Suelo

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Almacenamiento	
1	Canal Tintal	4.99	Zonas Duras	4324851.0	87%	5.00	5.13
		0.79	Pastos	655299.6	13%	6.00	
		0.14	Bosques	10869.1	0%	4.50	
2	-	0.13	Zonas Duras	123449.8	95%	5.00	5.048

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Almacenamiento	
		0.08	Pastos	6950.4	5%	6.00	
		0.08	Bosques	0.0	0%	4.50	
3	-	0.08	Zonas Duras	70092.7	87%	5.00	5.107
		0.11	Pastos	9669.9	12%	6.00	
		0.12	Bosques	1150.7	1%	4.50	
4	-	0.11	Zonas Duras	97877.6	86%	5.00	5.1395
		0.06	Pastos	16097.5	14%	6.00	
		0.05	Bosques	318.8	0%	4.50	
5	-	0.05	Zonas Duras	46364.7	97%	5.00	5.0325
		0.05	Pastos	1585.4	3%	6.00	
		0.05	Bosques	37.9	0%	4.50	
6	-	0.05	Zonas Duras	44455.1	94%	5.00	5.0515
		0.12	Pastos	2673.0	6%	6.00	
		0.14	Bosques	441.2	1%	4.50	
7	-	0.14	Zonas Duras	119531.3	87%	5.00	5.1265
		0.11	Pastos	17614.4	13%	6.00	
		0.11	Bosques	440.0	0%	4.50	
8	-	0.11	Zonas Duras	95674.2	90%	5.00	5.0975
		0.07	Pastos	11031.5	10%	6.00	
		0.09	Bosques	151.2	0%	4.50	
9	-	0.09	Zonas Duras	63640.5	68%	5.00	5.308
		0.12	Pastos	28917.9	31%	6.00	
		0.10	Bosques	556.1	1%	4.50	
10	-	0.10	Zonas Duras	91458.6	89%	5.00	5.109
		0.09	Pastos	11144.9	11%	6.00	



Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Almacenamiento	
		0.08	Bosques	0.7	0%	4.50	
11	-	0.08	Zonas Duras	79924.6	99%	5.00	5.007
		0.05	Pastos	572.3	1%	6.00	
		0.05	Bosques	3.3	0%	4.50	
12	-	0.05	Zonas Duras	49133.6	92%	5.00	5.0725
		0.98	Pastos	4186.0	8%	6.00	
		0.99	Bosques	67.6	0%	4.50	
13	-	0.99	Zonas Duras	971381.4	98%	5.00	5.019
		0.92	Pastos	20101.9	2%	6.00	
		0.93	Bosques	1571.4	0%	4.50	
14	Colector Pastrana T1	0.93	Zonas Duras	897526.4	96%	5.00	5.0345
		0.40	Pastos	32920.1	4%	6.00	
		0.37	Bosques	657.1	0%	4.50	
15	Colector Pastrana T2	0.37	Zonas Duras	370181.6	100%	5.00	5.001
		0.37	Pastos	378.4	0%	6.00	
		0.37	Bosques	12.2	0%	4.50	
16	-	0.37	Zonas Duras	367430.2	100%	5.00	5
		0.32	Pastos	0.0	0%	6.00	
		0.33	Bosques	0.0	0%	4.50	
17	-	0.33	Zonas Duras	321836.8	98%	5.00	5.021
		0.29	Pastos	7057.9	2%	6.00	
		0.30	Bosques	9.8	0%	4.50	
18	-	0.30	Zonas Duras	283841.5	96%	5.00	5.044
		0.63	Pastos	12988.0	4%	6.00	
		0.63	Bosques	0.0	0%	4.50	

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Almacenamiento	
19	-	0.63	Zonas Duras	613803.8	98%	5.00	5.019
		4.43	Pastos	11699.3	2%	6.00	
		4.61	Bosques	0.0	0%	4.50	
20	Canal Rio Seco	4.61	Zonas Duras	4420311.4	96%	5.00	5.042
		5.63	Pastos	191993.3	4%	6.00	
		5.62	Bosques	0.0	0%	4.50	
21	Canal Albina	5.75	Zonas Duras	5435393.9	95%	5.00	5.0225
		6.77	Pastos	189062.2	3%	6.00	
		11.30	Bosques	122677.9	2%	4.50	
22	Canal Rio Fucha	39.75	Zonas Duras	6455499.0	16%	5.00	4.7595
		34.56	Pastos	4719526.6	12%	6.00	
		30.11	Bosques	28574325.4	72%	4.50	
23	Interceptor Qda las lajas	1.55	Zonas Duras	1265458.0	82%	5.00	5.1765
		0.67	Pastos	272234.7	18%	6.00	
		0.41	Bosques	13184.9	1%	4.50	
24	Interceptor Comuneros	0.40	Zonas Duras	381553.9	96%	5.00	5.043
		0.42	Pastos	17193.0	4%	6.00	
		0.47	Bosques	0.0	0%	4.50	
25	Canal San Agustín	0.47	Zonas Duras	399710.5	85%	5.00	5.149
		0.18	Pastos	70041.1	15%	6.00	
		0.11	Bosques	35.6	0%	4.50	
26	Colector Calle 3	0.11	Zonas Duras	114266.2	100%	5.00	5
		3.01	Pastos	0.0	0%	6.00	
		4.19	Bosques	0.0	0%	4.50	
27		17.87	Zonas Duras	3009151.7	17%	5.00	4.6785

Número Cuenca	Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m <sup>2</sup>	% Influencia	Almacenamiento	
	Colector Rio San Agustín	15.66	Pastos	1182669.0	7%	6.00	
		14.56	Bosques	13673478.2	77%	4.50	
28	Colector Calle 22	0.93	Zonas Duras	804075.5	87%	5.00	5.067
		3.07	Pastos	82559.9	9%	6.00	
		3.73	Bosques	40687.7	4%	4.50	
29	Canal Arzobispo	9.50	Zonas Duras	2946509.4	31%	5.00	4.7735
		6.67	Pastos	746556.0	8%	6.00	
		5.92	Bosques	5805104.2	61%	4.50	
30	Colector Galerías	0.12	Zonas Duras	117441.0	100%	5.00	5
		0.13	Pastos	0.0	0%	6.00	
		0.13	Bosques	0.0	0%	4.50	
31	Colector Sears	0.13	Zonas Duras	132609.8	100%	5.00	5.002
		1.00	Pastos	315.0	0%	6.00	
		1.33	Bosques	0.0	0%	4.50	
32	Colector las delicias	5.03	Zonas Duras	1002076.7	20%	5.00	4.697
		5.89	Pastos	325398.1	7%	6.00	
		5.92	Bosques	3700933.0	74%	4.50	
33	Interceptor la vieja	6.09	Zonas Duras	1867730.0	31%	5.00	4.7385
		4.23	Pastos	346681.4	6%	6.00	
		3.88	Bosques	3879414.6	64%	4.50	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Así mismo, se identificó la permeabilidad del suelo teniendo en cuenta la textura de este, sabiendo que en la ciudad de Bogotá predominan las arcillas. En la siguiente tabla se presenta la permeabilidad estimada para cada una de las cuencas.

Tabla 63 – Permeabilidad del Suelo

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Textura del Suelo	Permeabilidad Suelo (mm/h)
H_1	Canal Tintal	4.991	Arcilloso	1.3
H_2	-	0.130	Arcilloso	1.3
H_3	-	0.081	Arcilloso	1.3
H_4	-	0.114	Arcilloso	1.3
H_5	-	0.048	Arcilloso	1.3
H_6	-	0.048	Arcilloso	1.3
H_7	-	0.138	Arcilloso	1.3
H_8	-	0.107	Arcilloso	1.3
H_9	-	0.093	Arcilloso	1.3
H_10	-	0.103	Arcilloso	1.3
H_11	-	0.081	Arcilloso	1.3
H_12	-	0.053	Arcilloso	1.3
H_13	-	0.993	Arcilloso	1.3
H_14	Colector Pastrana T1	0.931	Arcilloso	1.3
H_15	Colector Pastrana T2	0.371	Arcilloso	1.3
H_16	-	0.367	Arcilloso	1.3
H_17	-	0.329	Arcilloso	1.3
H_18	-	0.297	Arcilloso	1.3
H_19	-	0.626	Arcilloso	1.3
H_20	Canal Rio Seco	4.612	Arcilloso	1.3
H_21	Canal Albina	5.747	Arcilloso	1.3
H_22	Canal Rio Fucha	39.749	Arcilloso	1.3
H_23	Interceptor Qda las lajas	1.551	Arcilloso	1.3

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km²)	Textura del Suelo	Permeabilidad Suelo (mm/h)
H_24	Interceptor Comuneros	0.399	Arcilloso	1.3
H_25	Canal San Agustín	0.470	Arcilloso	1.3
H_26	Colector Calle 3	0.114	Arcilloso	1.3
H_27	Colector Rio San Agustín	17.865	Arcilloso	1.3
H_28	Colector Calle 22	0.927	Arcilloso	1.3
H_29	Canal Arzobispo	9.498	Arcilloso	1.3
H_30	Colector Galerías	0.117	Arcilloso	1.3
H_31	Colector Sears	0.133	Arcilloso	1.3
H_32	Colector las delicias	5.028	Arcilloso	1.3
H_33	Interceptor la vieja	6.094	Arcilloso	1.3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Por último, se realizó la estimación de la evapotranspiración potencial de las cuencas mediante la metodología de Thornthwaite, y teniendo en cuenta la información de temperatura media de la estación Doña Juana, operada por la CAR, presentados en la Tabla 64.

Tabla 64 – Promedio de Temperatura Media Anual Multianual – Estación Doña Juana

Mes	Temperatura Media(°C)
Enero	12.5
Febrero	12.8
Marzo	13.0
Abril	13.1
Mayo	12.7
Junio	12.7
Julio	11.6
Agosto	12.0

Mes	Temperatura Media(°C)
Septiembre	12.3
Octubre	12.6
Noviembre	13.0
Diciembre	12.6
ANUAL	12.6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

La evapotranspiración potencial se define como la pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.

Para la determinación de este fenómeno se ejecutan usualmente estudios en dos sentidos: elaboración de fórmulas teórico-empíricas (métodos de estimación) y elaboración de aparatos y métodos de medida.

En este caso para el cálculo de este parámetro se utilizó el método de estimación de Thornthwaite, el cual consiste en la correlación de datos de evapotranspiración potencial medida en evapotranspirómetros localizados en hojas hidrológicas, con datos de temperatura media mensual y longitud del día.

Entonces para un mes de 30 días e insolación diaria de 12 horas, se observa en las siguientes ecuaciones que:

$$E_j = \left( \frac{10t_j}{I} \right)^a * 16$$

En donde:

$E_j$ : Evapotranspiración potencial mensual del mes j, no ajustada (mm).

$t_j$ : Temperatura media mensual del mes j, (°C).

$I$ : Índice de calor

$$a = 0.675 * 10^{-6} I^3 - 0.771 * 10^{-4} I^2 + 1.792 * 10^{-2} I + 0.49$$

Y el índice de calor es igual a:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

$$i_j = \left( \frac{t_j}{5} \right)^{1.514}, \text{ para los meses de enero a diciembre}$$

Los valores obtenidos de  $E_j$  deben ser ajustados a la longitud del día y al número de días en el mes. Debido a dicho ajuste, los valores de  $E_j$  obtenidos deben ser multiplicados por el factor de corrección el cual depende de la latitud y el mes (Monsalve, 1995). El resultado de la evapotranspiración potencial es el mismo para todas las cuencas en estudio pues no se encontró más información de temperatura media; además la variación de temperatura en las cuencas no es demasiada, pues están en un mismo rango de elevación. En la Tabla 65 se presenta la evapotranspiración potencial.

Tabla 65 – Evapotranspiración Potencial

Mes	Evapotranspiración Potencial Método de Thornthwaite (mm)	Factor de Corrección por Latitud y Horas de Sol al Día	Evapotranspiración Potencial Corregida (mm)
Enero	52.4	1.020	53.5
Febrero	53.9	0.930	50.2
Marzo	54.9	1.030	56.5
Abril	55.9	1.020	57.0
Mayo	53.6	1.060	56.8
Junio	53.7	1.030	55.3
Julio	47.7	1.060	50.6
Agosto	49.7	1.050	52.2
Septiembre	51.6	1.010	52.1
Octubre	53.1	1.030	54.7
Noviembre	55.0	0.990	54.5
Diciembre	53.0	1.020	54.0
ANUAL	634.6		647.4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En la tabla anterior se observa que el promedio anual de evapotranspiración potencial es igual a 53.95 mm, y que presenta un aumento en los meses de marzo a junio y octubre a diciembre. Por otra parte, la evapotranspiración potencial total anual es igual a 647.4 mm, y suponiendo una precipitación total anual igual a 1000 mm (aproximadamente para la ciudad de Bogotá), a grandes rasgos se puede concluir que existe un excedente de agua en la zona de estudio.

Finalmente, con la ayuda del programa HEC-HMS 4.8 se realiza la modelación de caudales medios para cada una de las cuencas, la cual se presenta en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 junto con los resultados obtenidos (Ver Figura 125).

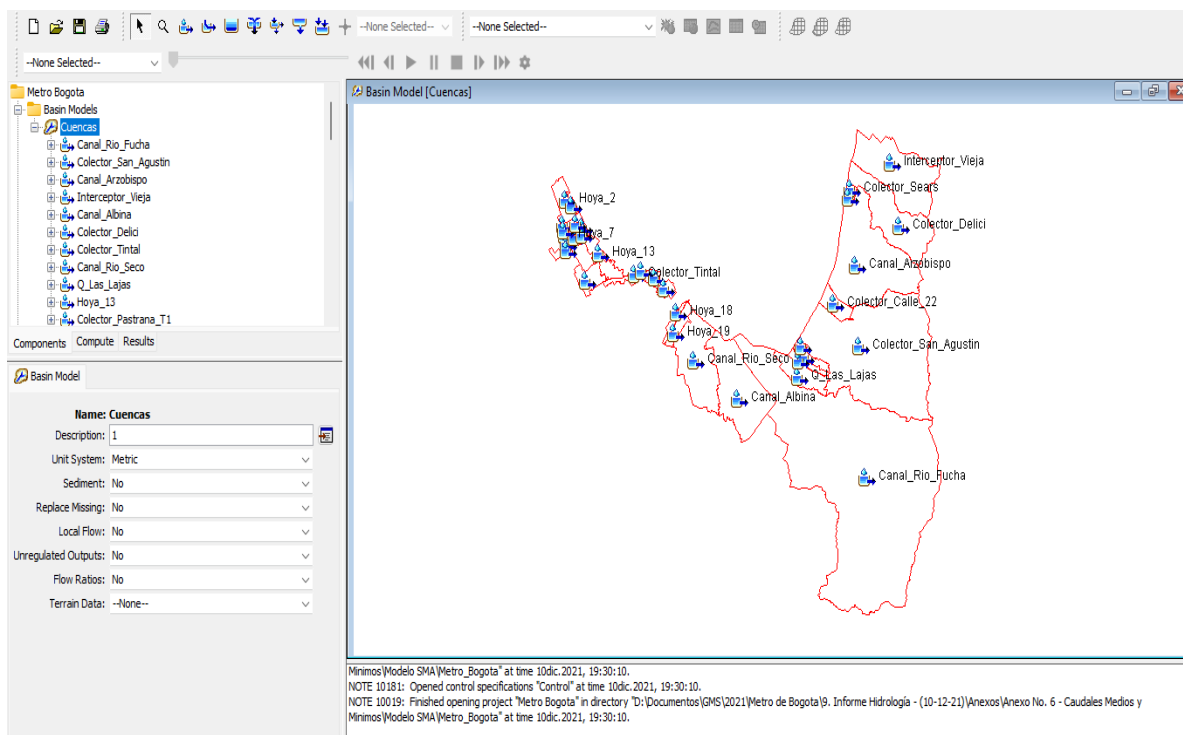


Figura 125 Modelo SMA – HECHMS

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

De los resultados obtenidos se encuentra que las cuencas: Canal Río Fucha, Colector San Agustín, Canal Arzobispo, Colector Delici, e Interceptor la Vieja, presentan un promedio anual de caudal medio superior a los 100 l/s, siendo la cuenca del Canal Río Fucha la que presenta un caudal medio mayor igual a 1075.06 l/s.

#### 5.2.2.1.10 Caudales Mínimos

Los caudales mínimos mensuales han sido calculados a partir del modelo lluvia escorrentía con la metodología del SMA mediante del programa computacional HEC-HMS para las hoyas hidrográficas del estudio en el presente informe. Este modelo es el mismo que el mostrado en el numeral anterior.

Estos caudales se obtuvieron tomando los caudales medios calculados mediante el modelo lluvia escorrentía para todo el periodo analizado, de 1991 a 2020. La transformación de caudales medios a caudales mínimos se realizó mediante la metodología propuesta por (Poveda Jaramillo G, 2000) donde se realizó la regionalización de caudales para todo Colombia.

Esta división se basó en 16 regiones para el país, encontrando que la región a la que pertenece el área de estudio es la región de Alto Magdalena.

La formulación empleada en esta metodología se presenta a continuación:

$$Q_{min} = Q_{med} * C_{\mu}$$



En donde:

Qmin: Caudal mínimo, m<sup>3</sup>/s.

Qmed: Caudal medio, m<sup>3</sup>/s.

C<sub>μ</sub>: Coeficiente según la región.

De acuerdo con lo anterior, el coeficiente es igual a 0.342. Los resultados obtenidos para cada una de las cuencas, de caudales mínimos a nivel mensual se presentan en el ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_2.

De los resultados obtenidos se identifica que el 70% de las corrientes localizadas en la zona de estudio tiene un promedio anual de caudal mínimo menor a 10 l/s, el 30% restante corresponde a: Canal Río Fucha, Colector Río San Agustín, Canal arzobispo, Colector Delici, Interceptor La Vieja, Canal Albina, Canal Tintal, Canal Río Seco, e Interceptor Q. Las Lajas; con una variación de caudal mínimo promedio anual entre 12.26 l/s y 367.67 l/s. En general para toda la zona de estudio los meses de enero, febrero, septiembre y diciembre, son los que presentan un caudal mínimo más bajo comparado con los demás meses del año.

#### 5.2.2.1.10.1 Curvas de duración de caudales medios Diarios

Con base en los datos de caudales medios diarios, obtenidos del programa computacional HEC-HMS (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07), entre los años 1991 y 2020, se preparó la curva de duración de caudales medios diarios para las cuencas hidrográficas en estudio, las cuales se presentan en el Anexo referenciado. A manera de ejemplo en la Tabla 66 y en la Figura 126 se presenta la curva de duración de caudales medios diarios de la cuenca del Canal Río Fucha.

Tabla 66 – Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha

Porcentaje del Tiempo en que un Caudal es Igualado o Excedido (%)	Caudal Medio Diario (m <sup>3</sup> /s)
0%	16.5111
1%	3.8991
2%	3.3065
3%	2.9492
4%	2.7813
5%	2.6171
10%	2.1446
20%	1.6542

Porcentaje del Tiempo en que un Caudal es Igualado o Excedido (%)	Caudal Medio Diario (m <sup>3</sup> /s)
30%	1.3351
40%	1.0994
50%	0.9048
60%	0.732
70%	0.5423
80%	0.3354
90%	0.1283
95%	0.1283
100%	0.1283

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

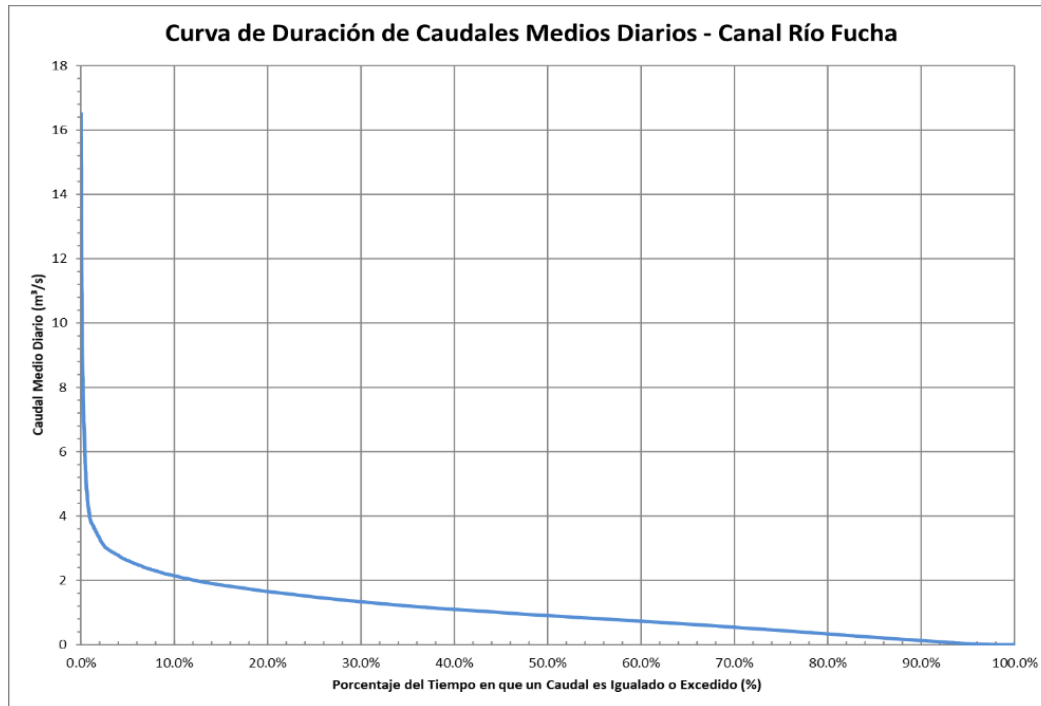


Figura 126 Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.11 Fuentes hídricas de importancia en el área del EIAS

En la Figura 127 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03) se presenta la localización los cuerpos de agua con relación al área de influencia del EIAS.

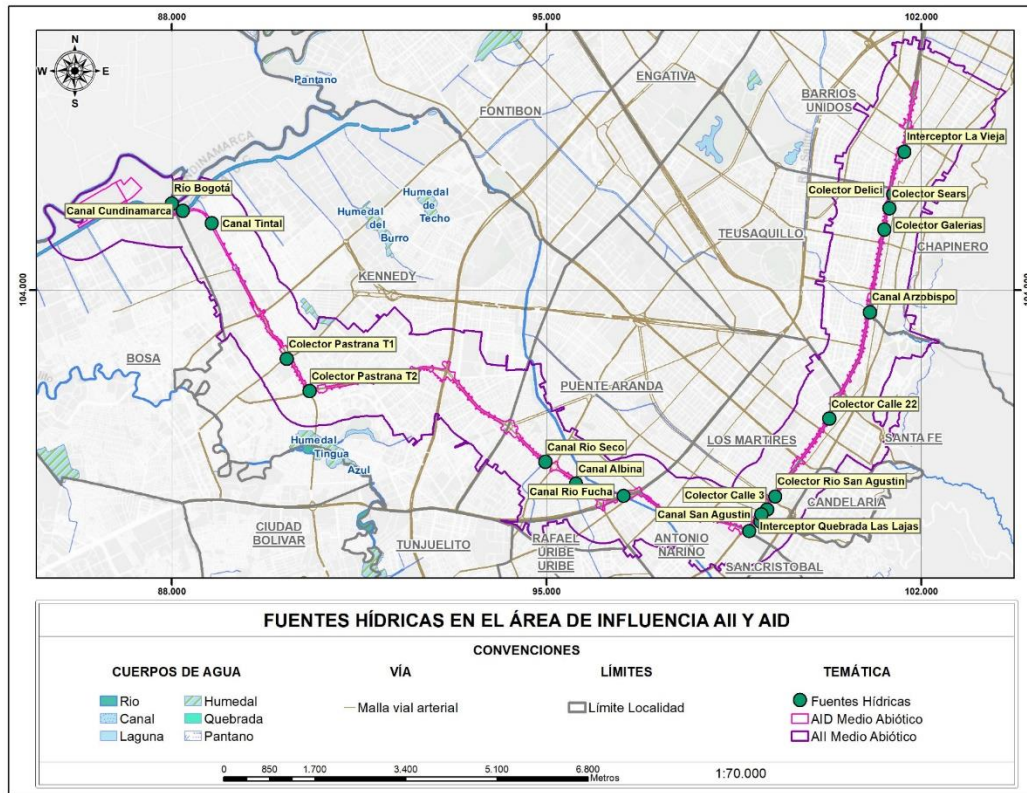


Figura 127 Fuentes Hídricas en el Área de Influencia AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

De acuerdo con lo anterior, se precisa que en el AII del EIAS se identificaron siete (7) cuerpos de agua, como es el caso del Río Bogotá (cercano al área de intervención por las actividades del proyecto). Es preciso señalar que el AID intercepta seis (6) canales descubiertos. A continuación, en la Tabla 67 se relacionan las fuentes hídricas identificadas y su localización:

Tabla 67 – Fuentes Hídricas Identificadas en el AII

Punto	Nombre	Localización en el área de influencia
1	Río Bogotá	Cuenca media del Río Bogotá, costado norte, paralelo al predio El Corzo. No interceptado por el AID.
2	Canal Cundinamarca	Carrera 100 entre Calle 54S y Av. Villavicencio (Calle 43S). No interceptado por el AID.

Punto	Nombre	Localización en el área de influencia
3	Canal Tintal II	Avenida Villavicencio (AC 43sur) desde Carrera 100 hasta Avenida Ciudad de Cali (AK 86). Interceptado por el AID.
4	Canal Rio Seco	Avenida Primera de mayo con Carrera 51. Interceptado por el AID.
5	Canal Albina	Avenida Primera de Mayo con Carrera 39. Interceptado por el AID.
6	Canal Rio Fucha	Diagonal 16 Sur con Avenida Ciudad de Quito (NQS). Interceptado por el AID.
7	Canal Arzobispo	Avenida Caracas con Dg 40A bis. Interceptado por el AID.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En la Tabla 68 y Figura 128 se presentan las fuentes hídricas más cercanas o que interceptan cada tramo del EIAS.

Tabla 68 – Fuentes Hídricas por Tramo

Tramo	Abcisado		Localización		Rio/Canal Identificado	Ubicación en el AID
	Desde	Hasta	Desde	Hasta		
WF1	K 0+000	K 3+642	Canal Cundinamarca (Cra 100) a la altura de la calle 54S, conectando con la calle 43S	Av. Villavicencio (Cll 43S) con Av. Ciudad Cali (Cra 86)	Rio Bogotá	No
					Canal Cundinamarca	No
					Canal Tintal II	Si
WF2	K 3+642	K 7+830	Calle 43S con Av. Carrera 86 (Av. Ciudad Cali)	Calle 26S con Carrera 71 D	No hay presencia de cuerpos de agua	–
WF3	K 7+830	K 12+033	Calle 26S con Carrera 71D	Av. Carrera 30 con Calle 8S	Canal Rio Seco Canal Albina Canal Rio Fucha	Si
WF4	K 12+033	K 16+374	Av Carrera 30 con Calle 8S	Av. Carrera 14 (Av Caracas) con Calle 13	No hay presencia de cuerpos de agua	–
WF5	K 16+374	K 19+830	Av. Carrera 14 (Av Caracas) con Calle 13	Av. Carrera 14 (Av Caracas) con Calle 45	Canal Arzobispo	Si
WF6	K 19+830	K 23+864	Av. Carrera 14 (Av Caracas) con Calle 45	Av Carrera 14 con Calle 80	No hay presencia de cuerpos de agua	–

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

A continuación, se presentan los cuerpos de agua que interceptan el AID del EIAS de las obras de la PLMB, específicamente los tramos 1, 3, 4 y 5. Es importante indicar que el AID de los tramos 2 y 6 no interceptan cuerpos de agua.

► Tramo 1

En la Figura 128 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03) se puede identificar la cercanía de los cuerpos de agua en el primer tramo y la interacción directa que tienen entre estos. Se identifica que el Canal Tintal II es tributario del Canal Cundinamarca, este punto de intersección (identificado en círculo color amarillo) se encuentra en cercanías del EIAS. También se observa el punto de intersección del Canal Cundinamarca con el Río Bogotá (identificado de color naranja), en el cual descarga sus aguas mediante la estación de bombeo elevada Gibraltar.

En general, el Río Bogotá y el Canal Cundinamarca no son interceptados directamente por el AID. Y el canal Tintal II transcurre de manera paralela a las áreas de directa intervención inmersas en el EIAS.

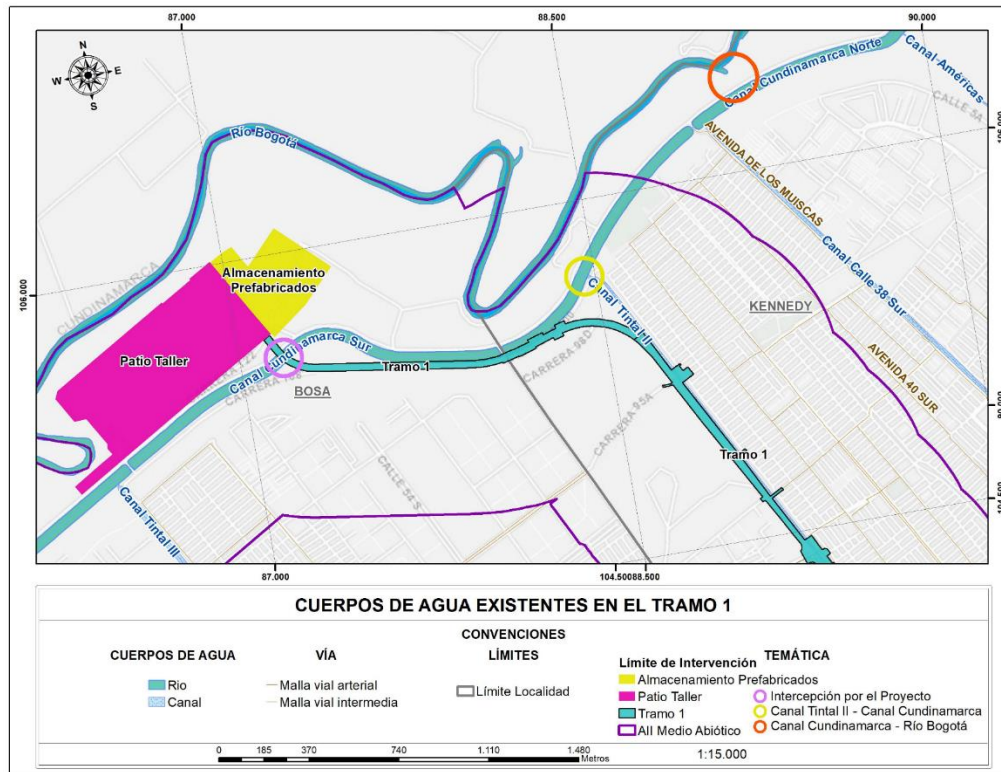


Figura 128 Cuerpos de Agua Existentes en el Tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

► Tramo 3

En la Figura 129 correspondiente a los cuerpos de agua existentes en el tramo 3, se puede identificar los puntos de intersección del proyecto con los canales Río seco, Albina y Río Fucha (círculo azul), de

igual manera se puede identificar la entrega de aguas de los tributarios Río Seco (círculo amarillo) y Albina (círculo naranja) al Río Fucha



Figura 129 Cuerpos de Agua Existentes en el Tramo 3 y 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### ► Tramo 5

En la Figura 130, se puede observar la intersección del cuerpo de agua del Canal Arzobispo con el EIAS, el cual es tributario del Río Salitre.

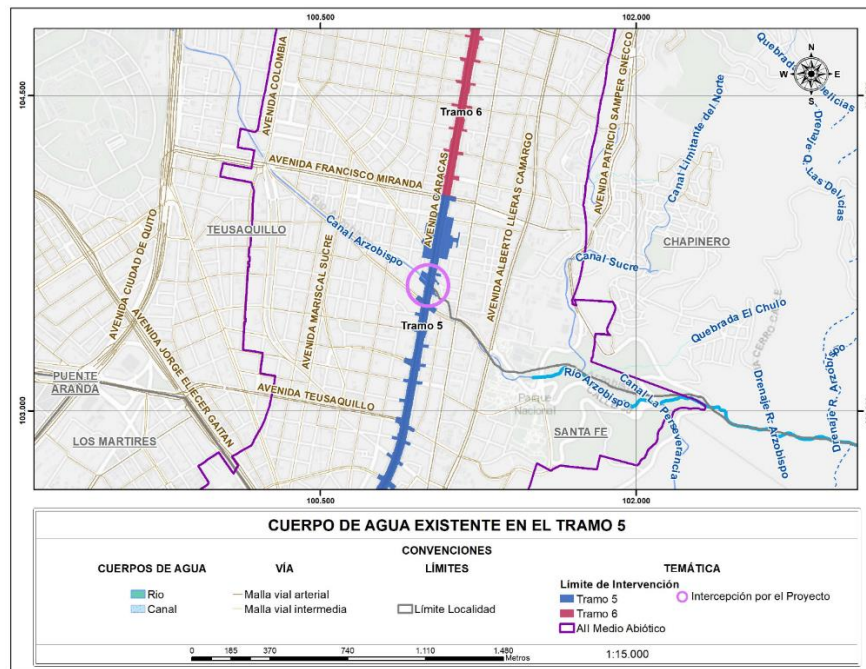


Figura 130 Cuerpos de Agua Existente en Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las fuentes hídricas identificadas en el AII relacionadas en la Tabla 67.

#### 5.2.2.1.11.1 Río Bogotá

El Río Bogotá se localiza al norte del Tramo 1 de la AID definida para el EIAS (ver Figura 131 y Fotografía 47 (ANEXO L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03)). La cuenca del río Bogotá es conformada por múltiples cauces y canales de drenaje, en este sector recibe las aguas del Canal Cundinamarca, que descarga por medio de estaciones de bombeo al río, además de los ríos Fucha y Salitre, de los cuales más adelante entraremos en detalle, por estar localizados sobre el corredor del proyecto, a la altura del tramo 3 y 5.

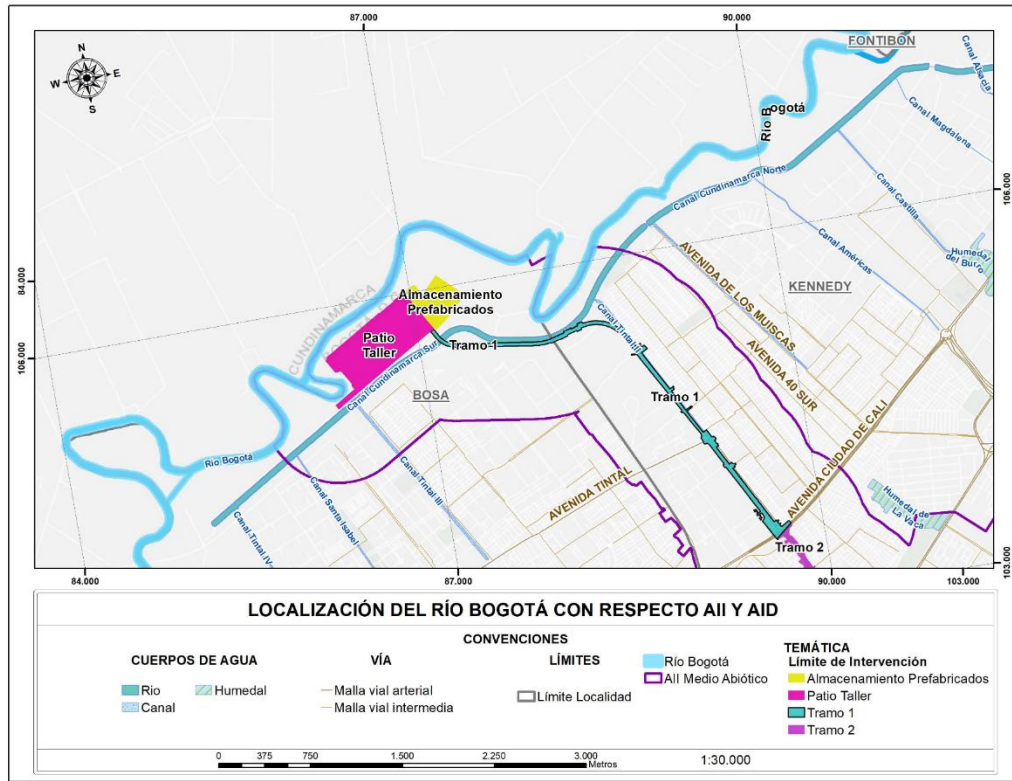


Figura 131 Localización del Río Bogotá con Respecto al AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 47 Rio Bogotá, extremo del predio El Corzo, aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



### 5.2.2.1.11.2 Canal Cundinamarca

En la Figura 132 se presenta la localización del Canal Cundinamarca con respecto al proyecto o Tramo 1, el cual es el tramo más cercano al cuerpo de agua y transcurre de manera perpendicular al canal (ver Fotografía 48).

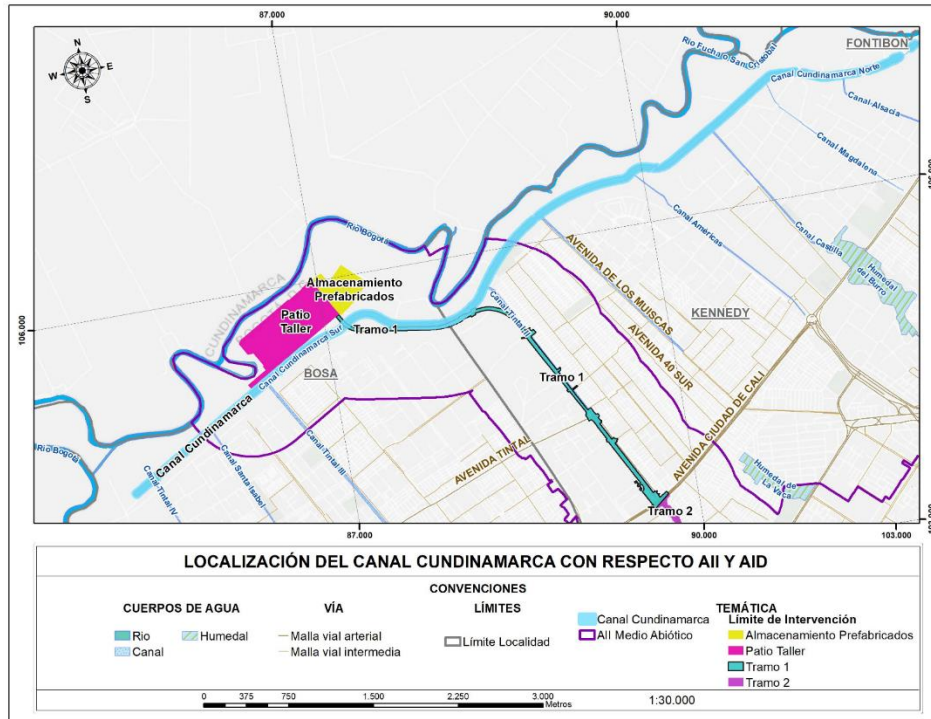


Figura 132 Localización del Canal Cundinamarca con Respecto al AI y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 48 Canal Cundinamarca, aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) con relación al Tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

El Canal Cundinamarca, contrario a lo que su nombre indica (pues este se debe a su geometría no a su funcionamiento), es un cuerpo de agua utilizado para el almacenamiento temporal de aguas lluvias. El canal se encuentra localizado en la margen izquierda del río Bogotá, entre la calle 15 y la calle 80 sur. El cuerpo de agua tiene una longitud aproximada de 8,43 km, y la descarga de este se hace hacia el río Bogotá por medio de la estación de bombeo Gibraltar, ubicada en la calle 43 sur, es decir, aproximadamente en el punto medio de la longitud del cuerpo de agua.

Al ser un cuerpo de agua para el almacenamiento y no una corriente, de acuerdo con el estudio del “Contrato de Consultoría No. 1-2-25500-0951-2018 - Actualización del Diseño Definitivo de la Estructura de Descarga del Túnel de Emergencia del Interceptor Tunjuelo-Canoas y Diseño Definitivo de la Descarga a Gravedad del Canal Cundinamarca” de la (EAAB, 2019), la cota de fondo del Canal Cundinamarca es constante en su longitud y tiene un valor de 2534 msnm. De la misma referencia bibliográfica se puede obtener el nivel y el volumen máximos de almacenamiento en el canal para los periodos de retorno de 10 y 100 años que se presentan en la Tabla 69.

Tabla 69 – Niveles y Volumen de Almacenamiento Máximo del Canal Cundinamarca

TR (Años)	Nivel Máximo (msnm)	Volumen Almacenado (m3)		
		Canal Cundinamarca	Afluentes	Total
10	2538,50	814000	270000	1084000
100	2540,00	938000	474000	1412000

Fuente: EAAB, 2019

Los canales y colectores que descargan hacia el cuerpo de agua conocido como Canal Cundinamarca son los canales: Tintal II, III y IV, el Canal Santa Isabel, el Canal Primero de Mayo, el Canal Britalia, el Canal Calle 38, el Canal América, el Canal Castilla, el Canal Magdalena, el Canal Alsacia, el Colector Sistema Granada, y el Colector Central Fontibón.

De acuerdo con la (EAAB, 2019), el área de drenaje aferente al Canal Cundinamarca es de 36,86 km<sup>2</sup>, correspondiente a lo presentado en la Figura 133 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03). presentado en la Figura 133 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03).

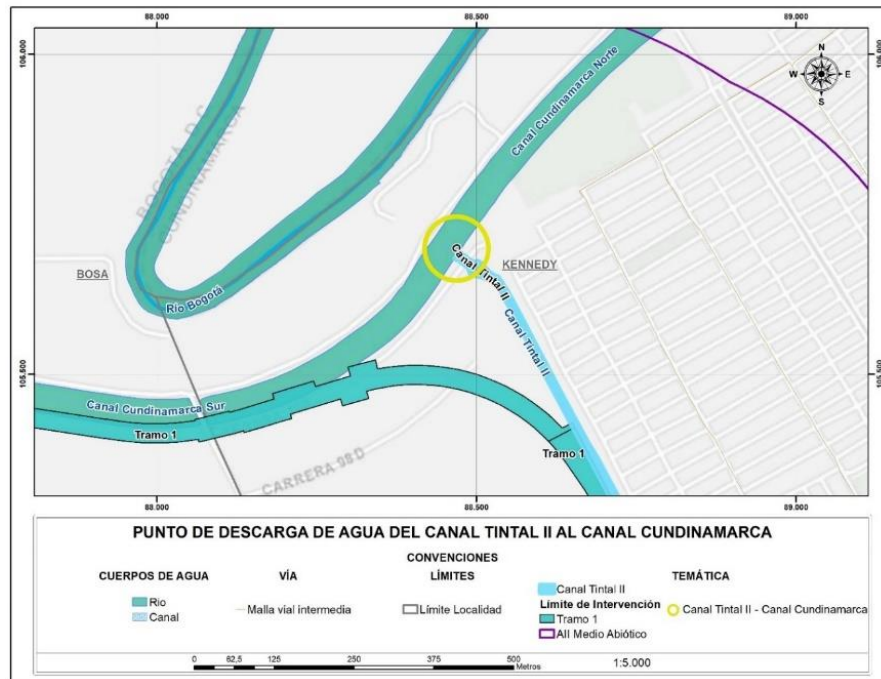


Figura 133 Área de Drenaje Aferente al Canal Cundinamarca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El canal cuenta con una profundidad máxima de 5,41 m, de los cuales 2,19 m se encuentran con revestimiento en concreto y el resto del talud en cobertura vegetal de pasto kikuyo (SDA, 2018) (ver Figura 134).

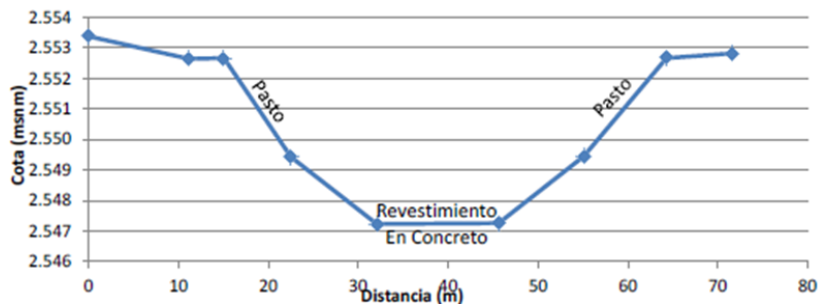


Figura 134 Sección Transversal del Canal Cundinamarca

Fuente: SDA, 2018

Hoy en día, mediante la Resolución No. 02 de 2019, emitida por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, se delimitan los elementos del Corredor Ecológico de Ronda – CER (Cauce, Ronda Hidráulica – RH y Zona de Manejo y Preservación Ambiental – ZMPA) del Canal Cundinamarca, de acuerdo con lo dispuesto en los conceptos técnicos No. 07011 de 08 de junio de 2018, No. 10118 de 08 de agosto de 2018 y No. 02423 de 4 de marzo de 2019,

elaborados por la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad de la Secretaría Distrital de Ambiente, los cuales establecen la delimitación de los elementos del corredor ecológico de ronda CER y dispone la incorporación a la Estructura Ecológica Principal – EEP del distrito Capital.

Actualmente el canal está siendo intervenido por la EAAB en el marco del programa TAR – Traslado anticipado de Redes, siendo el contratista (Chafik Ingeniería, 2021), quien ejecuta las obras. La intervención del canal se encuentra específicamente en el punto de entrega de aguas del canal Tintal II al canal Cundinamarca.



Fotografía 49 Canal Cundinamarca, en el sector que entrega aguas al Rio Bogotá, mediante la estación de bombeo

Fuente: Chafik Ingeniería, 2021



Fotografía 50 Punto de descarga de aguas del Canal Tintal II al Canal Cundinamarca

Fuente: Chafik Ingeniería, 2021

En la siguiente figura (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03), se puede apreciar el trazado del proyecto (verde) y su interacción con los canales Cundinamarca y Tintal II. Dentro del círculo amarillo, es visible el punto de entrega de aguas del Canal Tintal II al Canal Cundinamarca, antes de ser bombeada al Rio Bogotá.

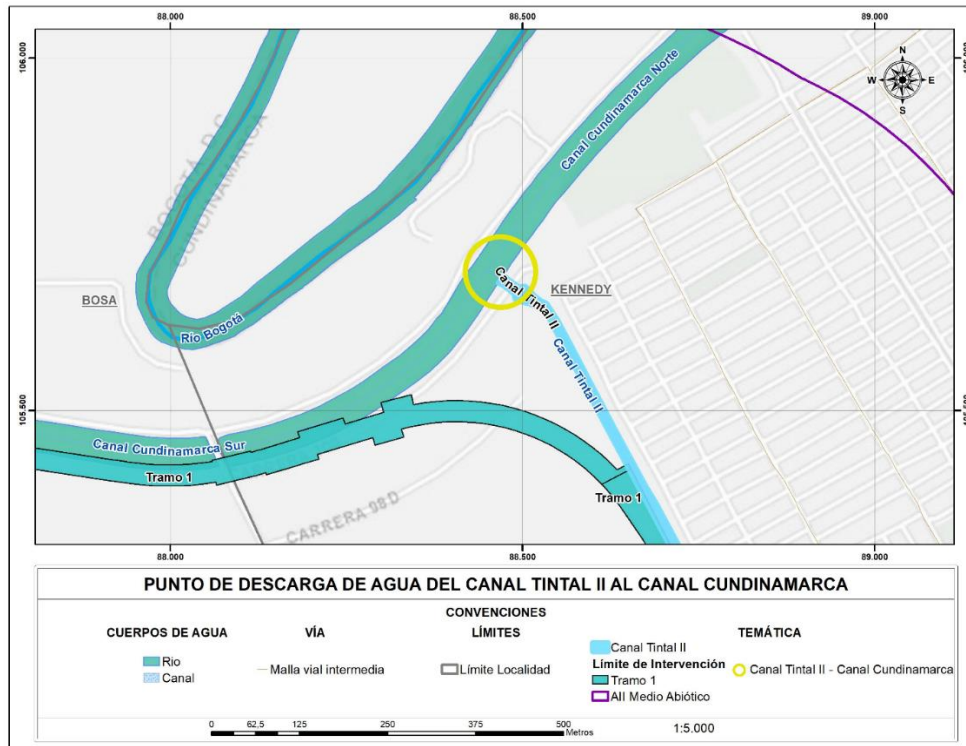


Figura 135 Punto de Descarga de Aguas del Canal Tintal II al Canal Cundinamarca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.11.3 Canal Tintal

El área de influencia directa del proyecto transcurre de manera paralela al Canal Tintal II (ver Figura 136), el cual forma parte del valle aluvial de la cuenca media del río Bogotá. El canal Tintal II, también conocido como canal de la calle 43 sur, divide las UPZ Patio Bonito y Margaritas, de la localidad de Kennedy.

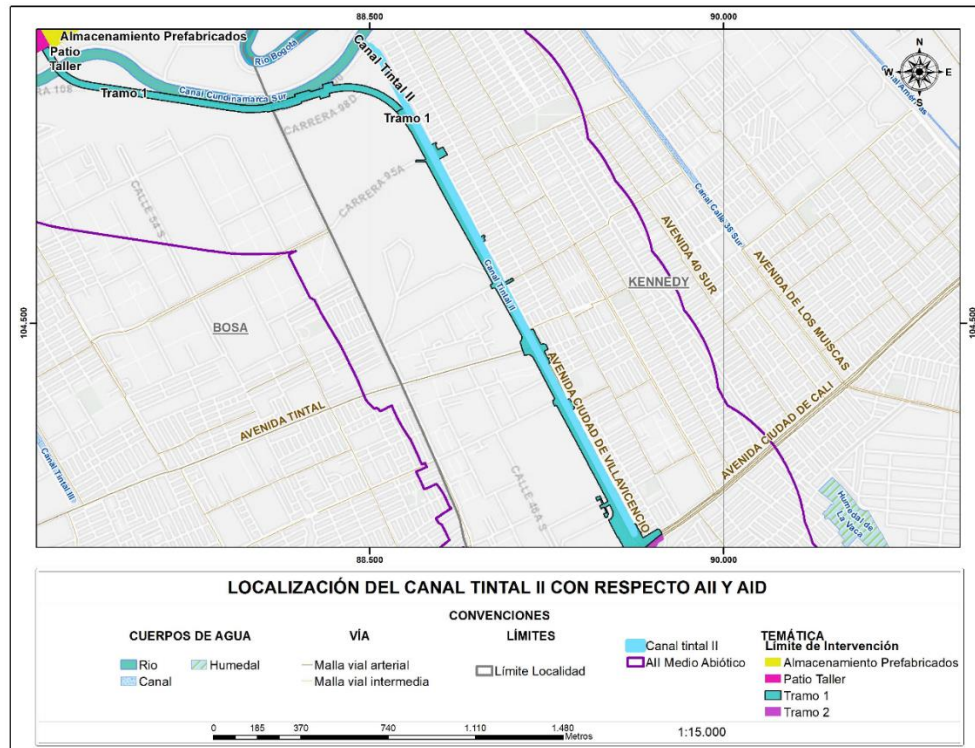


Figura 136 Localización del Canal Tintal con Respecto al AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 51 Canal Tintal II en obra, aguas arriba y aguas abajo con relación al AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El canal Tintal II es un antiguo vallado que hacía parte de la Hacienda Los Pantanos, que posteriormente fue loteada y vendida constituyéndose en la actual UPZ 82 Patio Bonito, principalmente. Estos vallados fueron convirtiéndose en canales a cielo abierto, que los habitantes fueron utilizando para hacer la conexión de sus aguas lluvias y aguas residuales, ante la dificultad de tener un sistema de alcantarillado adecuado a sus necesidades.

En la medida que el Estado entró a formalizar la ocupación de estos territorios, viene consigo la “legalización” de los servicios públicos y empiezan a construirse, entre otros, el sistema de alcantarillado, quitando las conexiones erradas hacia dichos vallados, convirtiéndose estos en canales para la disposición de las aguas lluvias que drenan al río Bogotá. Es evidente que el canal Tintal II tiene un deterioro de la calidad del agua que transporta, frente a la función para la cual fue diseñado y construido, ya que es para conducir las aguas pluviales hacia el canal Cundinamarca y posteriormente este último hacia el río Bogotá a través de la estación elevada de Gibraltar (Información con base en Plan de Manejo Ambiental- PMA – para el Traslado Anticipado de Redes- TAR. Tramo 1 código INF-797-PRO-03-PMA-05 Versión 04-09-01-2018).

Actualmente el canal está siendo intervenido por la EAAB en el marco del programa TAR – Traslado anticipado de Redes. Es de aclarar que la ejecución de las obras, se encuentran dividida por tramos, por lo tanto, en el sector que el Canal Tintal II entrega sus aguas al Canal Cundinamarca, es el contratista Chafik ingeniería, quien ejecuta las obras. La canalización de las aguas lluvias en el sector comprendido entre el Canal Cundinamarca hasta la Avenida Ciudad de Cali, está siendo ejecutada por

el Consorcio Alianza YDN Telar 1598, esta canalización consiste en la construcción de una estructura tipo Box Culvert, reemplazando así el canal existente, en una longitud de 2,27 km. El programa TAR, tiene como objeto despejar el corredor por el cual avanzará la PLMB (ver Fotografía 51, Fotografía 52 y Fotografía 53).



Fotografía 52 Canal Tintal II, antes del inicio de las obras en el sector que entrega aguas a canal Cundinamarca

Fuente: Chafik Ingeniería, 2021



Fotografía 53 Canal Tintal II en obra, sector que entrega aguas a canal Cundinamarca

Fuente: Chafik Ingeniería, 2021

#### 5.2.2.1.11.4 Canal Río Seco

El Canal Río Seco va al occidente por el antiguo cauce del Río Seco, atraviesa la Localidad de Puente Aranda y desemboca en el Río Fucha, haciendo parte del sistema de alcantarillado de la ciudad de Bogotá, cumpliendo con tres (3) actividades principales: Recolección, conducción y disposición final de aguas servidas y lluvias.

El canal está localizado en la Localidad de Puente Aranda iniciando su recorrido en la carrera 25 con calle 38 sur y desemboca en el Río Fucha en la intersección de la DG 16 sur con KR 5; e intercepta el AID del EIAS tal como se visualiza en la Figura 137 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03) (ver Fotografía 54).



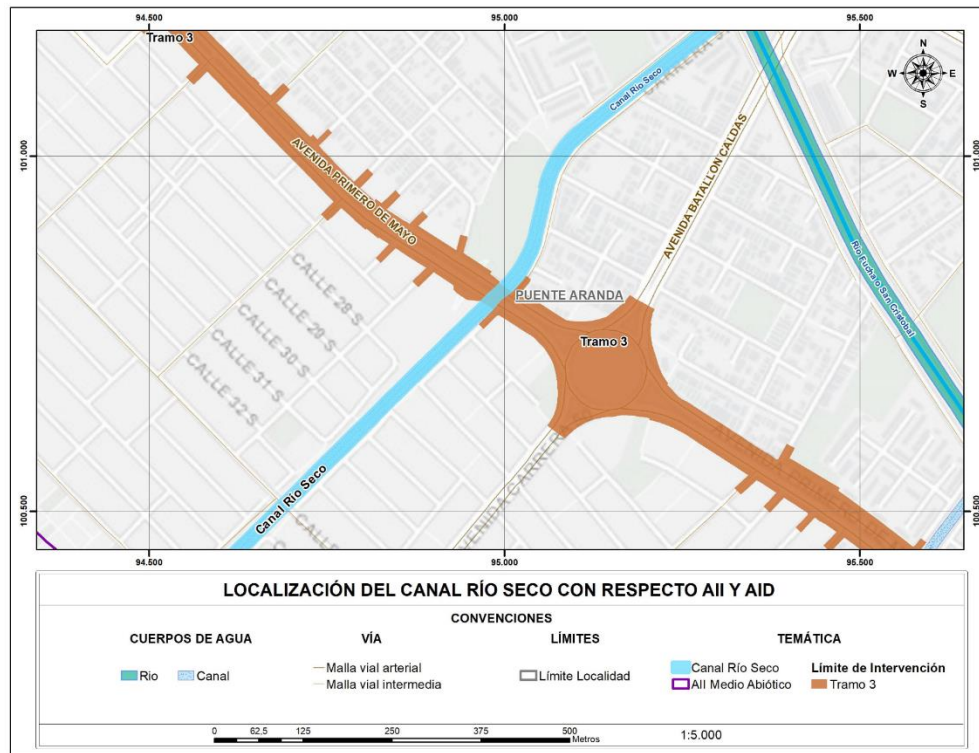
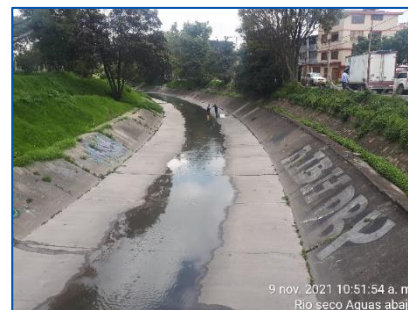


Figura 137 Localización del Canal Río Seco con Respecto al AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 54 Canal Río Seco aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.11.5 Canal Albina

El Canal La Albina es uno de los cuatro (4) cuerpos hídricos de la Localidad de Puente Aranda, afluente del Río Fucha y drena sus aguas en sentido oriente - occidente, este canal fue estructurado para el transporte de aguas lluvias (Fondo de Desarrollo Local de Puente Aranda – Continental de Fumigaciones Ltda, 2014)

Está localizado en el sector centro-sur de Bogotá D.C., comprendido desde la carrera 13 con calle 29 sur, ingresa a la Localidad de Puente Aranda por la Avenida NQS sur con calle 29 sur desemboca en el Río Fucha en la intercesión de la DG 16 sur con KR 39.

La localización del Canal Albina con respecto al EIAS se presenta en la Figura 138 y el registro fotográfico en la Fotografía 55.

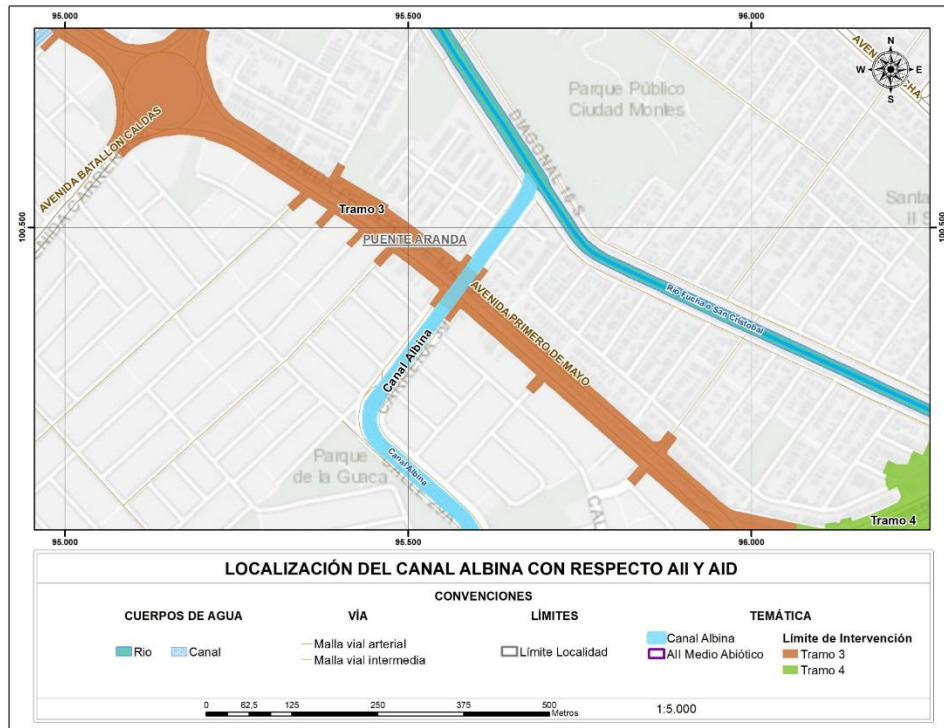


Figura 138 Localización del Canal Albina con Respecto al AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 55 Canal Albina aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.1.11.6 Canal Río Fucha

La cuenca del río Fucha, debido a su conformación y longitud, se divide en tres (3) sectores, drenando sus aguas en sentido oriente - occidente:

- ▶ Parte alta, la cual corresponde al sector montañoso de los cerros orientales.
- ▶ Cuenca media, que inicia desde la entrada del Río Fucha al perímetro urbano de la ciudad hasta la Avenida Boyacá.
- ▶ Cuenca baja, la cual comprende desde la Avenida Boyacá hasta su desembocadura al Río Bogotá.

Los principales afluentes de esta cuenca son los canales San Blas, Comuneros, Albina, Río Seco, San Francisco; y las quebradas Finca, San José, La Peña, Los Laches, San Cristóbal, San Francisco, Santa Isabel, Honda; también cuenta con ecosistemas asociados como los humedales de Techo, El Burro, La Vaca y Capellanía. El área total de la cuenca Fucha es de 17.536 hectáreas, de las cuales 4.545 hectáreas corresponden a la zona rural (correspondiente a los cerros orientales) y 12.991 hectáreas de zona urbana. Su extensión abarca las localidades de San Cristóbal (4), Antonio Nariño (15), Puente Aranda (16), Los Mártires (14), Kennedy (8), Fontibón (9), Rafael Uribe Uribe (18), Santafé (3) y La Candelaria (17).

El AID del EIAS intercepta el Canal Río Fucha tal como se visualiza en la Figura 139 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03) (ver Fotografía 56 de puntos referenciados en la figura de localización).

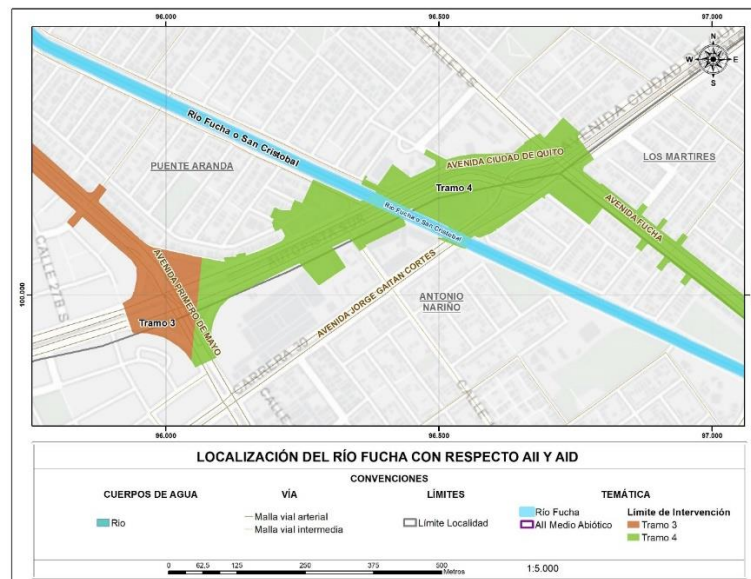


Figura 139 Localización del Canal Río Fucha con Respecto al AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 56 Canal Río Fucha aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.1.11.7 Canal Arzobispo

El cauce y ronda del Río Arzobispo constituye suelo de protección. Simultáneamente, como parte del sistema hídrico, deberá ser preservado como elemento conector entre la Reserva Forestal de los Cerros Orientales y el Río Bogotá, es, por tanto, pieza clave para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales que estas áreas le prestan al Distrito. Tiene un área de 7.860 m<sup>2</sup> desde la carrera 7<sup>a</sup> hasta la carrera 13.

El Canal Arzobispo hace parte de la cuenca del río Salitre, presentando afectaciones en la calidad del recurso hídrico. La carga de contaminantes del recurso aumenta gradualmente en el tramo comprendido desde el Parque Nacional hasta la Av. NQS Calle 53, reflejando el impacto por la intervención antrópica en su paso por el área urbana. (Ecopetrol), citado por Tovar, A.M., 2012.

El área de influencia intercepta el Canal Arzobispo, tal como se visualiza en la Figura 140 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A03) (ver Fotografía 57).



Figura 140 Localización del Canal arzobispo con Respecto al AII y AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 57 Canal Rio arzobispo aguas arriba (izquierda) y aguas abajo (derecha) del AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.2 Calidad del agua

Para la caracterización de la calidad del agua en el Área de influencia del proyecto se realizaron las campañas de monitoreo de agua superficial en época de lluvia y seca; analizando los siguientes parámetros físicos: Temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, sólidos sedimentables,

solidos suspendidos totales, turbiedad, hidrocarburos, pH y caudales; y para los parámetros químicos: Oxígeno disuelto, Demanda química del oxígeno, demanda bioquímica del oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, Tensoactivos, aceites, grasas y metales. Además, también se realizó el cálculo del índice de Langelier, capacidad de Buffer y índice de calidad de agua.

El monitoreo fue realizado los días 4,5,8 y 9 de noviembre de 2021, en época lluvia y en época seca fue ejecutado los días 8,9 y 10 de septiembre de 2022.

Los laboratorios cuentan con acreditación del IDEAM, bajo las Resoluciones 1001 del 7 de septiembre de 2021, 390 del 7 de mayo de 2021 y 490 del 8 de junio de 2021(SGS) y Resoluciones 1329 del 27 de noviembre de 2020 y 0294 del 12 de abril de 2021, modificadas por la Resolución 1410 de 2021(AMBIENCIQ Ingenieros S.A.S).

El parámetro correspondiente a coliformes fecales fue analizado por el laboratorio subcontratado Chemical Laboratory S.A.S., el cual también se encuentra acreditado por el IDEAM bajo la resolución 537 del 11 de junio de 2021.

El **Informe de resultados de los monitoreos de calidad del agua superficial en época lluvia** para los estudios de la línea base–EIA de la PLM con el código L1T1-CON-AMB-IN-0021 aprobado por parte de la Interventoría y con concepto favorable de la empresa Metro de Bogotá, es el documento base este apartado y el cual corresponde al estudio citado. Con respecto al Informe en época seca, se encuentra codificado como L1T1-CON-AMB-IN-0045. Estos documentos se encuentran adjuntos Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07

Tabla 70 – Relación de los laboratorios y resoluciones de Acreditación

Laboratorio encargado del monitoreo	Laboratorio Acreditado	Parámetros acreditados	Resolución	Vigencia
SGS COLOMBIA S.A.S	SGS COLOMBIA S.A.S - SUCURSAL BOGOTÁ	pH, Temperatura, Alcalinidad, Dureza Cálcica, DQO, Conductividad, Caudal, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total Kjeldhal, Nitrógeno Amoniacal (Amonios), Nitratos, Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales  Tensoactivos, Coliformes totales, Fósforo Total, Fosfatos, Fenoles, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Sedimentables  Sólidos Suspendidos Totales, Calcio, Calcio Disuelto, Bicarbonato, Arsénico Total, Bario, Cadmio, Cianuro, Mercurio, Cromo total, Plomo, Aluminio, Hierro, Zinc, Cobre, Plata.	Resolución 1001 07/09/2021  Resolución 390 7/05/2021	25/03/2025
	SGS COLOMBIA S.A.S - SEDE	DBO5	Resolución 490	8/06/2025

Laboratorio encargado del monitoreo	Laboratorio Acreditado	Parámetros acreditados	Resolución	Vigencia
	LA SOLEDAD		8/06/2021	
	CHEMICAL LABORATORY S.A.S	Coliformes fecales	Resolución 0537 11/06/2021	18/03/2023
	ABIENCIQ INGENIEROS SAS	pH, Temperatura, Alcalinidad, Dureza Cálctica, DQO, Conductividad, Caudal, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total Kjeldhal, Nitrógeno Amoniacal (Amonios), Nitratos, Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales  Tensoactivos, Coliformes totales, Fosforo Total, Fosfatos, Fenoles, Turbiedad, Solidos Disueltos Totales, Solidos Sedimentables  Solidos Suspendidos Totales, Calcio, Calcio Disuelto, Bicarbonato, Arsénico Total, Bario, Cadmio, Cianuro, Mercurio, Cromo total, Plomo, Aluminio, Hierro, Zinc, Cobre, Plata.	Resoluciones 1410 de por la cual “ se modifican las Resoluciones 1329 del 0294 del 12 de abril de 2021	22 de noviembre 2021 27 de noviembre de 2020
	AGQ PRODYCON COLOMBIA SAS	Nitrógeno total	Resolución N.º 0955	18 de mayo de 2022
	HIDROLAB COLOMBIA LTDA.	arsénico y Selenio	Resolución N.º 0238	23 de marzo de 2021

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En la siguiente tabla se muestra el número de referencia asignada por el laboratorio para cada cuerpo de agua y la georreferenciación.

Tabla 71 – Identificación de los puntos de muestreo

Id Muestra	Punto De Muestreo	Cota (Msnm)	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Origen Nacional	
			Longitud	Latitud	Este	Norte
<b>BO2109466.003</b>	Canal Albina aguas arriba	2555	74°07'04.50"	04°35'57.60"	4876043.577	2066318.554
<b>BO2109466.004</b>	Canal Albina aguas abajo	2556	74°07'01.56"	04°36'01.10"	4876134.310	2066425.857

Id Muestra	Punto De Muestreo	Cota (Msnm)	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas Origen Nacional	
			Longitud	Latitud	Este	Norte
BO2109441.001	Canal Arzobispo aguas arriba	2580	74°04'04.90"	04°37'42.40"	4881580.815	2069527.220
BO2109441.002	Canal Arzobispo aguas abajo	2578	74°04'08.50"	04°37'45.70"	4881470.078	2069628.690
BO2109590.004	Canal Río Fucha aguas arriba	2556	74°06'32.36"	04°35'50.31"	4877033.280	2066093.221
BO2109590.003	Canal Río Fucha aguas abajo	2557	74°06'45.39"	04°35'56.37"	4876632.189	2066279.877
BO2109590.002	Canal Río Seco aguas arriba	2557	74°07'23.99"	04°36'10.47"	4875443.822	2066714.584
BO2109590.001	Canal Río Seco aguas abajo	2556	74°07'20.70"	04°36'13.60"	4875545.319	2066810.510
BO2109466.001	Canal Cundinamarca aguas arriba	2542	74°10'46.10"	04°39'00.14"	4869226.566	2071933.320
BO2109466.002	Canal Cundinamarca aguas abajo	2540	74°11'06.80"	04°38'43.10"	4868588.071	2071411.275
BO2109550.001	Río Bogotá aguas arriba	2543	74°11'44.16"	04°39'06.78"	4867438.495	2072140.168
BO2109550.002	Río Bogotá aguas abajo	2543	74°12'11.16"	04°38'43.10"	4866605.578	2071414.622
-	Canal Tintal II aguas arriba	2543	74°10'16.00"	04°37'44.30"	4870149.879	2069603.574
-	Canal Tintal II aguas abajo	2543	74°10'19.90"	04°37'51.60"	4870030.115	2069827.875

- **Punto seco:** Se realiza inspección en los puntos y se encuentra que se están llevando a cabo labores de obra civil del acueducto de Bogotá, por lo tanto, no se puede realizar muestreo ya que no hay cauce.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



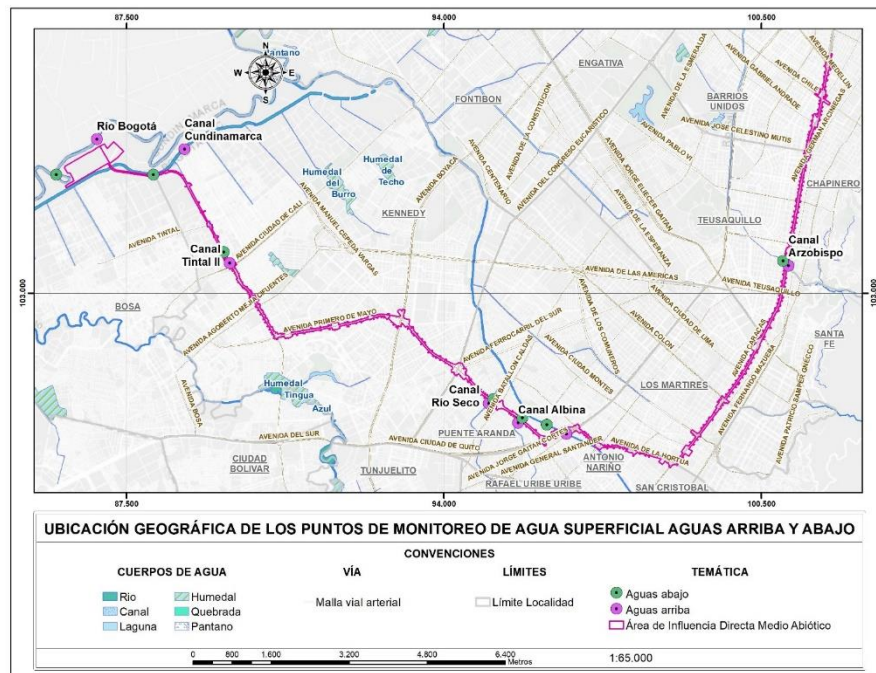


Figura 141 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de agua superficial Aguas arriba y abajo.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

La medición de los parámetros fisicoquímicos se efectuó bajo normas técnicas y métodos oficialmente aceptados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23<sup>rd</sup> Edition 2017 y la Environmental Protection Agency (EPA), en las metodologías oficialmente aceptadas y bajo los criterios establecidos por el Decreto 1076 de 2015 emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los recipientes para las muestras generalmente están hechos de plástico o de vidrio, y se utilizan de acuerdo con la naturaleza de la muestra, sus componentes y tipos de análisis a realizar.

En la siguiente tabla se presentan los diferentes tipos de recipientes y métodos de preservación de muestras, utilizados para el análisis de los parámetros durante el presente monitoreo.

Tabla 72 – Tipo de recipientes y preservación de muestras

Parámetros	L.C.M	Recipiente	Preservación	Método
<b>Alcalinidad Total (mg CaCO<sub>3</sub>/L) (A)</b>	5.00	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 2320B: Alcalinidad - Método de valoración. 22 <sup>a</sup> Edición. 2012
<b>Aluminio Total (mg/L) (A)</b>	0.090	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23 <sup>a</sup> Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación

Parámetros	L.C.M	Recipiente	Preservación	Método
<b>Arsénico Total (mg/L) (A)</b>	0.0030	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Bario Total (mg/L) (A)</b>	0.090	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	
<b>Bicarbonatos (mg CaCO<sub>3</sub>/L) (A)</b>	3.00	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 2320B: Alcalinidad - Método de valoración. 22 <sup>a</sup> Edición. 2012
<b>Cadmio Total (mg/L) (A)</b>	0.0030	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23 <sup>a</sup> Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Calcio Disuelto (mg/L) (A)</b>	0.1500	Plástico	Filtrar inmediatamente después del muestreo. HNO <sub>3</sub> hasta pH<2	EPA 200.8: Determinación de los elementos traza en aguas y desechos por plasma acoplado inductivamente - Espectrometría de masas. 5.4. 1994.
<b>Calcio Total (mg/L) (A)</b>	0.150	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23 <sup>a</sup> Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Caudal, m/s</b>	--	Análisis inmediato		Molinete en campo
<b>Cianuro Total (mg CN/L) (A)</b>	0.010	Plástico, Vidrio	Agregar NaOH 1M hasta alcanzar un pH 12.0 y 12.5	ASTM D7511-09: Cianuro total por análisis de inyección de flujo segmentado, digestión ultravioleta en línea y detección amperométrica
<b>Cobre Total (mg/L) (A)</b>	0.0030	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23 <sup>a</sup> Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Coliformes Termotolerantes (Fecales), NMP/100 mL (*)</b>	1.0	Vidrio estéril o bolsas nasco whirl pak	Refrigerar a <8 °C. Debe tener espacio de aire.	SM 9223 B modificado -Sustrato enzimático Multicelda
<b>Coliformes Totales (NMP/100 mL)</b>	1	Vidrio estéril o bolsas nasco whirl pak	Refrigerar a <8 °C. Debe tener espacio de aire.	APHA-AWWA-WEF-SM 9223 B: Prueba de coliforme de sustrato enzimático - Prueba de sustrato enzimático. 23 <sup>a</sup> Edición. 2017
<b>Conductividad, µS/cm</b>	--	Análisis Inmediato		Electrométrico SM2510 B
<b>Cromo Total (mg/L) (A)</b>	0.0030	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23 <sup>a</sup> Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación

Parámetros	L.C.M	Recipiente	Preservación	Método
				de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno O<sub>2</sub>/L) (A*)</b>	2.00	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C, el envase debe traer la muestra sin burbuja para el debido análisis	APHA-AWWA-WEF-SM 5210 B: Demanda Bioquímica de Oxígeno - Prueba 5 días de DBO. 23ª Edición. 2017 -ASTM D 888-18 Método C: Oxígeno disuelto por sensor basado en luminiscencia. 2009
<b>Demanda Química de Oxígeno O<sub>2</sub>/L) (A)</b>	25.00	Plástico, Vidrio	Analizar lo más pronto posible, o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2; Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 5220 D: Demanda química de oxígeno - Reflujo cerrado, Método colorimétrico. 22ª Edición. 2012
<b>Detergentes o surfactantes (Calculado como Dodecil Sulfato de Sodio, Peso Molecular 288.4) (mg SAAM/L) (A)</b>	0.30	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 5540 C: Surfactantes - Surfactantes aniónicos como MBAS. 22ª Edición. 2012
<b>Dureza Cálrica (mg CaCO<sub>3</sub>/L) (A)</b>	2.00	Plástico, Vidrio	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HNO <sub>3</sub> hasta alcanzar un pH<2; Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3500-Ca B: Calcio - Método Titrimétrico EDTA. 22ª Edición. 2012
<b>Fenoles Totales (mg Fenol/L) (A)</b>	0.100	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C y agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta alcanzar un pH<2	APHA-AWWA-WEF-SM 5530 B, C: Fenoles - Procedimiento de limpieza - Fotometrico directo (Modificado). 22ª Edición. 2012
<b>Fósforo Total (mg P/L) (A)</b>	0.05	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C y agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta alcanzar un pH<2	APHA-AWWA-WEF-SM 4500-P B, E: Fósforo - Preparación de la muestra - Ácido nítrico - Digestión de ácido sulfúrico, Método del ácido ascórbico. 23ª Edición. 2017.
<b>Grasas y Aceites (mg GyA/L) (A)</b>	2.00	Vidrio (boca ancha) lavado con solvente	Acidificar a pH entre 1 y 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HCl	NTC 3362 método C: Calidad del agua. Determinación de aceites, grasas y sustancias solubles en solventes orgánicos - Infrarrojo de Partición. Segunda actualización. 2011-11-30
<b>Hidrocarburos Totales (mg Hidrocarburos/L) (A)</b>	2.0	Vidrio (boca ancha) lavado con solvente	Acidificar a pH entre 1 y 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HCl	NTC 3362 Método C, Método F: Calidad del agua. Determinación de aceites, grasas y sustancias solubles en solventes orgánicos - Método para la determinación de hidrocarburos. Segunda actualización. 2011-11-30
<b>Hierro Total (mg/L) (A)</b>	0.090	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23ª Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación

Parámetros	L.C.M	Recipiente	Preservación	Método
<b>Mercurio Total (mg/L) (A)</b>	0.0003	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Nitratos (mg N-NO3/L) (A)</b>	0.0113	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 4 °C	EPA 300.0: Determinación de aniones inorgánicos por cromatografía iónica. Cincinnati-Ohio. 2.1. 1993
<b>Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH3/L) (A)</b>	1.000	Plástico, Vidrio	Analizar lo más pronto posible, o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta alcanzar un pH<2; Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 4500-NH3 B, C: Nitrógeno (Amoníaco) - Método Titrimétrico de Paso de Destilación Preliminar. 22ª Edición. 2012
<b>Nitrógeno Total Kjeldahl (mg N/L) (A)</b>	5.00	Vidrio, Plástico	Analizar lo más pronto posible, o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta alcanzar un pH<2; Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 4500-Norg B / SM 4500-NH3 B, C: Nitrógeno (Amoníaco) - Destilación preliminar Método Titrimétrico paso. 22ª Edición. 2012
<b>Ortofosfatos (mg P-PO4/L) (A)</b>	0.065	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 4 °C	EPA 300.0: Determinación de aniones inorgánicos por cromatografía iónica. Cincinnati-Ohio. 2.1. 1993
<b>Oxígeno Disuelto, mg/L</b>	--	Análisis Inmediato		ASTM 888-12 Método C - Electrodo de luminiscencia
<b>pH, unidades</b>	--			APHA-AWWA-WEF-SM 4500-H+B 23 Edition 2017
<b>Temperatura, °C</b>	--			Termométrico SM 2550 B
<b>Plata Total (mg/L) (A)</b>	0.003	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23a Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Plomo Total (mg/L) (A)</b>	0.0030	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23a Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.
<b>Sólidos Disueltos Totales (mg SDT/L) (A)</b>	--	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 2540 C: Sólidos - Total de Sólidos Disueltos Secados a 180°C. 23ª Edición. 2017
<b>Sólidos Sedimentables (mL/L) (A)</b>	0.1	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 2540 F: Sólidos - Sólidos sedimentables. 22ª Edición. 2012
<b>Sólidos Suspendedos Totales (mg SST/L) (A)</b>	--	Plástico, Vidrio	Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 2540 D: Sólidos - Total de Sólidos Suspendedos Secados a 103-105°C. 23ª Edición. 2017
<b>Turbiedad (NTU) (A)</b>	1.000	Plástico, Vidrio	Analizar el mismo día; para más de 24 h guardar en oscuridad, refrigerar	APHA-AWWA-WEF-SM 2130 B: Turbidez - Método nephelométrico. 22ª Edición. 2012

Parámetros	L.C.M	Recipiente	Preservación	Método
<b>Zinc Total (mg/L) (A)</b>	0.0900	Plástico, Vidrio	HNO <sub>3</sub> hasta pH<2, Refrigerar a ≤ 6 °C	APHA-AWWA-WEF-SM 3030 K 23a Edición 2017 – EPA 200.8: Determinación de elementos traza en aguas y residuos por plasma acoplado inductivamente – Espectrometría de masas Rev. 5 .4. 1994.

(\*) Parámetro analizado con proveedor externo

(A) = Análisis acreditados por el IDEAM bajo Resolución 1001 del 07 de septiembre de 2021 (Sede Bogotá)

(A\*) = Análisis acreditados por el IDEAM bajo Resolución 0490 del 08 de junio de 2021 (Sede Barranquilla)

L.C.M.: Límite de cuantificación del método analítico.

--: No se presenta un valor de límite de cuantificación debido al método analítico empleado.

Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2021.

Los servicios y productos suministrados externamente se relacionan en la tabla a continuación:

Tabla 73 – Relación de productos suministrados externamente

Parámetro	Proveedor Externo	Acreditado Con
<b>Coliformes Termotolerantes (Fecales), NMP/100 mL (*)</b>	Chemilab S.A.S.	<b>Resolución 1146 del 07 de octubre del IDEAM</b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S.

Los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio para la muestra de tomada fueron comparados con el Decreto 1076 de 2015, con el fin de evaluar su cumplimiento normativo.

Adicionalmente, con el fin de establecer la calidad de las aguas superficiales, se determinaron los Índices de Contaminación (ICO's) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) los cuales son usados para evaluar el impacto que sobre un cuerpo de agua superficial produce una carga contaminante mediante tratamiento matemático (Fernández, 2005).

#### 5.2.2.2.1 Monitoreo de calidad del agua



Como consideración principal para realizar la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua, se tuvo en cuenta las fuentes hídricas susceptibles a la intervención por el proyecto (ocupaciones de cauces). No se prevé la necesidad de tramitar concesión de aguas o vertimientos, pero si se requiere trámites para ocupación de cauce.




Inicialmente se definieron 14 puntos de muestreo (aguas arriba y aguas abajo), correspondientes a siete (7) cuerpos de agua representativos en el área de influencia indirecta, entre ellos los que interceptan el trazado de la Primera línea del Metro de Bogotá; debido a que uno (1) (Canal Tintal II) se encontró seco debido a la canalización de éste mediante la estructura de un Boxculvert. Finalmente se caracterizaron seis (6) cuerpos de agua.




En los Informes de Resultados de los Monitoreo de Calidad de Agua Superficial para los Estudios de la Línea Base – EIA de la PLM - L1T1-CON-AMB-IN-0021 y L1T1-CON-AMB-IN-0045 se encuentra el protocolo descrito en el presente capítulo, las certificaciones de los laboratorios de acreditación emitidas por el IDEAM. Además, en el documento adjunto se encuentra la metodología utilizada para la ejecución y los resultados de los análisis con la cadena de custodia.

En la Tabla 74 se presentan la descripción general de los puntos monitoreados, las características de localización, el registro fotográfico, entre otros datos.




Tabla 74 – Resumen de puntos monitoreados




Punto	ID	Características de Localización y Muestreo	Descripción	Registro Fotográfico	
Río Bogotá	1. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2543	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Río con cauce natural.  <b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Rural, proyectado en el POT 2021 de Bogotá como parque urbano y área de adaptación al cambio climático  <b>Condiciones climáticas:</b> Soleadas.  <b>Características:</b> El agua se observa con turbiedad, se observa el ingreso de un vertimiento a 100 m, con presencia de material flotante.	  Río Bogotá – Aguas arriba
		Fecha de muestreo	8/11/2021		
		Hora de muestreo	10:00		
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá			
		Norte	106.157		
		Este	86.895		
	2. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2543	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.  <b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano de expansión.  <b>Condiciones climáticas:</b> soleadas.  <b>Características:</b> El canal se encuentra represado sin flujo de agua, se presentan material flotante como basura.	  Río Bogotá– Aguas abajo
		Fecha de muestreo	8/11/2021		
		Hora de muestreo	13:00		
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá			
		Norte	105.485		
		Este	86.062		

Punto	ID	Características de Localización y Muestreo		Descripción	Registro Fotográfico
Canal Cund	3. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2542	<p><b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.</p> <p><b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano de expansión.</p> <p><b>Condiciones climáticas:</b> soleadas.</p> <p><b>Características:</b> El agua en el canal se encuentra represada sin flujo, se presentan basura como material flotante.</p>	 <p>Canal Cundinamarca – Aguas arriba</p>
		Fecha de muestreo	5/11/2021		
		Hora de muestreo	11:40		
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá			
		Norte	105.953		
		Este	88.685		
	4. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2540	<p><b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.</p> <p><b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano de expansión.</p> <p><b>Condiciones climáticas:</b> soleadas.</p> <p><b>Características:</b> El canal se encuentra represado sin flujo de agua, se presentan material flotante como basura.</p>	 <p>Canal Cundinamarca – Aguas abajo</p>
		Fecha de muestreo	5/11/2021		
		Hora de muestreo	12:30		
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá			
		Norte	105.429		
		Este	88.047		
Canal Tintal II*	5. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2543	<p>Punto seco, se realiza visita en este punto, se evidencian labores de obra civil por parte del acueducto de Bogotá. No se puede realizar toma de muestra ya que no hay flujo de agua. El punto se encontraba intervenido lo que impedía que las aguas tuvieran su recorrido normal, como se evidencia en las fotos, el cuerpo de agua arriba se observa que se encuentra canalizado, lo que impide que se pueda mover el punto para realizar la toma de muestras.</p>	 <p>Canal Tintal – Aguas arriba</p>
		Fecha de muestreo	5/11/2021		
		Hora de muestreo	14:00		
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá			
		Norte	103.622		
		Este	89.613		

Punto	ID	Características de Localización y Muestreo		Descripción	Registro Fotográfico
	6. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2543	Punto seco, se realiza inspección del punto y se encuentra que se están llevando a cabo labores de obra civil por parte del acueducto de Bogotá. Por lo tanto, no se presenta cauce o presencia de fluido de agua en el punto. Se realiza esta inspección en acompañamiento de la interventoría. El punto se encontraba intervenido lo que impedía que las aguas tuvieran su recorrido normal, como se evidencia en las fotos, el cuerpo de agua abajo cuenta con restricción, ya que se está realizando la canalización del cuerpo de agua.	 <p>Canal Tintal – Aguas abajo</p>
		Fecha de muestreo	5/11/2021		
		Hora de muestreo	13:20		
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá			
		Norte	103.847		
		Este	89.493		
Canal Río Seco	7. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2557	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.	 <p>Canal Río Seco – Aguas arriba</p>
		Fecha de muestreo	9/11/2021	<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano.	
		Hora de muestreo	11:30	<b>Condiciones climáticas:</b> soleadas al momento del monitoreo.	
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		<b>Características:</b> Canal con poco flujo de agua, con un ancho total de 8.5 m, ancho de la lámina de agua de 2.33m y profundidad de 0.03 m, no se observa material flotante.	
		Norte	100.774		
	Este	94.957			
	8. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2556	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.	 <p>Canal Río Seco – Aguas abajo</p>
		Fecha de muestreo	9/11/2021	<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano.	
		Hora de muestreo	10:00	<b>Condiciones climáticas:</b> soleadas.	
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		<b>Características:</b> Canal con poco flujo de agua, ancho total de 8.5m,	



Punto	ID	Características de Localización y Muestreo		Descripción	Registro Fotográfico
		Norte	100.835	ancho de la lámina de agua de 2.73 m y profundidad de 0.04m, agua sin presencia de material flotante.	
		Este	95.018		
Canal Río Fucha	9. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2556	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.	 <p>Canal Río Fucha – Aguas arriba</p>
		Fecha de muestreo	9/11/2021	<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano	
		Hora de muestreo	13:30	<b>Condiciones climáticas:</b> soleadas.	
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		<b>Características:</b> Canal con abundante flujo de agua, ancho de la lámina de agua de 13 m y profundidad de 0.32m, sin presencia de material flotante.	
		Norte	100.119		
		Este	96.509		
	10. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2557	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.	 <p>Canal Río Fucha – Aguas abajo</p>
		Fecha de muestreo	9/11/2021	<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano.	
		Hora de muestreo	12:30	<b>Condiciones climáticas:</b> nubladas y soleadas durante el monitoreo.	
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		<b>Características:</b> Canal con abundante flujo de agua, con ancho de lámina de agua de 9 m y profundidad de 0.39 m, agua sin presencia de material flotante.	
		Norte	100.196		
		Este	96.323		
Canal Arzobispo	11. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2580	<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.	 <p>Canal Arzobispo – Aguas arriba</p>
		Fecha de muestreo	4/11/2021	<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano	
		Hora de muestreo	10:00	<b>Condiciones climáticas:</b> Nubladas.	
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		<b>Características:</b> Canal con bajo caudal, se observa un agua turbia	

Punto	ID	Características de Localización y Muestreo		Descripción	Registro Fotográfico	
		Norte	103.564	sin presencia de material flotante		
		Este	101.056			
	12. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2578			<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con ladrillo.
		Fecha de muestreo	4/11/2021			<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano
		Hora de muestreo	11:00			<b>Condiciones climáticas:</b> nubladas.
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá				<b>Características:</b> Se observa un canal con velocidad constante con una lámina de agua de 18 cm y un ancho de 59 cm, sin presencia de material flotante.
		Norte	103.666			
Este	100.945					
Canal Albina	13. Aguas Arriba	Cota (msnm)	2555			
		Fecha de muestreo	5/11/2021			
		Hora de muestreo	15:00			
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá				<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.
		Norte	100.343			<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano
		Este	95.518			<b>Condiciones climáticas:</b> Soleadas.
	14. Aguas Abajo	Cota (msnm)	2556			
		Fecha de muestreo	5/11/2021			
		Hora de muestreo	16:20			
		Coordenadas Magna Ciudad Bogotá				<b>Tipo de cuerpo de agua:</b> Canal revestido con concreto.
Norte	100.451		<b>Uso del suelo en el área aledaña:</b> Urbano			
Este	95.609		<b>Condiciones climáticas:</b> Nubladas.			
				<b>Características:</b> Canal con bajo caudal, se observa un agua turbia sin presencia de material flotante		

\*Punto seco, se presentan labores de obra civil por parte de la EAAB. No se puenete monitorear, no hay fluido de agua y se presentarían resultados alterados por intervenciones directas. Muestra no viable.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.2.1.1 *Distancia de puntos de monitoreo (época seca y lluvia)*

Las distancias para la toma de muestra aguas arriba y aguas abajo para los canales se realizó de acuerdo con las características que, cada afluente presentó en el momento del monitoreo (zonas con un flujo de agua continuo, lámina de agua superior a 50 cm, zona libre de escombros y de lodos, entre otros).

A continuación, se presentan las distancias de toma de muestra de cada cuerpo de agua:

- ▶ Canal Río Seco: distancia entre el punto aguas arriba y aguas abajo fue de 139,80 m.
- ▶ Canal Río Fucha: distancia entre el punto aguas arriba y aguas abajo fue de 442,84 m.
- ▶ Canal Río Cundinamarca: distancia entre el punto aguas arriba y aguas abajo fue de 825,56 m.
- ▶ Canal Río Arzobispo: distancia entre el punto aguas arriba y aguas abajo fue de 150,35 m.
- ▶ Canal Albina: distancia entre el punto aguas arriba y aguas abajo fue de 140,66 m.
- ▶ Canal Tintal: No se realizó toma de muestra, las justificaciones correspondientes se encuentran descritas en las observaciones de la tabla 14 y 15 del presente informe.
- ▶ En cuanto al Río Bogotá la distancia se tomó entre punto aguas arriba y aguas abajo fue de 1106 metros entre punto y punto, de acuerdo con las especificaciones recomendadas por el Protocolo de Monitoreo de Aguas de 2017 expedido por el IDEAM.

A continuación, en la Figura 142 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001 \_A03) se presentan gráficamente los puntos visitados, correspondientes a los cuerpos hídricos localizados en el AII o que interceptan el AID del proyecto.

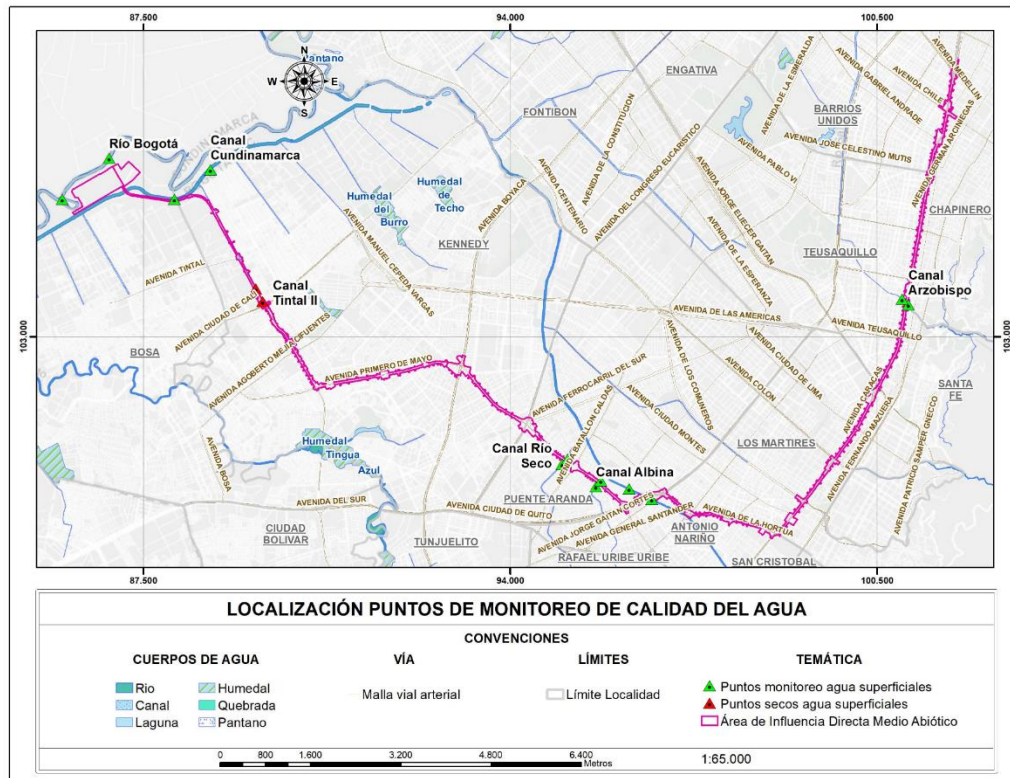


Figura 142 Localización puntos de monitoreo de calidad del agua

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.2.2 Resultados del monitoreo época de lluvia

En la Tabla 75 se encuentran los resultados de los puntos, comparados de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS “por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente. Para el caso particular del monitoreo de agua superficial en los puntos: Canal Albina aguas arriba, Canal Albina aguas abajo, Canal Arzobispo aguas arriba, Canal Arzobispo aguas abajo, Canal Río Fucha aguas arriba, Canal Río Fucha aguas abajo, Canal Río Seco aguas arriba, Canal Río Seco aguas abajo, Canal Cundinamarca aguas arriba, Canal Cundinamarca aguas abajo, Río Bogotá aguas arriba y Río Bogotá aguas abajo, se realiza comparación según lo establecido en la Sección 9 Disposiciones Transitorias.

Artículo 2.2.3.3.9.3 Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico

Artículo 2.2.3.3.9.4 Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico

Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola

Artículo 2.2.3.3.9.6 Criterios de calidad para uso pecuario.

Tabla 75 – Resultados de los análisis de parámetros y comparación normativa

PARÁMETRO	Resultados												Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA			
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola		Uso Pecuario	Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albina aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundiamarca aguas arriba	Canal Cundiamarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4.		Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.10
pH (Unidades)	7.78	7.91	8.18	8.02	7.96	8.26	8.67	8.49	7.44	7.59	7.36	7.62	5.0 - 9.0	6.5 - 8.5	4.5 - 9.0	N.E.	4.5 - 9.0	Supera Lím. Máx. Art. 2.2.3.3.9.4 en el punto Canal Río Seco aguas arriba
Caudal (L/s)	183.352	183.776	87.50	87.40	4391.784	4363.359	45.02	44.90	-	-	22607.410	22657.753	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Conductividad (µS/cm)	790.0	777.0	128.4	130.0	93.4	81.3	656.0	525.0	278.0	218.5	430.0	378.0	N.E.	N.E.	Medición	N.E.	N.E.	Se realiza medición según Art. 2.2.3.3.9.5
Temperatura (°C)	20.8	20.0	15.0	14.9	17.5	17.7	21.5	21.0	20.6	20.6	18.5	20.5	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Oxígeno Disuelto (mg O2/L)	7.33	8.91	7.28	7.18	6.68	6.55	4.95	7.21	6.50	6.53	0.46	0.60	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	4.0	N.A.
Alcalinidad Total	245.86	273.67	48.71	45.96	27.34	29.41	243.11	185.20	93.98	77.90	103.63	112.82	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.

PARÁMETRO	Resultados												Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA			
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola		Uso Pecuario	Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albinaguas arriba	Canal Albinaaguas abajo	Canal Arzobispoaguas arriba	Canal Arzobispoaguas abajo	Canal Río Fuchaaguas arriba	Canal Río Fuchaaguas abajo	Canal Río Secoaguas arriba	Canal Río Secoaguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4.		Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.10
(mg CaCO <sub>3</sub> /L) (A)																		
Bicarbonatos (mg CaCO <sub>3</sub> /L) (A)	245.86	273.67	48.71	45.96	27.34	29.41	243.11	185.20	93.98	77.90	103.63	112.82	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Cianuro Total (mg CN/L) (A)	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	0.2	0.2	N.E.	N.E.	N.E.	No superan
Carbonatos (mg CaCO <sub>3</sub> /L) (A)	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	< 4.00	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O <sub>2</sub> /L) (A*)	102.00	256.80	15.75	18.90	10.80	11.19	81.30	34.50	28.80	21.60	30.45	34.05	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Demanda Química	269.40	505.40	30.87	< 25.00	32.38	30.95	178.81	81.90	76.67	78.33	78.57	83.81	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.

PARÁMETRO	Resultados													Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA		
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola	Uso Pecuario		Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albina aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundiamarca aguas arriba	Canal Cundiamarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4.	Art 2.2.3.3.9.5		Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.10
de Oxígeno (mg O <sub>2</sub> /L) (A)																		
Detergentes (mg SAAM/L) (A)	15.29	10.92	< 0.30	< 0.30	< 0.30	< 0.30	2.66	1.77	< 0.30	< 0.30	1.75	2.16	0.5	0.5	N.E.	N.E.	N.A	Supera Lím. Máx. Art. 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 en los puntos Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo y Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo
Dureza Cálctica (mg CaCO <sub>3</sub> /L) (A)	62.58	64.21	28.63	35.58	19.22	21.68	50.31	49.08	73.21	59.71	42.13	47.03	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Fenoles Totales (mg)	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	0.002	0.002	N.E.	N.E.	N.A	Indeterminado

PARÁMETRO	Resultados												Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA			
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola		Uso Pecuario	Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albin a aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3. 3.9.3.	Art 2.2. 3.3. 9.4.		Art 2.2.3. 3.9.5	Art 2.2. 3.3. 9.6	Art 2.2.3 .3.9. 10
Fenol/L (A)																		
Fósforo Total (mg P/L) (A)	3.87	5.81	0.38	0.36	0.33	0.40	0.95	0.16	0.66	0.59	2.62	2.50	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Grasas y Aceites (mg GyA/L) (A)	31.44	45.00	< 2.00	< 2.00	3.81	4.28	9.86	4.15	< 2.00	< 2.00	6.02	2.29	Sin película visible	Sin película visible	N.E.	N.E.	N.A	Indeterminado
Hidrocarburos Totales (mg Hidrocarburos/L) (A)	6.8	10.8	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.7	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.7	< 2.0	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH3/L) (A)	33.915	29.981	< 1.000	2.442	3.039	5.264	34.295	23.279	3.554	2.984	10.798	12.399	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.



PARÁMETRO	Resultados												Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA			
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola		Uso Pecuario	Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albin a aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3. 3.9.3.	Art 2.2. 3.3. 9.4.		Art 2.2.3. 3.9.5	Art 2.2. 3.3. 9.6	Art 2.2.3 .3.9. 10
Nitrógeno Total Kjeldahl (mg N/L) (A)	29.57	61.16	< 5.00	5.10	7.43	11.18	44.60	34.35	8.25	8.09	23.93	25.94	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Sólidos Disueltos Totales (mg SDT/L) (A)	545.714	564.000	85.000	81.600	52.000	56.000	416.000	329.000	183.000	130.000	230.000	258.000	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Sólidos Sedimentables (mL/L) (A)	0.2	0.1	0.8	0.9	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	1.2	0.5	0.6	0.3	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L) (A)	138.571	126.000	61.000	88.000	12.667	4.000	4.444	4.000	129.000	284.000	36.000	52.000	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.

PARÁMETRO	Resultados													Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA		
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola	Uso Pecuario		Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albin a aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3. 3.9.3.	Art 2.2.3.3. 9.4.	Art 2.2.3. 3.9.5		Art 2.2.3.3. 9.6	Art 2.2.3.3.9. 10
Turbiedad (NTU) (A)	144.000	128.000	90.000	120.000	5.700	3.700	60.000	31.000	130.000	34.000	75.000	65.000	N.E.	190*	N.E.	N.E.	N.E.	No superan
Aniones por Cromatografía Iónica																		
Cloruros (mg Cl/L) (A)	72.66	58.89	7.86	7.61	4.40	4.30	56.67	46.43	14.34	14.04	35.30	37.64	250	250	N.E.	N.E.	N.E.	No superan
Nitratos (mg N-NO3/L) (A)	<0.013	<0.013	<0.013	0.1211	<0.013	0.0470	<0.013	<0.013	0.0241	<0.013	<0.013	<0.013	10	10	N.E.	N.E.	N.E.	No superan
Ortofosfatos (mg P-PO4/L) (A)	3.279	4.576	0.201	0.246	<0.065	<0.065	<0.065	0.076	0.418	0.346	0.740	0.879	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Sulfatos (mg SO4/L) (A)	67.23	43.03	12.58	12.17	9.12	8.59	30.93	28.30	18.63	17.84	32.46	32.49	400	400	N.E.	N.E.	N.E.	No superan
Microbiología																		

PARÁMETRO	Resultados													Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA		
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola	Uso Pecuario		Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albinaguas arriba	Canal Albinaaguas abajo	Canal Arzobispoaguas arriba	Canal Arzobispoaguas abajo	Canal Río Fuchaaguas arriba	Canal Río Fuchaaguas abajo	Canal Río Secoaguas arriba	Canal Río Secoaguas abajo	Canal Cundinamarcaaguas arriba	Canal Cundinamarcaaguas abajo	Río Bogotáaguas arriba	Río Bogotáaguas abajo	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4.	Art 2.2.3.3.9.5		Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.10
<b>Coliformes Totales (NMP/100 mL)</b>	8664000	41060000	3076000	8664000	134000	1203300	8500000	1529000	784000	243000	1236000	2495000	20000	1000	5000	N.E.	N.E.	Supera Lím. Máx. Art. 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5 en todos los puntos
<b>Coliformes Termotolerantes (antes llamados fecales) (NMP/100 mL) *</b>	173290	198630	1732900	1413600	19350	28510	155310	129970	21.8	3010	1733	1986	2000	NE	1000	NE	N.E.	Superan Lím. Máx. Art. 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5 en la mayoría de los puntos, excepto Canal Cundinamarcaaguas arriba
<b>Metales Totales por ICP-MS</b>																		
<b>Aluminio Total (mg Metal/L) (A)</b>	0.332	0.371	0.591	0.503	0.113	0.092	0.253	0.233	1.089	1.323	2.453	2.323	N.E.	N.E.	5	5	N.E.	No superan
<b>Arsénico Total (mg Metal/L) (A)</b>	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.05	0.05	0.1	0.2	N.A	No superan

PARÁMETRO	Resultados												Decreto 1076 de 2015		Preservación de flora y fauna acuática dulce	COMPARACIÓN NORMATIVA		
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola			Uso Pecuario	
	Canal Albin a aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3. 3.9.3.	Art 2.2. 3.3. 9.4.			Art 2.2.3. 3.9.5	Art 2.2. 3.3. 9.6
<b>Bario Total (mg Metal/L) (A)</b>	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	< 0.090	1	1	N.E.	N.E.	N.A	No superan
<b>Cadmio Total (mg Metal/L) (A)</b>	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.01	0.01	0.01	0.05	N.A	No superan
<b>Calcio Disuelto (mg/L) (A)</b>	9.2460	10.4170	7.1680	7.3480	6.8060	6.8460	22.9630	25.1050	11.7560	10.1750	16.0210	15.2800	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
<b>Calcio Total (mg Metal/L) (A)</b>	16.682	19.855	9.326	9.499	6.806	6.846	22.963	25.105	17.696	16.299	18.485	18.560	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
<b>Cobre Total (mg Metal/L) (A)</b>	0.0160	0.0150	0.0050	0.0040	<0.0030	<0.0030	0.0090	0.0060	0.0130	0.0160	0.0150	0.0110	1.0	1.0	0.2	0.5	N.A	No superan
<b>Cromo Total (mg)</b>	0.0100	0.0040	0.0040	<0.0030	0.0040	<0.0030	0.0050	0.0030	0.0060	0.0050	0.0090	0.0090	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E	N.A.

PARÁMETRO	Resultados												Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA			
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola		Uso Pecuario	Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albin a aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3. 3.9.3.	Art 2.2.3. 3.3. 9.4.		Art 2.2.3. 3.9.5	Art 2.2.3. 3.3. 9.6	Art 2.2.3. 3.9. 10
Metal/L (A)																		
Hierro Total (mg Metal/L) (A)	0.506	0.599	0.758	0.643	0.656	0.690	0.545	0.507	1.675	2.517	4.876	4.613	N.E.	N.E.	5.0	N.E.	N.A	Indeterminado por incertidumbre en el punto Río Bogotá aguas arriba
Magnesio Total (mg Metal/L) (A)	2.8650	3.3900	1.2910	1.2220	0.8160	0.7780	3.5660	3.6190	1.9190	1.4640	4.3730	4.6380	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E	N.A.
Mercurio Total (mg Metal/L) (A)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0010	0.0010	<0.0003	<0.0003	0.0010	0.0010	0.002	0.002	N.E.	0.01	N.A	No superan
Plata Total (mg Metal/L) (A)	0.004	<0.003	<0.003	<0.003	0.005	<0.003	<0.003	0.004	<0.003	0.009	0.010	<0.003	0.05	0.05	N.E.	N.E.	N.A	No superan
Plomo Total (mg Metal/L) (A)	0.0040	0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.0110	0.0120	0.0030	<0.0030	0.05	0.05	5.0	0.1	N.A	No superan

PARÁMETRO	Resultados													Decreto 1076 de 2015		COMPARACIÓN NORMATIVA		
	BO21 09466.003	BO21 09466.004	BO21 09441.001	BO21 09441.002	BO21 09590.004	BO21 09590.003	BO21 09590.002	BO21 09590.001	BO21 09466.001	BO21 09466.002	BO21 09550.001	BO21 09550.002	Consumo Humano y Domestico	Uso Agrícola	Uso Pecuario		Preservación de flora y fauna acuática dulce	
	Canal Albin a aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namarca aguas arriba	Canal Cundi namarca aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Art 2.2.3. 3.9.3.	Art 2.2. 3.3. 9.4.	Art 2.2.3. 3.9.5		Art 2.2. 3.3. 9.6	Art 2.2.3 .3.9. 10
Zinc Total (mg Metal/L) (A)	0.1360	0.1280	<0.0900	<0.0900	<0.0900	<0.0900	0.0920	0.1150	<0.0900	<0.0900	<0.0900	<0.0900	15.0	15.0	2.0	25	N.A	No superan

Art.: Artículo. / N.E.: No Especificado. / N.A.: No Aplica. (\*) Parámetro analizado con proveedor externo.

\*\* El valor límite de turbiedad (10 JTU) fue transformado de unidades, teniendo en cuenta que 1 JTU equivale a 19 NTU.

Indeterminado: Se asigna esta condición al parámetro grasas y aceites, debido a que el límite admisible es cualitativo y los resultados del laboratorio cuantitativos. Además, se asigna esta condición al parámetro de fenoles debido a que el límite normativo es superior al límite de cuantificación del laboratorio. Indeterminado por incertidumbre: aplicándole la incertidumbre del parámetro de  $\pm 0.05$  mg/L para hierro total, con una probabilidad de cobertura del 95% el resultado de la medición está sobre del límite normativo, por lo tanto, no se puede indicar el cumplimiento o incumplimiento.

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

### 5.2.2.2.3 Parámetros in situ

#### 5.2.2.2.3.1 Temperatura

La temperatura influye en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos, a manera general las temperaturas reportadas en los puntos oscilaron entre 14.9 a 21.5 °C en los puntos Canal Arzobispo aguas abajo y Canal Río Seco aguas arriba respectivamente, se evidencian variaciones entre los puntos analizados, lo cual afirma un delta de temperatura de 6.6 °C.

Por otro lado, no se establecen límites en el Decreto 1076 de 2015, por lo que no es posible realizar un comparativo normativo, no obstante, son temperaturas optimas y acordes a la zona y hora de muestreo. Individualmente analizando cada fuente de agua monitoreada se evidencia que el Canal Río Seco presenta las mayores temperaturas seguido por el Canal Cundinamarca, Canal Albina, Río Bogotá, Canal Río Fucha y por último con la menor temperatura se encuentra en Canal Arzobispo, se evidencia además que en la mayoría de los cuerpos de agua se presenta una mayor temperatura aguas arriba con respecto al punto aguas abajo de los cuerpos de agua excepto por el Río Bogotá en donde se observa un comportamiento opuesto. Ver Figura 143.

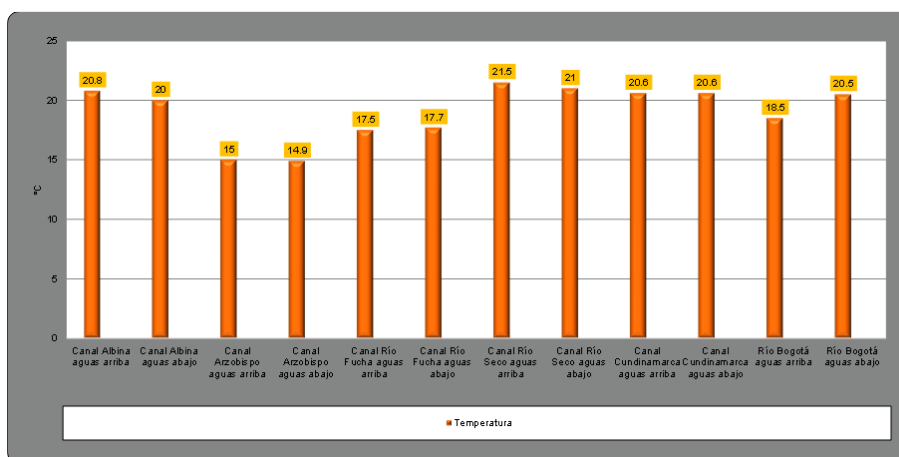


Figura 143 Comportamiento de la temperatura

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

#### 5.2.2.2.3.2 pH

El término pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrogeno o, más exactamente, la actividad del ion Hidrogeno (H<sup>+</sup>). En general se usa para expresar la intensidad de la condición acida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez o la alcalinidad totales (Romero J. , 2009). El potencial de hidrógeno presentó valores con características entre neutras y ligeramente alcalinas, reportando de manera general valores que oscilan entre 7.36 Unidades en el Río Bogotá aguas arriba y los 8.67 Unidades en el Canal Río Seco aguas arriba, lo cual se asocia igualmente a la presencia de sales de bicarbonatos principalmente. En relación con el comportamiento normativo, la mayoría de los puntos evaluados se encuentran dentro de los rangos establecido por el Decreto 1076

de 2015, sin embargo, el punto denominado Canal Río Seco aguas arriba con un valor de 8.67 unidades supera el límite máximo permisible de 8.5 unidades establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.4 *Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico* del Decreto 1076 de 2015.

Específicamente se evidencia que el Canal Río Seco presenta los mayores valores que se clasifican como un pH ligeramente alcalino que pueden representar baja contaminación del agua por el valor de pH; seguido por el Canal Arzobispo, Canal Río Fucha, Canal Albina, Río Bogotá y por último el Canal Cundinamarca los cuales presentan valores que se clasifican como un pH neutro y representan una nula contaminación del agua con respecto a este parámetro, de igual forma estos cuerpos de agua se encuentran dentro de los rangos normativos permisibles, lo cual indica que son aptos para consumo humano y doméstico, uso agrícola y uso pecuario. Ver Figura 144.

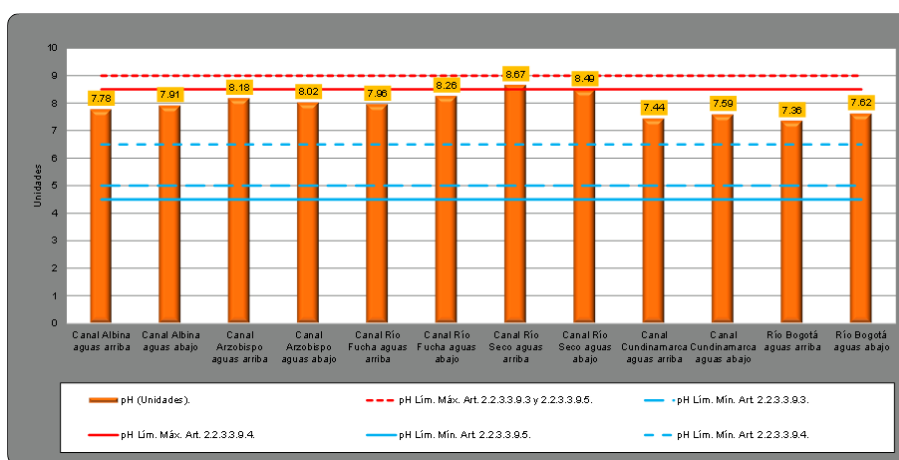


Figura 144 Comportamiento del pH

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

### 5.2.2.2.3.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la fotosíntesis que realizan los vegetales. Como esta actividad fotosintética es mayor en las capas superiores bien iluminadas, su concentración será mayor a este nivel. En los niveles próximos al fondo, su concentración es mínima debido a los procesos de oxidación de la materia orgánica (HOLGUÍN, 2007).

Las concentraciones de oxígeno Disuelto en el presente estudio oscilaron entre 0.46 mg O<sub>2</sub>/L en el Río Bogotá aguas arriba hasta 8.91 mg O<sub>2</sub>/L en el Canal Albina aguas abajo, lo que indica que en la mayoría de los puntos se presentan condiciones óptimas de aireación y favorece los procesos fisicoquímicos y biológicos, excepto por los puntos del Río Bogotá aguas arriba y Río Bogotá aguas abajo que reportan concentraciones muy bajas de oxígeno disuelto. Por otra parte, no es posible realizar comparación normativa ya que los artículos analizados del Decreto 1076 de 2015 no establecen límites permisibles para este parámetro.

Particularmente se evidencia que el Canal Albina presenta las condiciones más óptimas por contenido de oxígeno disuelto, seguido por el Canal Arzobispo, Canal Río Fucha, Canal Cundinamarca y el Canal Río Seco los cuales presentan una buena calidad del agua por el contenido de oxígeno, mientras que



el Río Bogotá es el que presenta las menores concentraciones y por lo tanto una mala calidad del agua con respecto al contenido de oxígeno que, puede ser influencia por el contenido de materia orgánica presente en este cuerpo de agua. (ver Figura 145).

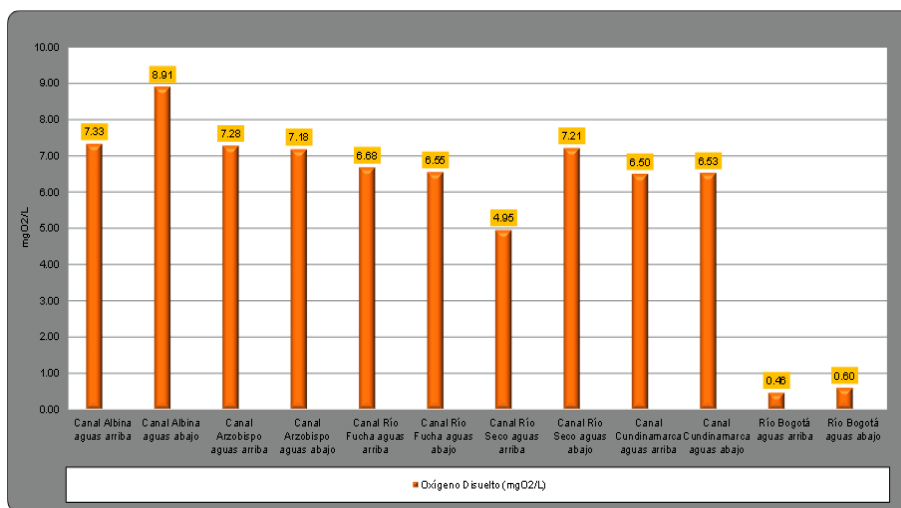


Figura 145 Comportamiento del oxígeno disuelto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

#### 5.2.2.2.3.4 Conductividad eléctrica

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, la cual depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación (Romero J. , 2009).

Las concentraciones reportadas en los puntos de agua superficial evaluados presentan valores que oscilan entre los 81.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y los 790.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , registrando la máxima conductividad en el punto Canal Albina aguas arriba, comportamiento asociado posiblemente con el contenido de sales en disolución como los contenidos altos que se presentan de cloruros y sulfatos. Según (Rodier, 2009) registran una mineralización muy débil al registrar valores menores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos Canal Río Fucha aguas arriba y aguas abajo, mineralización débil en el rango entre 100 y 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos canal Arzobispo aguas arriba y aguas abajo, mineralización media en los rangos entre 200 y 333  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos del Canal Cundinamarca aguas arriba y aguas abajo, mineralización media acentuada entre 333 y 666  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo, Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo y una mineralización importante en el rango entre 666 y 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos Canal Albina aguas arriba y aguas abajo.

En relación con el cumplimiento normativo en el Decreto 1076 de 2015 en el Artículo 2.2.3.3.9.5, no se establece un límite máximo permisible para este parámetro, pero si establece el requerimiento de medición el cual se lleva a cabo con el presente estudio.

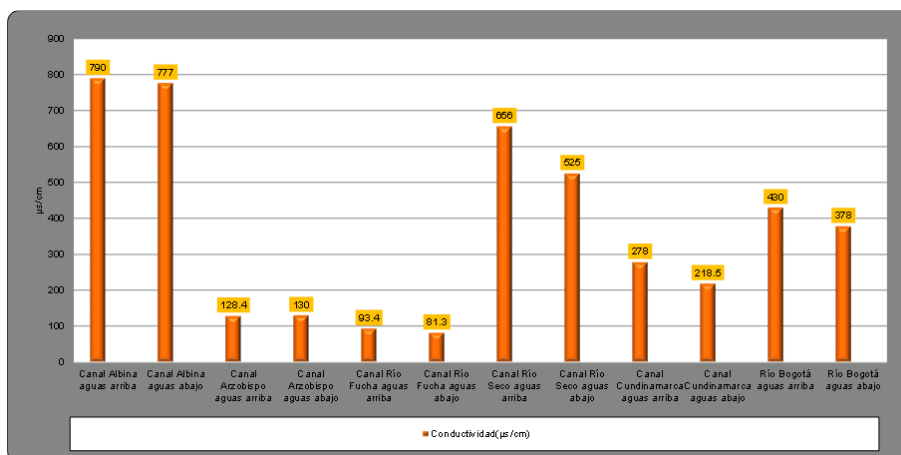


Figura 146 Comportamiento de la conductividad

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

#### 5.2.2.2.4 Medición de caudales

Los aforos de caudal se realizaron en los puntos definidos y nombrados como: *Canal Albina aguas arriba*, *Canal Albina aguas abajo*, *Canal Arzobispo aguas arriba*, *Canal Arzobispo aguas abajo*, *Canal Río Fucha aguas arriba*, *Canal Río Fucha aguas abajo*, *Canal Río Seco aguas arriba*, *Canal Río Seco aguas abajo*, *Río Bogotá aguas arriba* y *Río Bogotá aguas abajo*.

Por otra parte, para los puntos denominados *Canal Cundinamarca aguas arriba*, *Canal Cundinamarca aguas abajo* no fue posible realizar la medición de caudal, puesto que, durante el monitoreo se evidenció que el cuerpo de agua no presentaba escorrentía y mantenía su lámina de agua estancada, por ello, al ingresar el micromolinete no se reportaba ningún valor y los puntos del *Canal Tintal II aguas arriba* y *aguas abajo* se encontraban secos al momento del monitoreo debido a las obras civiles que se estaban llevando a cabo por parte del acueducto de Bogotá.

Tabla 76 – Resultados de los análisis de parámetros y comparación normativa

PUNTO DE MUESTREO	Canal Albina aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo
ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	0.271	0.489	0.056	0.035	1.164	1.218	0.035	0.055	84.445	96.364
ANCHO DE LA SECCIÓN (m)	6.70	6.70	0.62	0.59	13.00	10.00	2.33	2.73	28.00	32.00
MÉTODO	Área - velocidad		Flotador		Área - velocidad		Flotador		Área - velocidad	

PUNTO DE MUESTREO	Canal Albina aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobispo aguas arriba	Canal Arzobispo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo
CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	0.183	0.184	0.088	0.087	4.392	4.363	0.045	0.045	22.607	22.658
CAUDAL (L/s)	183.352	183.776	87.50	87.40	4391.784	4363.359	45.02	44.90	22607.410	22657.753
PROFUNDIDAD PROMEDIO (m)	0.068	0.073	0.180	0.120	0.141	0.158	0.030	0.04	2.983	2.978
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)	0.100	0.130	0.180	0.120	0.220	0.270	0.030	0.04	3.600	3.600

Fuente: SGS Colombia S.A.S., «2021»

La medición de aforos en las muestras presentó un comportamiento variable, reportando valores de caudal que oscilaron entre 0.045 m<sup>3</sup>/s (44.90 L/s) en el punto *Canal Río Seco aguas abajo* y 22.658 m<sup>3</sup>/s (22657.753 L/s) en el punto denominado *Río Bogotá aguas abajo*, con una diferencia de caudal entre los dos ríos monitoreadas de 22.613 m<sup>3</sup>/s, viéndose influenciado este comportamiento por las variaciones de alturas o cotas de la zona de estudio, así como el ancho y área de la sección, ya que, para el primer punto se presentó un ancho de sección de 2.73 m y en la segunda un valor de 32.00 m ambas condiciones intervienen en el cuerpo hídrico estudiado, presentando condiciones particulares las cuales alteran las velocidades y profundidades de las secciones estudiadas.

En el Canal Albina presenta un caudal entre 0.183 y 0.184 m<sup>3</sup>/s aguas arriba y aguas abajo respectivamente, lo cual representa una variación muy baja que se debe principalmente que en el punto aguas abajo del Canal Albina se presenta una mayor profundidad. En el Canal Arzobispo presenta caudales de 0.088 y 0.087 m<sup>3</sup>/s aguas arriba y aguas abajo respectivamente, evidenciando que el punto ubicado aguas abajo del canal presenta ligeramente una disminución derivada de que el ancho de la sección es menor.

El Canal Río Fucha presenta el segundo mayor caudal de los cuerpos de agua monitoreados con valores entre 4.392 y 4.363 m<sup>3</sup>/s con una leve disminución en el punto aguas abajo del canal ya que se presenta una menor profundidad y ancho de la sección del canal. El canal Río Seco presenta los menores valores de caudales de los cuerpos de aguas analizados y adicionalmente se observa que el caudal es constante en los puntos monitoreados aguas arriba y aguas abajo de este canal. Por último, el Río Bogotá presenta el mayor caudal de los cuerpos de agua monitoreados, con valores entre 22.607 y 22.658 m<sup>3</sup>/s presentando un aumento aguas abajo del Río ocasionado por el aumento que se observa en el ancho de la sección del Río medida.

#### 5.2.2.2.5 *Parámetros analizados en laboratorio*

##### 5.2.2.2.5.1 *Alcalinidad*

En aguas naturales, la alcalinidad se debe generalmente a la presencia de tres clases de compuestos: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. En algunas aguas es posible encontrar otras clases de compuestos (boratos, silicatos, fosfatos, etc.) que contribuyen a su alcalinidad; sin embargo, en la práctica la contribución de estos es insignificante y puede ignorarse. (Romero 2009).

En las muestras analizadas de aguas superficiales se evidencia que la alcalinidad es derivada en un 100% a los bicarbonatos, ya que la alcalinidad y los bicarbonatos reportan las mismas concentraciones, con valores entre 27.34 mg/L en el punto Canal Río Fucha aguas arriba y 273.67 mg/L en el punto Canal Albina aguas abajo relacionado con los valores de pH, con respecto a la normatividad no se establecen límites máximos permisibles que permitan realizar una comparación, mientras que los carbonatos reportan concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio correspondiente a <4.00 mg/L en todos los puntos monitoreados.

El Canal Albina registra las mayores concentraciones de alcalinidad y bicarbonatos, seguido del canal Río Seco que se clasifican como una alcalinidad muy alta según (Custodio & Llamas, 1996), seguido por el Río Bogotá y el Canal Cundinamarca que se clasifican como una alcalinidad alta y por último los cuerpos de aguas del Canal Arzobispo y el Canal Río Fucha presentan una alcalinidad baja, razón por la cual la capacidad Buffer de los cuerpos de agua con Alcalinidades más elevadas son los menos propensos a sufrir variaciones en su pH y son capaces de ser receptores de sustancia fuertemente ácidas sin que esto genere cambios bruscos en el pH, situación que no sucede en el Canal Arzobispo y Canal Río Fucha.

##### 5.2.2.2.5.2 *Cianuro*

Se denomina cianuro total a todos los compuestos de cianuro (disueltos o no) existentes en una solución acuosa. Sirve para designar a una familia de compuestos químicos que se caracterizan por la presencia de un átomo de carbono enlazado a un átomo de nitrógeno mediante un enlace triple. La palabra cianuro tiene connotaciones negativas debido a que muchos de sus compuestos presentan propiedades sumamente tóxicas o letales, como lo demuestra su aplicación en venenos. (Masil Consultora, 1990).

Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos en todos los puntos muestreados denominados Canal Albina, Canal Arzobispo, Canal Río Fucha, Canal Río Seco, Canal Cundinamarca y Río Bogotá fueron inferiores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio <0.010 mg/L, se puede inferir la baja o nula afectación por parte de este parámetro en las muestras de agua evaluadas, normativamente no se superan los límites máximos de 0.2 mg/L establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS para consumo humano y doméstico, por lo tanto se infiere una buena calidad del agua y la baja o nula afectación por este compuesto tóxico.

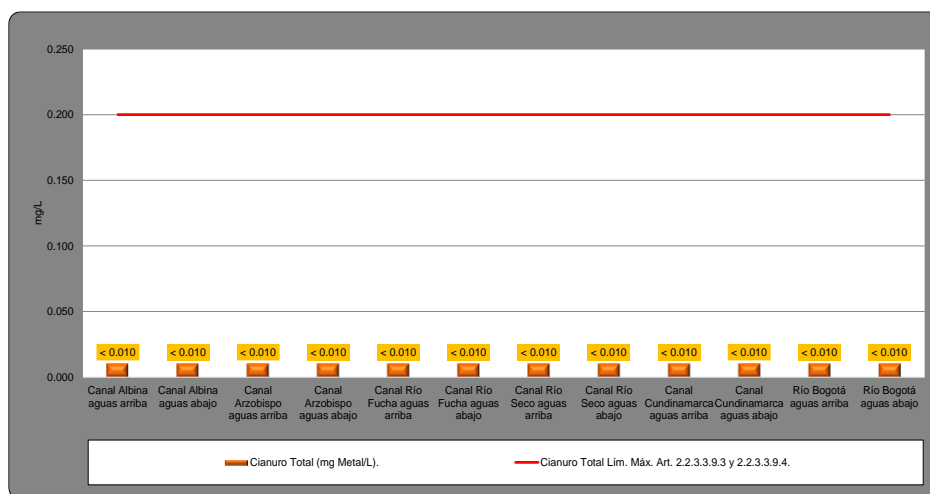


Figura 147 Comportamiento del Cianuro

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

### 5.2.2.2.5.3 DBO<sub>5</sub> y DQO

La **DBO<sub>5</sub>** es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable o materia orgánica carbonácea en condiciones aeróbicas en 5 días y a 20 °C, registrando valores entre 10.80 mg/L en el Canal Río Fucha aguas arriba y 256.80 mg/L en el punto denominado Canal Albina aguas abajo, sin embargo, en la normatividad analizada no se establecen límites que permitan realizar una comparación con este parámetro. Se evidencia que el Canal Albina registra las mayores concentraciones, seguido por el Canal Río Seco, el Río Bogotá, el Canal Cundinamarca, el Canal Arzobispo y por último con las menores concentraciones se encuentran en el Canal Río Fucha, estos valores influyen con el grado de contaminación por materia orgánica en los cuerpos de agua contribuyendo a la disminución de la calidad del agua, alterando finalmente la oxigenación en el cuerpo receptor final como lo es el río Bogotá.

Por otro lado, la **DQO** es un parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química, reportando valores desde una concentración menor al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio correspondiente a < 25.00 mg/L en el punto del Canal Arzobispo aguas abajo, hasta una concentración de 505.40 mg/L en el punto del Canal Albina aguas abajo, infiriendo la presencia de materia orgánica en la mayoría de las muestras de agua analizadas, con referencia a la norma no se establecen límites permisibles que permitan realizar una comparación normativa.

El punto del Canal Albina presenta las mayores concentraciones, seguido por el Canal Río Seco, el Río Bogotá, Canal Cundinamarca, Canal Río Fucha y por último el Canal Arzobispo que reporta la menor concentración, estas concentraciones de DQO influyen en una calidad de agua regular y mala del agua por el contenido de materia orgánica se evidencia en el Canal Albina, Canal Río Seco, Canal Cundinamarca y el Río Bogotá.

Los resultados presentan un comportamiento similar a la DBO5, en donde la carga orgánica representada a través de la DQO está relacionada también con el contenido de sólidos suspendidos como se observa para el caso específico del Canal Albina, y demás cuerpos de agua evaluados, el único punto que diverge de este comportamiento es el Canal Cundinamarca, el cual a pesar de tener una cantidad considerable de sólidos suspendidos no presenta concentraciones del mismo orden de magnitud para la DQO como si sucedió para el canal Albina, esta diferencia, está relacionada probablemente al origen de los sólidos presentes en los dos cuerpos de agua analizados, siendo de un carácter claramente inorgánico el presente en el canal Cundinamarca.

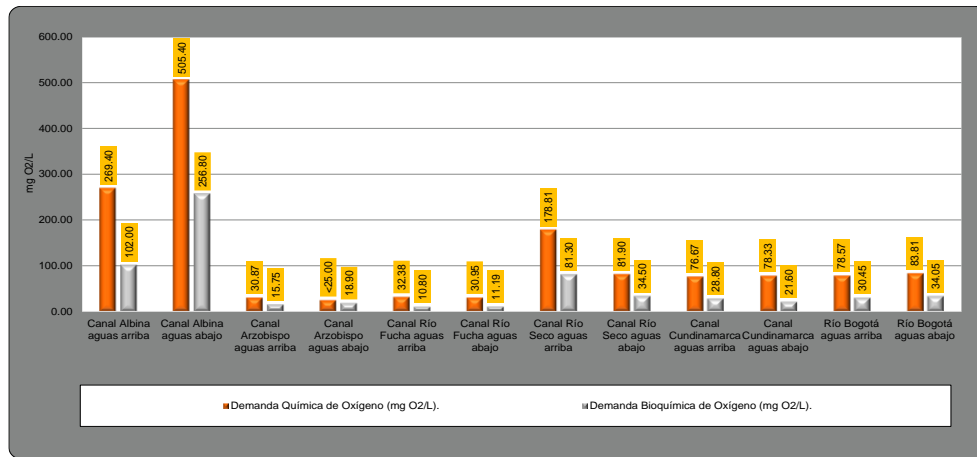


Figura 148 Comportamiento de la DBO5 y DQO

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

#### 5.2.2.2.5.4 Dureza

La dureza cálcica es la derivada por el contenido de calcio el cual está presente en todas las aguas como  $\text{Ca}^{2+}$  y se disuelve fácilmente a partir de las rocas y minerales que lo contienen, especialmente calizas y yeso; el primero, como carbonato y el segundo, como sulfato. El calcio es abundante en las aguas superficiales y subterráneas. Se reportaron valores con un rango entre 19.22 mg/L en el Canal Río Fucha aguas abajo y 73.21 mg/L en el Canal Cundinamarca aguas arriba, indicando una presencia variable de cationes de calcio en los puntos de monitoreo definidos, con referencia a la norma no se establecen límites máximos permisibles que permitan realizar una comparación normativa. Se evidencia que las mayores concentraciones se presentan en el Canal Albina y el Canal Cundinamarca, seguidos del Canal Río Seco, el Río Bogotá, el Canal Arzobispo y por último el Canal Río Fucha, no obstante, teniendo en cuenta que por lo general es el catión que se presenta en mayores concentraciones se espera que las aguas presenten una calidad aceptable en lo que refiere a este parámetro al estar por abajo de los 100 mg/L en todos los puntos donde se llevó a cabo el muestreo.

### 5.2.2.2.5.5 Detergentes

La mayoría de los detergentes llevan fosfato el cual tiene un gran impacto ecológico ya que aumenta la velocidad de eutroficación del agua. Este es el proceso natural de envejecimiento de los cuerpos de agua estancada; cuando es acelerado debido a la contaminación acorta su periodo de vida. El fosfato produce un aumento en la cantidad de nutrientes y fósforo en el agua y esto produce mayor presencia de flora y fauna, específicamente de algas. Las algas impiden el paso de luz y reducen la cantidad de oxígeno presente produciendo la muerte de peces. (Jiménez Cisneros, 2002).

Para este muestreo específicamente en los puntos aguas arriba y aguas abajo del Canal Arzobispo, Canal Río Fucha y Canal Cundinamarca presentan concentraciones inferiores al límite de cuantificación y por ende baja o nula presencia de detergentes en estos puntos.

En los puntos evaluados de aguas superficiales se reportan concentraciones desde los límites de cuantificación del método empleado por el laboratorio correspondiente a <0.30 mg/L hasta 15.29 mg/L en el Canal Albina aguas arriba, específicamente el Canal Arzobispo, Canal Río Fucha y Canal Cundinamarca presentan concentraciones inferiores al límite de cuantificación y por ende baja o nula presencia en estos puntos, mientras que en los puntos aguas arriba y aguas abajo del Canal Albina, el Canal Río Seco y el Río Bogotá se infiere la presencia de estos compuestos y la posible eutroficación del agua a causa de este parámetro, adicionalmente se supera en los puntos Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo y Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo el límite máximo permisible establecido en 0.5 mg/L por los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS para consumo humano y doméstico. Ver Figura 149.

La presencia de estos compuestos, en puntos como el Canal Albina y el Río Seco, indica que estos cuerpos de aguas probablemente estén siendo utilizados como fuentes receptoras de aguas residuales con un nivel importante de este determinante en particular, situación que explicaría el comportamiento de parámetros como la DQO, entre otros.

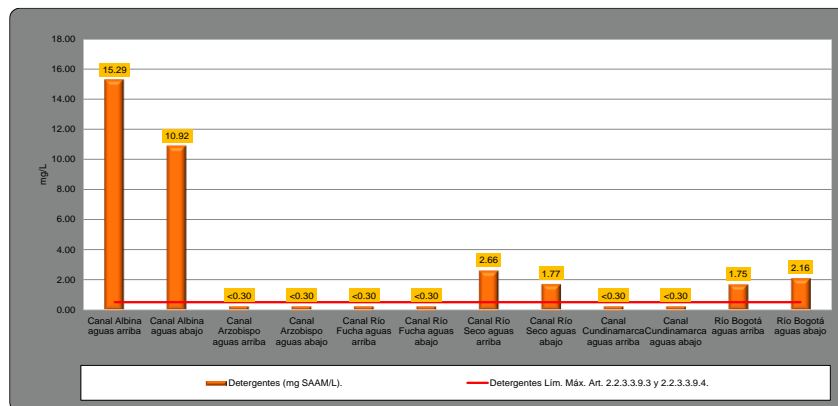


Figura 149 Comportamiento de los detergentes o surfactantes

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 5.2.2.2.5.6 Fenoles

Los compuestos fenólicos son elementos que pueden ser encontrados de forma natural o producto de la actividad antrópica, para el caso de las muestras de agua analizadas en el Canal Albina, Canal Arzobispo, Canal Río Fucha, Canal Río Seco, Canal Cundinamarca y el Río Bogotá, se reportan fenoles totales en concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método empleado en su análisis (<0.100 mg/L); Sin embargo, se determina como indeterminado el cumplimiento debido a que el límite normativo de 0.002 mg/L establecido por los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 es superior al límite de cuantificación del laboratorio, pero se infiere la baja o nula concentración u afectación de este parámetro en los cuerpos de agua monitoreados y por ende las aguas de las fuentes que tributan a estos no poseen estos compuestos.

#### 5.2.2.2.5.7 Fosforo total

El fósforo total es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales. Actualmente se considera como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, el fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro-, meta-, y otras polifosfatos) y fosfatos orgánicos. se determina en una muestra sin filtrar y en ella están presentes todas las formas de fósforo. (IDEAM, 2004).

Este nutriente en exceso puede generar condiciones inadecuadas del agua, entre las cuales podría disminuir el oxígeno presente en el agua. Para los puntos monitoreados en la presente campaña, se reportaron concentraciones entre 0.16 mg/L y 5.81 mg/L, lo cual indica presencia de este parámetro y por lo tanto posiblemente infiere en procesos de eutrofización del agua, en cuanto al comparativo normativo no se establece un límite máximo en los artículos comparados en el Decreto 1076 de 2015 del MADS. Se presentan las mayores concentraciones en el punto denominado Canal Albina y el Río Bogotá los cuales generan hipereutrofia y el Canal Río Seco, Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo y Canal Río Fucha los cuales influyen en la eutrofia de los cuerpos de agua generando una afectación en la calidad del agua. Comportamiento esperado, si se tiene en cuenta parámetros como los detergentes que muchas veces tiene presentes compuestos fosfatados.

#### 5.2.2.2.5.8 Grasas y aceites

Se entiende por grasas y aceites al conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo; materiales solubles en solventes orgánicos, pero muy insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo. (Romero J. , 2009).

En aguas naturales, la presencia de grasas inhibe el paso de la luz y del oxígeno disuelto en el agua, además, de que se adhieren a las branquias de los peces. (Sierra Ramírez, 2011). En las muestras analizadas de aguas superficiales se reportan concentraciones desde los límites de cuantificación del método empleado por el laboratorio <2.00 mg/L hasta 45.00 mg/L en el Canal Albina aguas abajo. Con



respecto a la comparación normativa se establece que es indeterminado el cumplimiento, debido a que el límite admisible es cualitativo (sin película visible) y los resultados del laboratorio son cuantitativos.

De manera específica se evidencia que las mayores concentraciones se presentan en el Canal Albina, seguido por el Río Seco, el Río Bogotá y el Canal Río Fucha lo cual puede influir en el contenido de oxígeno disuelto presente en los cuerpos de agua, mientras que para los puntos del Canal Arzobispo y Canal Cundinamarca se registran concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio y por tanto no influye en la calidad del agua. Estos resultados también evidencian que la probabilidad de una descarga con concentraciones importantes de estos determinantes en el Canal Albina se está presentando, que está alterando la calidad del recurso en este punto en específico, en el Canal Seco también se observa un comportamiento similar, aunque es menos severo que lo observado para el Canal Albina.

#### 5.2.2.2.5.9 Hidrocarburos

Los hidrocarburos totales o petróleos brutos son de una gran complejidad y están formados por tres grandes categorías de compuestos: Los hidrocarburos saturados o alcanos, los hidrocarburos aromáticos y los hidrocarburos pesados (compuestos aromáticos de alto peso molecular que contienen heteroátomos como azufre, oxígeno o nitrógeno). (Rodier, 2009). Los hidrocarburos totales presentan un comportamiento similar a las grasas y aceites, registrando valores desde el límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio <2.0 mg/L hasta 10.8 mg/L en el punto del Canal Albina aguas abajo, lo cual implica la presencia de estos en el agua, normativamente no se establecen límites que permitan realizar una comparación. Se observa que el Canal Albina presenta las mayores concentraciones de igual forma el Canal Río Seco aguas arriba y el Río Bogotá aguas arriba presentan concentraciones variables de este parámetro, mientras que los demás cuerpos de agua analizados registran concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método por lo tanto se infieren las bajas o nulas concentraciones de este parámetro.

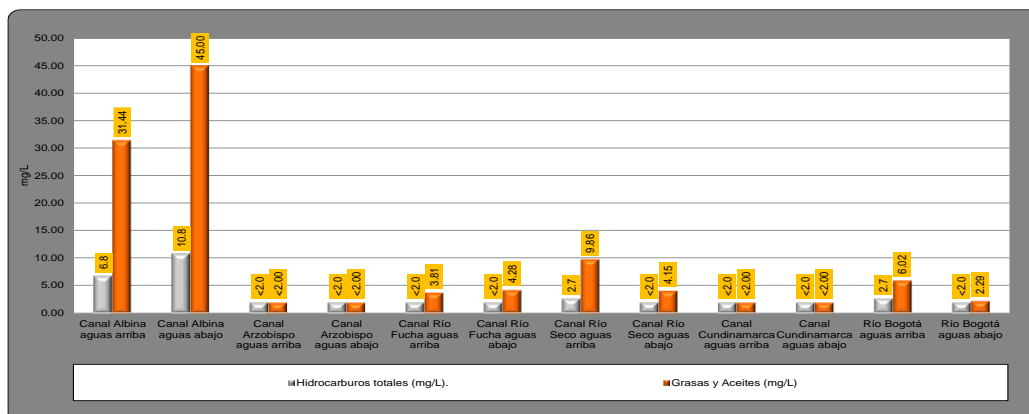


Figura 150 Comportamiento de las grasas y aceites e hidrocarburos totales

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

#### 5.2.2.2.5.10 Nitratos

En condiciones normales la fuente de nitrógeno amoniacal en aguas superficiales proviene de la degradación natural de la materia orgánica presente en la naturaleza. Es uno de los componentes transitorios en el agua, porque es parte del ciclo del nitrógeno, y se ve influido por la actividad biológica. En ambos casos el nitrógeno amoniacal, se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos. (Gonzales, 2013). En las muestras de agua superficial se registran valores desde el límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio  $<1.000$  mg/L en el Canal Arzobispo aguas arriba, hasta  $34.295$  mg/L en el canal Río Seco aguas arriba, se observa que la mayor concentración se presenta en el punto del Canal Albina, seguido del Canal Río Seco, Río Bogotá, Canal Río Fucha, Canal Cundinamarca y por último el Canal Arzobispo esto relacionado con el contenido de materia orgánica y que ratifica como se ha establecido en premisas anteriores la presencia de fuentes puntuales o difusas de origen antrópico que incrementan los niveles reportados de este determinante.

El nitrógeno total Kjeldahl es la suma del nitrógeno amoniacal y orgánico presente, que para la actual muestra reporto valores desde el límite del método empleado por el laboratorio para su cuantificación ( $<5.00$  mg/L) en el Canal Arzobispo aguas arriba hasta  $61.16$  mg/L en el Canal Albina aguas abajo. No se establece un límite máximo admisible en el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS. Se evidencia que las mayores concentraciones se presentan en el Canal Albina, el Canal Río Seco y el Río Bogotá siendo moderada la concentración en estos puntos, seguido por el canal Río Fucha, Canal Cundinamarca y el Canal Arzobispo en donde ya se reportan concentraciones bajas, lo cual puede influir en la eutrofización de los cuerpos de agua con las consecuencias que esto representa como el crecimiento excesivo de material vegetal, la disminución de los niveles de oxigenación entre otros.

Por otra parte, los compuestos nitrogenados como los nitratos son una forma de nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer. En los campos, y también en los jardines, se usan los fertilizantes con nitrógeno para enriquecer el suelo. Desafortunadamente, los nitratos, aunque son menos tóxicos que los nitritos pueden contaminar los acuíferos de las aguas subterráneas y superficiales (Universidad de Florida, 2005).

En el caso de estudio se reportan concentraciones variables de nitratos, desde el límite de cuantificación empleado en el laboratorio correspondiente  $<0.0113$  mg/L hasta  $0.1211$  mg/L en el punto Canal arzobispo aguas abajo; no obstante se infiere que en la muestra de agua no se presenta concentraciones importantes por parte de estos compuestos; ya que no superan los límites máximos permisibles de  $10$  mg/L establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del «NORMA» para el uso de consumo humano y doméstico. La mayoría de los puntos reportan concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método, excepto por el Canal Arzobispo aguas abajo, Canal Río Fucha aguas abajo y el Canal Cundinamarca aguas arriba que reportan concentraciones ligeramente mayores al límite de cuantificación.

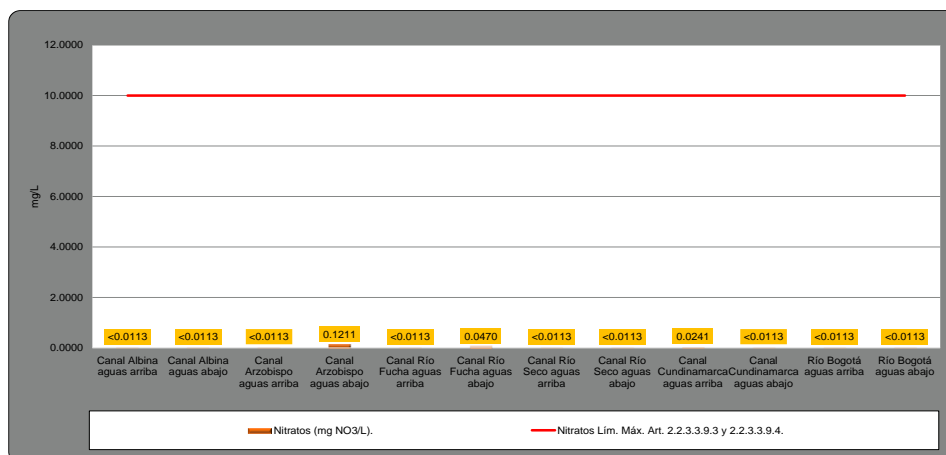


Figura 151 Comportamiento de los nitratos

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

#### 5.2.2.5.11 Sólidos

El término sólidos totales se usa ampliamente para la mayoría de los compuestos que están presentes en las aguas naturales y que permanecen en estado sólido después de la evaporación (algunos compuestos orgánicos permanecen en estado líquido después de que el agua ha sido evaporada). (IDEAM, 2001). Los sólidos suspendidos totales (SST) corresponden a los residuos filtrables; la materia suspendida es una fracción que no pasa a través de un filtro con un diámetro de poro de 0.45 mm (micrómetros), registrando valores entre 4.000 mg/L en el Canal Río Seco aguas abajo y 284.000 mg/L en el punto Canal Cundinamarca aguas abajo, evidenciando que los mayores valores se presentan en el Canal Cundinamarca, seguido del Canal Albina, Canal Arzobispo, Río Bogotá, Canal Río Fucha y Canal Río Seco indicando concentraciones moderadas de este determinante en los Canales Cundinamarca, Albina, y Arzobispo Aguas Abajo, destacándose principalmente la concentración del punto Aguas Abajo del canal Cundinamarca en donde se incrementa de manera ostensible entre el punto aguas arriba y abajo la concentración de este parámetro en particular ocasionado probablemente por el arrastre de material sólido proveniente de una de las orillas de este canal en el punto aguas abajo.

Por otro lado, los sólidos disueltos totales registran valores entre 52.000 y 564.000 mg/L en los puntos denominados Canal Río Fucha aguas arriba y Canal Albina aguas abajo respectivamente, presentando en el Canal Albina la mayor concentración, seguido por el Canal Río Seco, Río Bogotá, Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo y por último en el Canal Río Fucha. Finalmente, los sólidos sedimentables registran desde valores inferiores a los límites de cuantificación del método empleado <0.1 mL/L hasta 1.2 mL/L en el Canal Cundinamarca aguas arriba, presentando en el punto del Canal Cundinamarca, seguido del Canal Arzobispo, Río Bogotá, Canal Río Fucha, Canal Albina y por último en el Canal Río Seco. Como se puede evidenciar con el resultado de los sólidos se observa que hay una predominancia de los sólidos disueltos en la mayoría de los casos excepto por el canal Arzobispo aguas abajo y el Canal Cundinamarca aguas abajo en donde predominan los sólidos suspendidos totales, estos resultados pueden derivarse de la presencia de sales en las muestras de aguas

superficiales analizadas, normativamente no se establecen límites permisibles que permitan realizar una comparación.

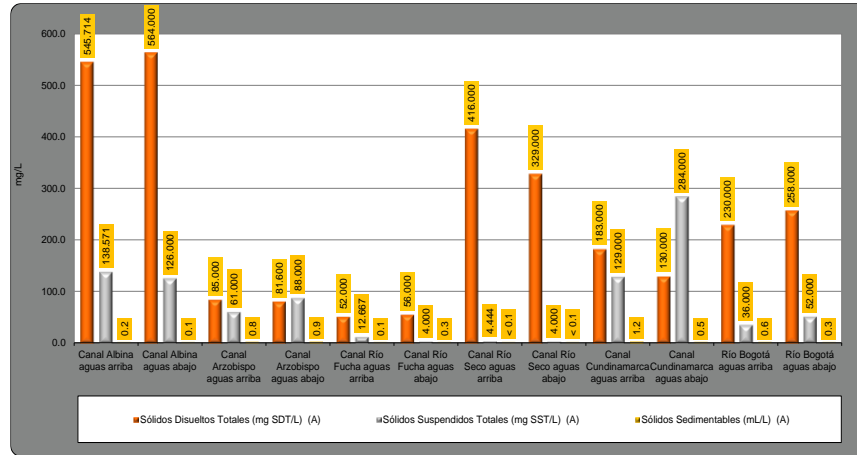


Figura 152 Comportamiento de los sólidos

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

#### 5.2.2.2.5.12 Turbiedad

La turbiedad puede ser provocada por materiales en suspensión que varían de tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas; interfiriendo estas con la transmisión de la luz a través del agua. Materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema. La turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión. Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determina la transparencia del agua puesto que limita el paso de luz a través de ella (Roldán, 2003).

Para las aguas de estudio, se presentaron valores entre 3.700 NTU hasta 144.000 NTU, en los puntos Canal Río Fucha aguas abajo y Canal Albina aguas arriba respectivamente, con referencia a la norma se evidencia que no se supera en ningún caso el límite máximo permisible de 190 NTU establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 para consumo humano y doméstico, las mayores concentraciones se presentan en el Canal Albina, seguido por el Canal Arzobispo, Canal Cundinamarca, Río Bogotá, Canal Río Seo y por último el Canal Río Fucha, lo cual permite clasificarlo como una masa de agua con cantidad moderada de plantas y animales, relacionado con los contenido de sólidos.

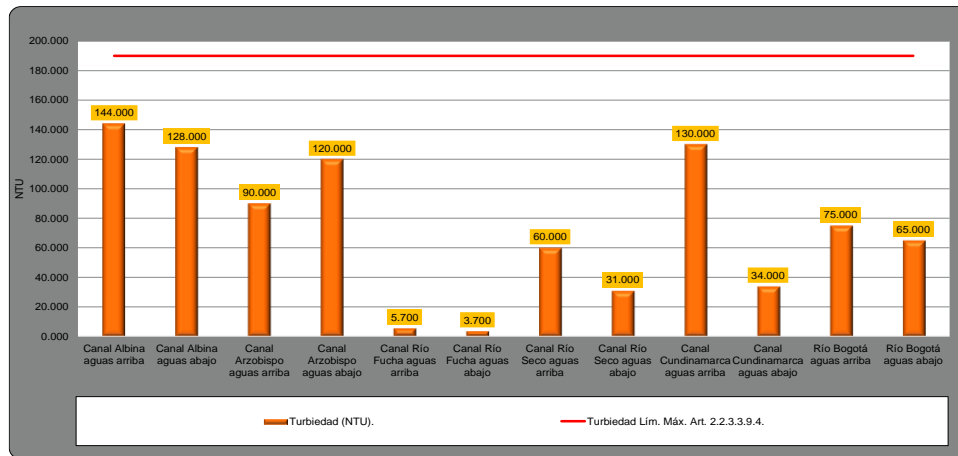


Figura 153 Comportamiento de la turbiedad

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 5.2.2.5.13 Cloruro

Los aniones como los cloruros estos tienen acceso a las aguas naturales en muchas formas: el poder disolvente del agua introduce cloruros de la capa vegetal y de las formaciones más profundas. Este componente entra a las aguas superficiales por medio de la deposición atmosférica de los aerosoles oceánicos, a partir de la meteorización de las rocas sedimentarias (la mayor parte de ellas son depósitos de sal) y de los efluentes industriales y aguas domésticas, así como por la escorrentía de las zonas agrícolas. (IDEAM, 2001). Reportando en los puntos monitoreados contenidos desde 4.30 mg/L en el Canal Río Fucha aguas abajo y que presentan un aumento hasta 72.66 mg/L en el Canal Albina aguas arriba, valores que indican como se ha venido observando que las mejores condiciones se dan en Canal Río Fucha y las menos favorables en el Canal Albina; a pesar de las variaciones reportadas dichos valores no superan los límites máximos permisibles de 250 mg/L, establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 para el consumo humano y doméstico, lo cual implica una buena calidad del agua con respecto a este parámetro, Se evidencia que el punto del Canal Albina presentan las mayores concentraciones seguido por el Canal Río Seco, el Río Bogotá, Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo y por último el Canal Río Fucha, estas concentraciones pueden influir con el contenido de sólidos disueltos y la conductividad.

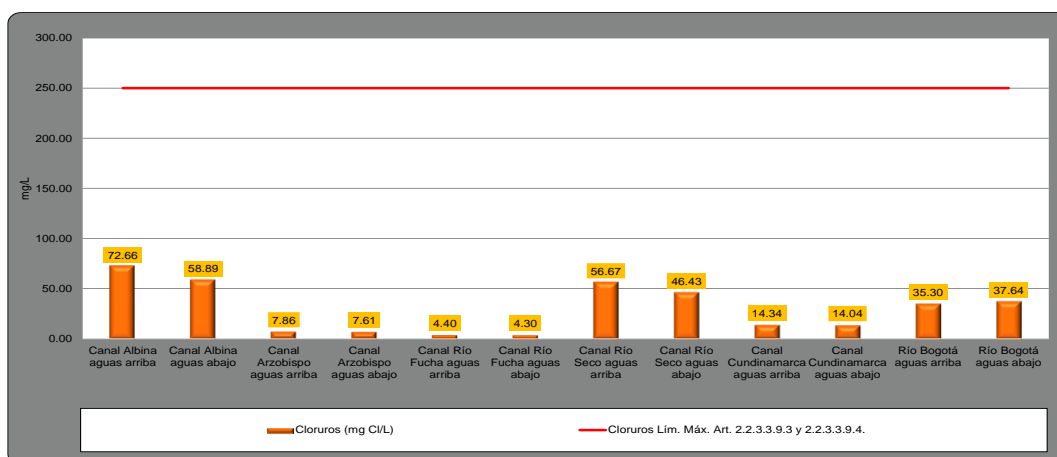


Figura 154 Comportamiento de los cloruros

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 5.2.2.5.14 Sulfato

Seguidamente, el sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) se encuentra presente en forma natural en las aguas superficiales, proviene del lavado de los compuestos minerales azufrados, de las rocas sedimentarias, como el yeso y la pirita, y de la deposición atmosférica. El sulfato es la forma más estable del azufre y es fácilmente soluble en agua (a excepción de las sales de plomo, bario y estroncio); las descargas industriales y la precipitación atmosférica pueden agregar cantidades significativas de sulfatos a las aguas superficiales. (IDEAM, 2001). Las concentraciones reportadas en las aguas monitoreadas son variables, se registraron concentraciones entre 8.59 mg/L en el punto del Canal Río Fucha aguas abajo y se presentó la mayor concentración de 67.23 mg/L en el Canal Albina aguas arriba, estos valores no superan el límite máximo de 400 mg/L establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS para consumo humano y doméstico, lo cual implica una calidad aceptable del agua con respecto a este parámetro. La mayor concentración de sulfatos se presenta en el Canal Albina, seguido del Río Bogotá, Canal Río Seco Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo y Canal Río Fucha como se observa en la Figura 155.

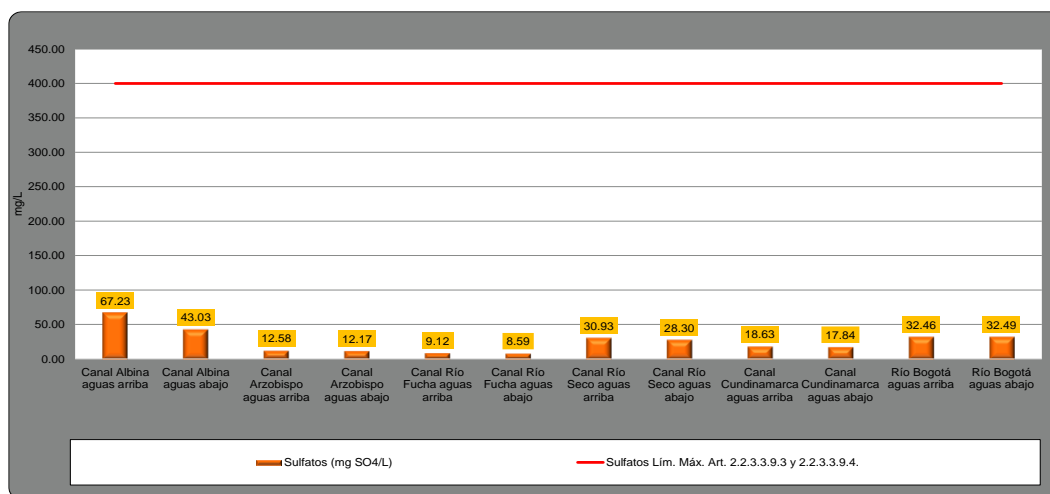


Figura 155 Comportamiento de los sulfatos

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 5.2.2.2.5.15 Coliformes totales

El análisis microbiológico determinado por medio de las bacterias coliformes totales que habitan el tracto intestinal de mamíferos y aves, y se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa a 35°C. Los géneros que componen este grupo son *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*. Todas pueden existir como saprofitas independientemente, o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia* cuyo origen es sólo fecal. (Apella & Araujo, 2005).

En las muestras de aguas superficiales los coliformes totales presentaron valores altos entre 1203300 NMP/100mL y 410600000 NMP/100mL en los puntos denominados Canal Río Fucha aguas abajo y Canal Albina aguas abajo respectivamente, al realizar la comparación normativa se evidencia que todos los puntos superaron los límites máximos de 1000, 5000 y 20000 NMP/100 mL establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 para consumo humano y doméstico y para uso agrícola, lo cual implica que no pueden ser usados con estos propósitos e indican una mala calidad del agua con respecto a este parámetro de origen fecal y orgánico, se evidencia que el Canal Albina presenta la mayor presencia, seguido por el canal Arzobispo, el Canal Río Seco, Río Bogotá, Canal Cundinamarca y Canal Río Fucha.

Independiente del punto evaluado en todos los puntos se observan concentraciones considerables de estos organismos, por lo cual se descarta la aptitud de estos cuerpos de agua en usos de origen doméstico, agrícola o pecuario de manera directa.

Esto ha llevado a distinguir entre coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) y coliformes fecales (término que designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal) con capacidad de fermentar lactosa también a 44.5°C.

La existencia de una contaminación microbiológica de origen fecal se restringe a la presencia de coliformes fecales, mientras que la presencia de coliformes totales que desarrollan a 35°C, sólo indica existencia de contaminación, sin asegurar su origen. (Apella & Araujo, 2005).

Se reportaron para los puntos de monitoreo valores variables de coliformes termotolerantes que oscilaron entre 21.8 NMP/100 mL en el Canal Cundinamarca aguas arriba y 1732900 NMP/100 mL en el punto del Canal Arzobispo aguas arriba, al realizar la comparación normativa se evidencia que la mayoría de los puntos superan los límites máximos de 1000 y 2000 NMP/100 mL establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 del MADS para el consumo humano y doméstico y agrícola por lo tanto no son aptos para este uso e implican una mala calidad del agua con respecto a este parámetro, excepto por el punto del Canal Cundinamarca aguas arriba que no supera ninguno de los límites normativos, se evidencia que el Canal Arzobispo presenta las mayores concentraciones, seguido por el Canal Albina, Canal Río Seco, Canal Río Fucha, Río Bogotá y el Canal Cundinamarca registra las menores concentraciones. Los resultados de esta variable pueden llegar a ser un indicador de presencia de aguas residuales domésticas, muestran que los Canales Albina, Arzobispo y Seco, están por lo menos en un orden de magnitud por encima que los demás cuerpos de agua, razón por la cual teniendo en cuenta otros indicios observados para el caso del Canal Albina y Seco, es posible inferir que estos cuerpos de agua están siendo influenciado por un tipo de descarga puntual o difuso de este tipo de aguas.

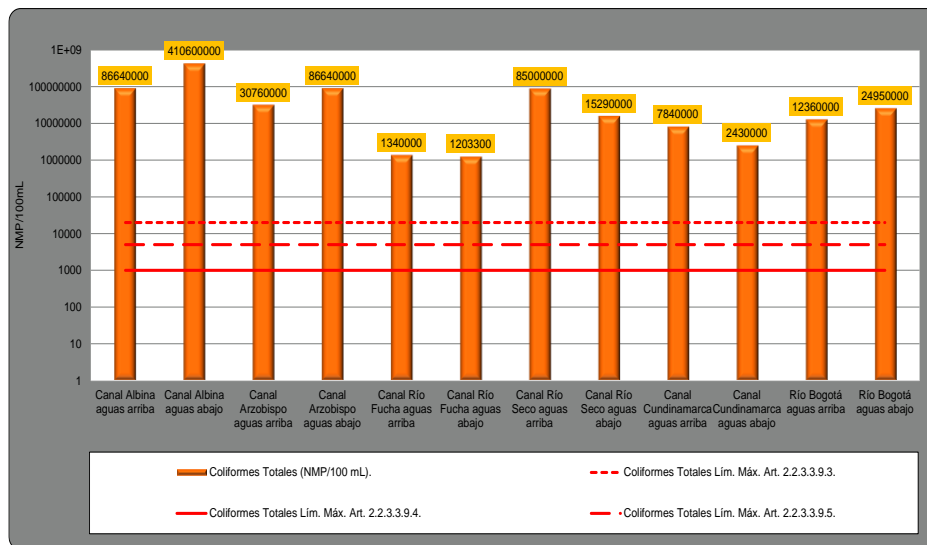


Figura 156 Comportamiento de los coliformes totales

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.



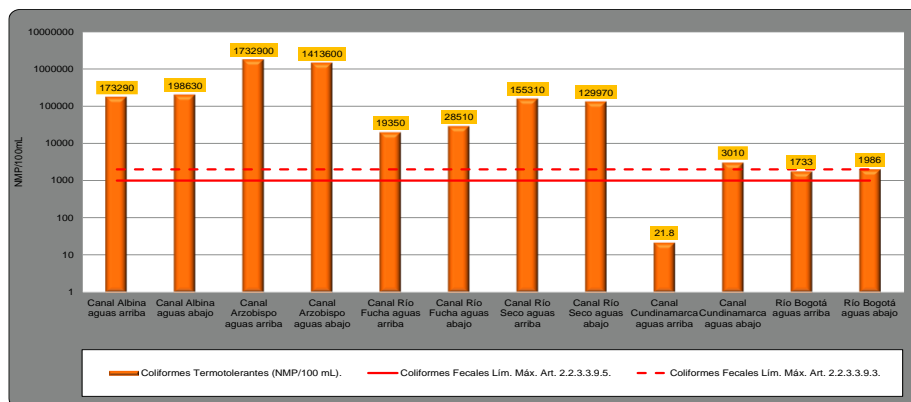


Figura 157 Comportamiento de los coliformes termotolerantes

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 5.2.2.2.5.16 Metales

Los elementos metálicos como el arsénico total (<0.0030 mg/L), bario total (<0.090 mg/L) y cadmio total (<0,0030 mg/L), reportaron en todos los puntos de monitoreo denominados como aguas arriba y aguas abajo del Canal Albina, Canal Arzobispo, Canal Río Fucha, Canal Río Seco, Canal Cundinamarca y Río Bogotá, concentraciones inferiores al límite de cuantificación de los métodos empleados por el laboratorio, por lo tanto se infiere la baja o nula presencia y afectación por parte de estos parámetros, adicionalmente no se superan los respectivos límites normativos establecidos por Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS.

Mientras que otros metales reportan concentraciones variables como el aluminio total (0.092 – 2.453 mg/L) presentando los mayores valores en el punto del Río Bogotá, continuo el Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo, Canal Albina, Canal Río Seco y por último el Canal Río Fucha, cobre total (<0.0030 – 0.0160 mg/L) se observa la predominancia de este parámetros en el orden de la mayor concentración en el punto Canal Albina, Río Bogotá, Canal Cundinamarca, Canal Río Seco, Canal Arzobispo y por último Canal Río Fucha, mercurio total (<0.0003 – 0.0010 mg/L) presenta en la mayoría de los casos el límite de cuantificación del método, excepto por Canal Río Seco y Río Bogotá, plata total (<0.003 – 0.010 mg/L) presentando concentraciones variables presentando la mayor concentración en el Río Bogotá, plomo total (<0.0030 – 0.0120 mg/L) presentando la mayor concentración en el punto Canal Cundinamarca y el Canal Albina y zinc total (<0.0900 – 0.1360 mg/L) con la mayor concentración en el Canal Albina y el Canal Río Seco, los otros puntos reportan el límite de cuantificación, estos reportaron concentraciones que no superan los respectivos límites normativos establecidos por los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015. Mientras que el hierro total presenta en su mayoría valores que no superan el límite normativo excepto por el punto del Río Bogotá aguas arriba que se clasifica como indeterminado por incertidumbre.

Por otro lado, se encuentran metales con concentraciones variables pero que no cuentan con límites normativos que permitan realizar una comparación como el calcio total (6.806 – 25.105 mg/L)

presentando las mayores concentraciones en el Canal Río Seco, posteriormente el Río Bogotá, Canal Albina, Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo y por último el Canal Río Fucha, el calcio disuelto (6.8060 – 25.1050 mg/L) presenta un comportamiento similar al calcio total con concentraciones iguales o ligeramente menores, el cromo total (<0.0030 – 0.0100 mg/L) presenta mayor predominancia de concentraciones en el Río Bogotá y Canal Albina, seguido del Canal Cundinamarca, Canal Río Seco y con las menores concentraciones el Canal Arzobispo y el Canal Río Fucha y el magnesio total (0.7780 – 4.6380 mg/L) registra las mayores concentraciones en los puntos aguas arriba y aguas abajo del Río Bogotá, continuo se encuentra el Canal Río Seco, Canal Albina, Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo y por último el Canal Río Fucha.

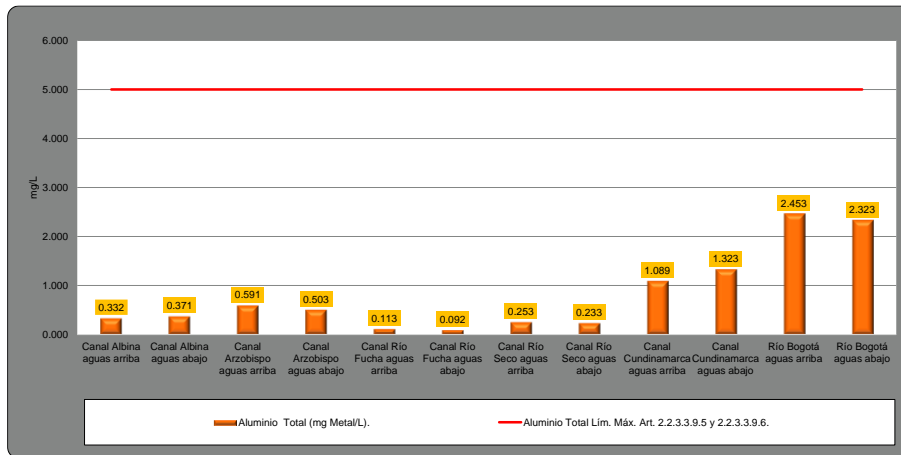


Figura 158 Comportamiento del Aluminio

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

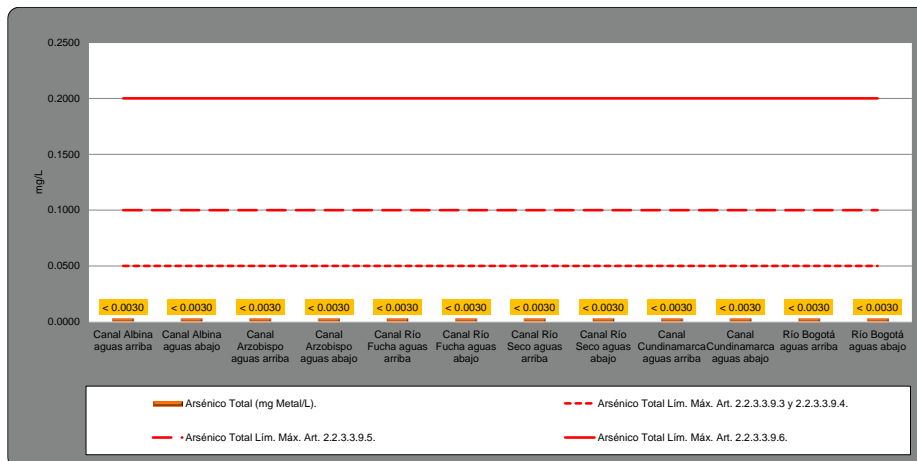


Figura 159 Comportamiento del Arsénico

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

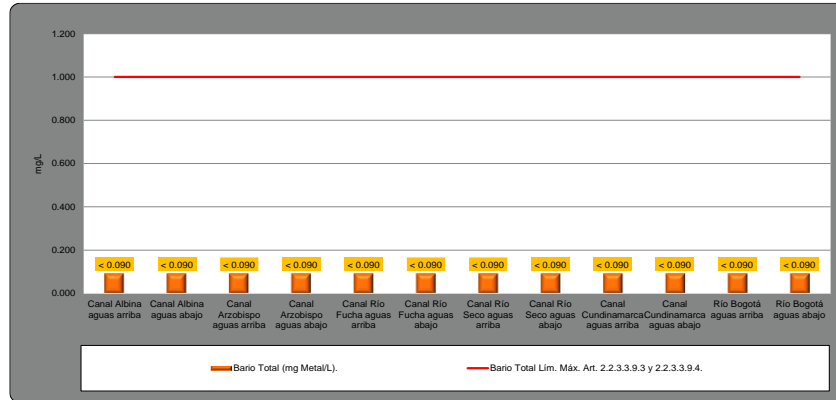


Figura 160 Comportamiento del Bario

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

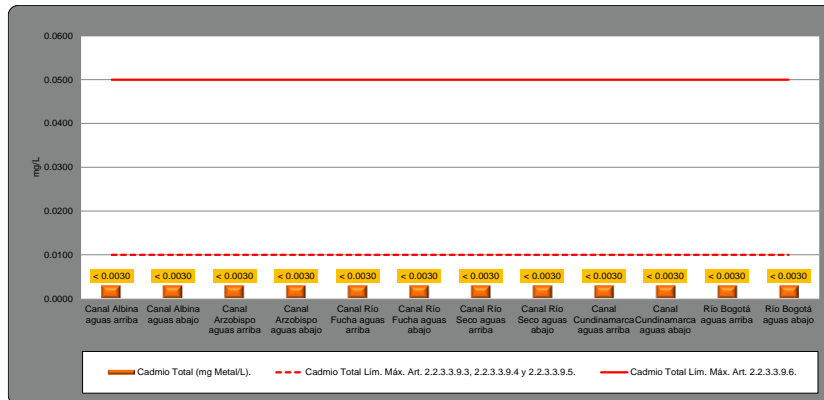


Figura 161 Comportamiento del Cadmio

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

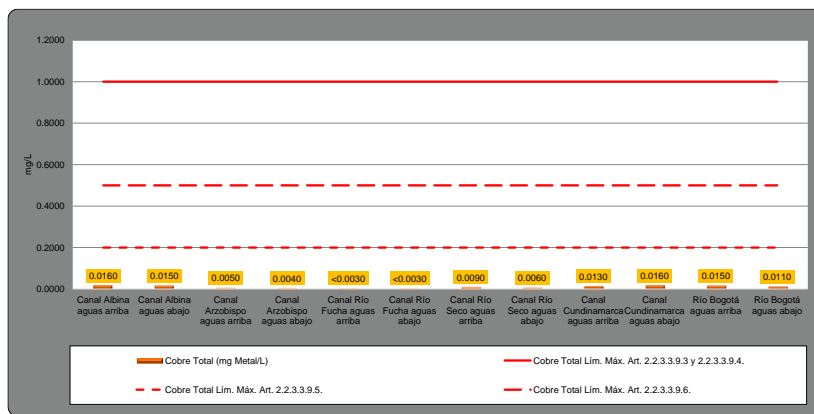


Figura 162 Comportamiento del Cobre

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

Para el hierro total en el análisis actual se registraron valores entre 0.506 mg/L en el punto del Canal Albina aguas arriba hasta 4.876 mg/L en el punto del Río Bogotá aguas arriba se evidencia que la mayoría de los casos no superan el límite máximo permisible, evidenciando que los mayores valores se presentan en el Río Bogotá, seguido del Canal Cundinamarca, Canal Arzobispo, Canal Río Seco, Canal Río Fucha y Canal Albina, excepto por el resultado del Río Bogotá aguas arriba que reportó un valor el cual se encuentra muy cerca del límite normativo de 5.0 mg/L estipulado en el Artículo 2.2.3.3.9.5 para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015 por lo que considerando la incertidumbre asociada a la cuantificación del parámetro de  $\pm 0.05$  mg/L, y de acuerdo con lo establecido en el instructivo interno EHS-OPE-I-32 “Regla de decisión para la declaración de la conformidad”, se infiere que la concentración del parámetro con relación a la mencionada norma, es indeterminada, ya que, la medición está por abajo o por encima del límite con una probabilidad del 95%.

Tabla 77 – Regla de decisión y evaluación de la conformidad para el hierro total.

LÍMITES DE INCERTIDUMBRE				
	Río Bogotá aguas arriba	Incertidumbre aplicada	Incertidumbre del método	Límite admisible (Art. 2.2.3.3.9.5.)
Caso positivo	5.120			
Valor reportado: Hierro total (mg/l)	4.876			
Caso negativo	4.632	$\pm 0.244$	0.05	5.0

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

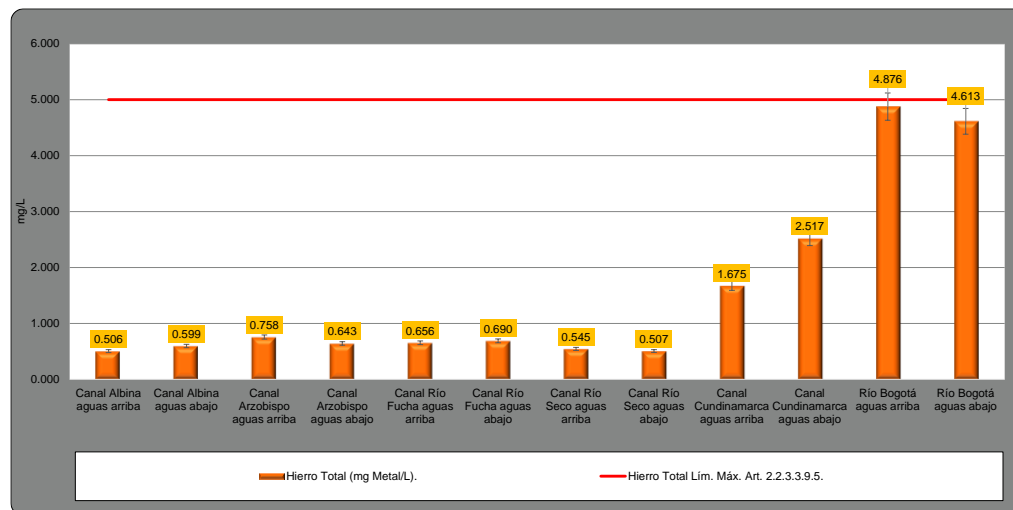


Figura 163 Comportamiento del Hierro

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

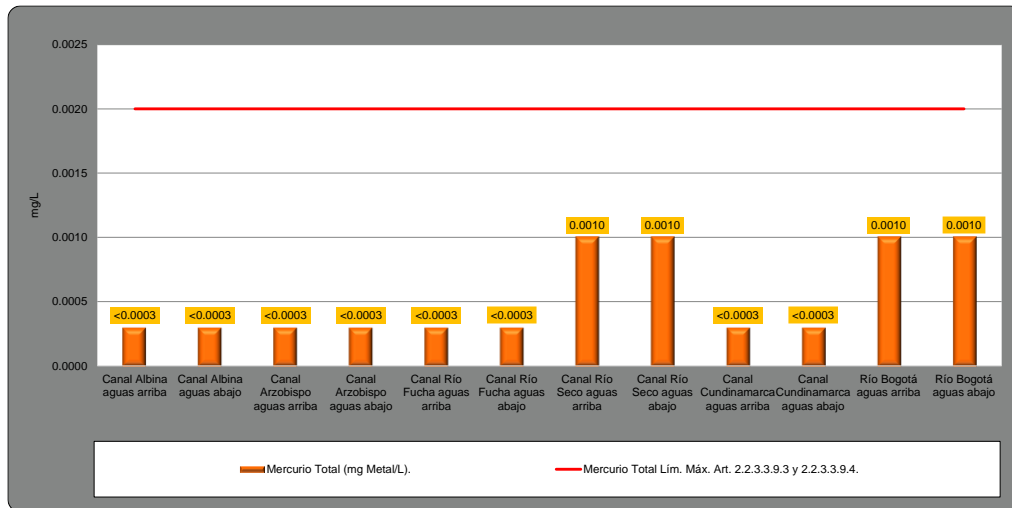


Figura 164 Comportamiento del Mercurio

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

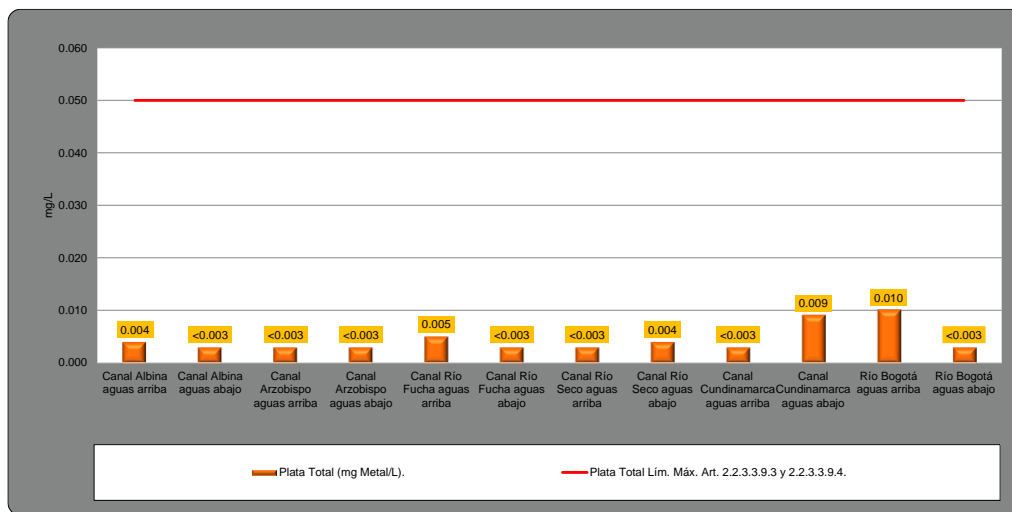


Figura 165 Comportamiento del Plata

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

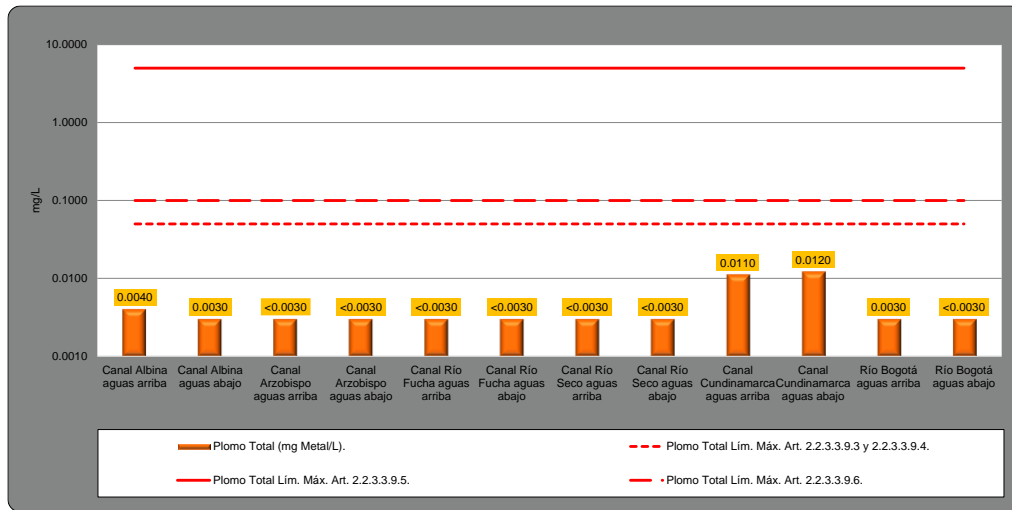


Figura 166 Comportamiento del Plomo

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

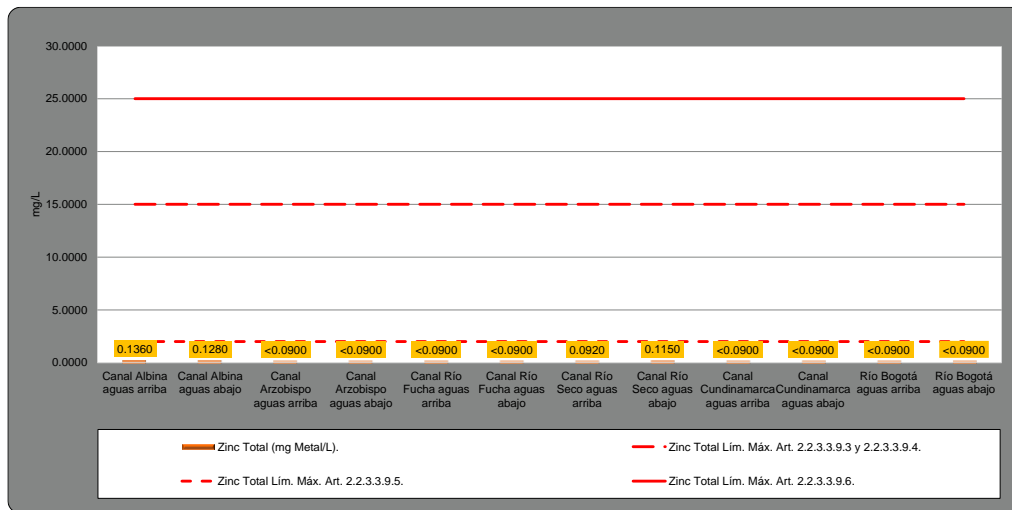


Figura 167 Comportamiento del Zinc

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Al finalizar el análisis de resultados se considera la incidencia de factores externos a los cuerpos de agua en los parámetros analizados, en primer lugar, las condiciones climáticas contribuyen en los parámetro Insitu y fisicoquímicos de manera relevante ya que la temperatura y la presión atmosférica puede influir en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y por tanto afecta la velocidad de metabolización y descomposición de la materia orgánica, de igual forma la temperatura puede influir en el valor de pH ya que este puede disminuir cuando se presentan elevaciones de la temperatura por la tendencia a separase de sus moléculas, en el caso de estudio se observa en el registro fotográfico

condiciones soleadas y nubladas durante el monitoreo que varías según el día de monitoreo, la hora de medición y la localización geográfica.

Adicionalmente, se evidencia que la temperatura externa es estable con un promedio de 15.2°C y la temperatura del agua promedio de todos los cuerpos de agua fue de 19.5°C evidenciando una ligera diferencia de 4.3°C, que se puede inferir a la absorción de calor del material de revestimiento de los canales de agua o por otro lado se evidencia que la presencia de turbiedad, color o solidos pueden aumentar la temperatura del agua al presentar una mayor absorción del calor por las longitudes de onda presentes.

El siguiente factor climatológico importante son las precipitaciones, teniendo en cuenta que los cuerpos de agua canalizados objeto de estudio son principalmente drenajes de aguas lluvias y que durante las horas de monitoreo no se presentaron, pero en las estaciones meteorológicas analizadas se evidencia que los días 4, 8 y 9 de noviembre si se presentaron lluvias, se puede inferir que las precipitaciones influyen en el caudal y la escorrentía presente en los cuerpos de agua, este posible incremento en el flujo del agua puede influir en la remoción y movimiento de sedimentos con cargas de parámetros orgánicos, inorgánicos y microbiológicos, también se debe analizar que las precipitaciones durante el ciclo del agua pueden arrastrar contenidos de nitrógeno y fósforo procedentes de actividades humanas como la agricultura o la combustión de combustibles fósiles a los cuerpos de agua como ríos, canales y lagos, estas escorrentías están cargadas de nutrientes que pueden producir en la eutrofización del agua y por lo tanto se puede observar un crecimiento excesivo de algas que consumen el oxígeno del agua, en el presente monitoreo se reportan concentraciones relevante de nitrógeno y fosforo que en el ICOTRO pueden representar factores de eutrofia en el agua.

Otro factor externo que se debe tener en cuenta que relaciona el viento y la precipitación está relacionado con la contaminación atmosférica que puede transportar gases, metales y componentes contaminantes a los cuerpos de agua, producto de la ignición de combustibles fósiles en mezcla con el oxígeno y el vapor del agua presente en la atmosfera, que al precipitase puede aportar concentraciones importantes se ácido nítrico y ácido sulfúrico, no obstante en el caso de estudio el pH nos permite verificar que los cuerpos de agua presentan características neutras, por lo tanto no hay una presencia importante de ácidos en el agua.

Para el análisis de factores externos como vertimientos en las fuentes hídricas, presencia de residuos en los cuerpos de agua, tipo de cauce, incidencia en el tamaño de la cuenca y aporte de receptores de la fuente analizada, se debe tener en cuenta que los canales monitoreados presentan vertimientos de conexiones cerradas de aguas lluvia que puede alterar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos según lo analizado anteriormente, no obstante también se debe tener en cuenta que estos cuerpos de agua tienen un recorrido extenso desde el oriente del departamento de Cundinamarca desde su nacimiento hasta el punto en el que se realizan los monitoreos, por lo tanto vienen con trazas de contaminación históricas por usos de actividades humanas y naturales por toda la extensión de su cuenca y por lo tanto los efluentes principales y los efluentes que tengan concesión presentan varios usos del agua, pero al llegar a la ciudad no tienen priorización para el consumo humano y doméstico ya

que presentan calidades del agua variables y contaminación por parámetros que superan los límites normativos.

#### 5.2.2.2.6 Índices de calidad y contaminación del agua

Los criterios de la calidad del agua se refieren a las concentraciones de los constituyentes que, si no son excedidos, permitirán concluir que el ecosistema acuático es apropiado para los múltiples usos del agua. Estos se derivan de investigaciones y hechos científicos obtenidos de la experimentación o de observaciones sobre la respuesta de organismos sometidos a estímulos definidos bajo condiciones ambientales reguladas en un período de tiempo específico (Fernández, 2005).

Para el presente estudio se determinan el Índice de Calidad del Agua (ICA) y los Índices de Contaminación (ICO's) tales como los índices de contaminación por mineralización (ICOMI), por sólidos suspendidos (ICOSUS), por contaminación trófica (ICOTRO), por materia orgánica (ICOMO), y por pH (ICOpH) (Ramírez, Restrepo, & Cardeñosa, 1997).

##### 5.2.2.2.6.1 Índice de calidad del agua (ICA)

El ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación (IDEAM, 2021).

El ICA clasifica la calidad del agua de forma descriptiva en las categorías señaladas en la Tabla 78 y el color al que se asocia a cada categoría.

Tabla 78 – Calificación del Índice de Calidad del Agua - ICA

Valores	Categoría	Colores – Señal de alerta
0,00 – 0,25	Muy Mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90.	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Fuente: (IDEAM, 2021)

En la siguiente sección se presentan los valores ICA, calculados a partir de los datos de concentración de un conjunto de cinco (5) variables que determinan, en gran parte, la calidad de las aguas superficiales., correspondientes al pH, conductividad, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales y DQO.

La fórmula de cálculo del indicador es:



$$ICA_{njt} = \left( \sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Dónde:

$ICA_{njt}$  Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua  $j$  en el tiempo  $t$ , evaluado con base en  $n$  variables.

$W_i$  Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad  $i$ .

$I_{ikjt}$  Es el valor calculado de la variable  $i$  (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo  $j$ , registrado durante la medición realizada en el trimestre  $k$ , del período de tiempo  $t$ ;  $n$  es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; no es igual a 5.

En la Tabla 79 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los puntos monitoreados.

Tabla 79 – Resultados - Índice de Calidad del Agua

Punto De Muestreo	ICA
Canal Albina Aguas Arriba	0,539 *
Canal Albina Aguas Abajo	0,553 *
Canal Arzobispo Aguas Arriba	0,772
Canal Arzobispo Aguas Abajo	0,813
Canal Río Fucha Aguas Arriba	0,844
Canal Río Fucha Aguas Abajo	0,829
Canal Río Seco Aguas Arriba	0,518 *
Canal Río Seco Aguas Abajo	0,580 *
Canal Cundinamarca Aguas Arriba	0,575 *
Canal Cundinamarca Aguas Abajo	0,534
Río Bogotá Aguas Arriba	0,447 *
Río Bogotá Aguas Abajo	0,411 *

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

En la anterior tabla se relaciona el resumen de los resultados obtenidos en el cálculo del ICA, donde se evidenció que la mayoría de los puntos reportaron una clasificación de calidad del agua “regular” en los puntos del Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo y en el Canal Cundinamarca aguas arriba y aguas abajo principalmente derivado de los valores representativos

de DQO y la conductividad; es importante mencionar que para la mayoría de las estaciones de monitoreo el valor del Índice de la conductividad fue negativo debido a la alta conductividad en las muestras, sin embargo, se aplica la condición de la Hoja metodológica del indicador ICA (IDEAM, 2011) donde se especifica que “Cuando  $I_{C.E.} < 0$  , entonces  $I_{C.E.} = 0$ ”. Por otro lado, los puntos del Canal Arzobispo aguas arriba y aguas abajo y el Canal Río Fucha aguas arriba y aguas abajo registran una calidad del agua aceptable, y los puntos del Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo presentan valores más altos que clasifican las muestras de agua como un agua “mala” derivado de los bajos contenidos de oxígeno disuelto y a los resultados representativos de DQO y conductividad.

#### 5.2.2.2.6.2 Índices de contaminación (ICOs)

A continuación, en la Tabla 80 se presentan los resultados obtenidos en el cálculo de los índices de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), índice de contaminación trófica por el fosforo total (ICOTRO), índice de contaminación de materia orgánica por DBO5, coliformes totales y saturación de oxígeno (ICOMO) y por unidades de pH (ICOpH). Es importante resaltar que los análisis de los índices de contaminación están basados en variables fisicoquímicas y microbiológicas que influyen directamente la presencia de algunas comunidades biológicas acuáticas especialmente a las comunidades vegetales

Tabla 80 –Resultados – Índices de Contaminación

Punto de Muestreo	ICOSUS	ICOTRO	ICOMO	ICOpH
Canal Albina Aguas Arriba	0,396	Hipereutrofia	0,679	0,014
Canal Albina Aguas Abajo	0,358	Hipereutrofia	0,668	0,022
Canal Arzobispo Aguas Arriba	0,163	Eutrofia	0,606	0,054
Canal Arzobispo Aguas Abajo	0,244	Eutrofia	0,624	0,032
Canal Río Fucha Aguas Arriba	0,018	Eutrofia	0,568	0,026
Canal Río Fucha Aguas Abajo	0,000	Eutrofia	0,575	0,070
Canal Río Seco Aguas Arriba	0,000	Eutrofia	0,747	0,237
Canal Río Seco Aguas Abajo	0,000	Eutrofia	0,667	0,143
Canal Cundinamarca Aguas Arriba	0,367	Eutrofia	0,663	0,004
Canal Cundinamarca Aguas Abajo	0,832	Eutrofia	0,630	0,007
Río Bogotá Aguas Arriba	0,088	Hipereutrofia	0,978	0,003
Río Bogotá Aguas Abajo	0,136	Hipereutrofia	0,977	0,008

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2021

Para el índice ICOSUS por material en suspensión sólido se observa que no existe un grado de contaminación en el Canal Arzobispo aguas arriba, Canal Río Fucha aguas arriba y aguas abajo, Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo y Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo, por otro lado, se calculan grados de contaminación bajos en el Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, en el Canal Arzobispo aguas abajo y Canal Cundinamarca aguas arriba y un grado de contaminación muy alto en el Canal Cundinamarca aguas abajo por sólidos suspendidos.

El ICOTRO analizado a partir del contenido de fósforo en los cuerpos de agua, se establece un grado de Eutrofia para la mayoría de los puntos evaluados excepto por los puntos del Canal Albina aguas arriba y aguas abajo y el Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo que se clasifica como hipereutrofia ya que registran concentraciones mayores a 1.00 mg/L de Fósforo total lo cual puede influir en la eutrofización de los cuerpos de agua.

El ICOMO registra en los puntos del canal Río Fucha aguas arriba y aguas abajo un grado de contaminación medio siendo estos los que representa un menor grado de contaminación, los puntos del Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, Canal arzobispo aguas arriba y aguas abajo, Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo y Canal Cundinamarca aguas arriba y aguas abajo se clasifica como contaminación alta por materia orgánica procedente principalmente del alto contenido de Coliformes totales y DBO<sub>5</sub>, por último en los puntos del Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo se clasifica como contaminación muy alta debido a la alta presencia de coliformes totales, DBO<sub>5</sub> y al bajo contenido de oxígeno disuelto en el agua.

El ICOpH no presenta ningún grado de contaminación en la mayoría de las muestras evaluadas excepto por el punto del Canal Río Seco aguas arriba que se clasifica como un grado de contaminación bajo por pH ya que se presenta en ese punto un pH ligeramente alcalino.

#### 5.2.2.2.7 Resultados de monitoreo época seca

En esta sección se presentan los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio para las muestras de agua superficial tomadas y su comparativo normativo.

En las siguientes tablas se relaciona el comportamiento que presentaron los parámetros analizados en las muestras tomadas para los puntos de agua superficial frente a los límites máximos fijados en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4., 2.2.3.3.9.5., 2.2.3.3.9.6. y 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 de 2015.

Tabla 81– Resultados de los análisis de parámetros (puntos de monitoreo río Bogotá aguas arriba a canal río Fucha aguas abajo) vs Sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015

Parámetros	Unidades	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Canal río Fucha aguas arriba	Canal río Fucha aguas abajo	Art.3	Art.4	Art.5	Art.6	Art.10
		45552	45553	45554	45555					
pH mín.	Unidades	6,96	7,14	7,71	7,39	5	6,5	4,5	N.E.	4,5
pH máx.						9	8,5	9	N.E.	9
Conductividad	µS/cm	596	598	94	75	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Oxígeno disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	1,55	1,43	4,32	3,57	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	4,0
Temperatura	°C	18,08	18,65	15,04	14,26	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Acidez	mg CaCO <sub>3</sub> /L	66,6	77,2	23,5	25,4	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	202	184	48,0	45,4	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Bario total	mg Ba/L	<0,00500	<0,00500	<0,00500	<0,00500	1	1	N.E.	N.E.	N.E.
Cadmio total	mg Cd/L	<0,000500	<0,000500	<0,000500	<0,000500	0,01	0,01	0,01	0,05	N.E.
Cobre total	mg Cu/L	0,114	<0,100	<0,100	<0,100	1	1	0,2	0,5	N.E.
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	602000	3609000	107000	1100000	2.000	N.E.	1000+	N.E.	N.E.
Coliformes totales	NMP/100 mL	2723000	9609000	1354000	2075000	20.000	1.000	5000+	N.E.	N.E.
Color a 436 nm	m <sup>-1</sup>	9,0	8,3	1,2	1,4	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	**
Color a 525 nm	m <sup>-1</sup>	5,4	5,2	0,5	0,7	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	**

Parámetros	Unidades	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Canal río Fucha aguas arriba	Canal río Fucha aguas abajo	Art.3	Art.4	Art.5	Art. 6	Art.10
		45552	45553	45554	45555					
Color a 620 nm	m <sup>-1</sup>	4,0	4,1	0,3	0,4	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	**
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	42,3	45,3	25,8	65,9	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	129	136	79,2	192	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza cálcica	mg CaCO <sub>3</sub> /L	18,8	19,4	<12,0	<12,0	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	24,0	29,5	<5,00	<5,00	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Fenoles	mg/L	0,0586	0,0603	0,0619	0,0561	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Fósforo total	mg P /L	2,68	1,96	1,06	0,777	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Grasas y aceites	mg Aceites y Grasas/L	14,2	2,44	<0,900	11,5	*	*	N.E.	N.E.	N.E.
Hidrocarburos	mg Aceites y Grasas/L	4,00	<0,900	<0,900	2,85	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Mercurio total	mg Hg/L	<0,00100	<0,00100	<0,00100	<0,00100	0,002	0,002	N.E.	0,01	N.E.
Níquel total	mg Ni/L	0,0209	0,0205	0,0125	0,0159	N.E.	N.E.	0,2	N.E.	N.E.
Nitrógeno amoniacal	mg NH <sub>3</sub> -N/L	29,2	22,8	12,8	7,48	1,0	1,0	N.E.	N.E.	N.E.
Plata total	mg Ag/L	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	0,05	0,05	N.E.	N.E.	N.E.
Plomo total	mg Pb/L	0,00314	0,00314	0,00174	0,00642	0,05	0,05	5	0,1	N.E.
Sólidos disueltos totales	mg/L	348	348	85	80	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

Parámetros	Unidades	Río Bogotá aguas arriba	Río Bogotá aguas abajo	Canal río Fucha aguas arriba	Canal río Fucha aguas abajo	Art.3	Art.4	Art.5	Art. 6	Art.10
		45552	45553	45554	45555					
Sólidos sedimentables	mL/L - h	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Sólidos suspendidos totales	mg/L	60	72	27	28	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Surfactantes	mg/L	2,84	3,08	2,18	3,15	0,5	0,5	N.E.	N.E.	N.E.
Turbiedad	UNT	19,1	22,3	9,39	7,96	N.E.	190 <sup>(+)</sup>	N.E.	N.E.	**
Zinc total	mg Zn/L	<0,0300	<0,0300	<0,0300	<0,0300	15	15	2,0	25	N.E.
Arsénico <sup>(1)</sup>	mg As/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	0,1	0,2	N.E.
Nitrógeno total <sup>(2)</sup>	mg/L	39	32	20	>100	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Selenio <sup>(1)</sup>	mg Se/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,01	0,02	N.E.	N.E.

N.E. No Específica

(+) 10 UJT es equivalente a 190 UNT

\* No se aceptará películas visibles de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional (Art3) y por desinfección (Art4) que puedan afectar la salud humana.

\*\*Como criterios adicionales de calidad para los usos de que trata el presente artículo, no deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética.

+El NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. El NMP de coliformes fecales no deberá exceder de 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior.

(1) Parámetro subcontratado con el laboratorio HIDROLAB acreditado por el IDEAM.

(2) Parámetro subcontratado por el laboratorio AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S. acreditado por el IDEAM.

Fuente: Ambienziq Ingenieros S.A.S., 2022

Tabla 82 – Resultados de los análisis de parámetros (puntos de monitoreo canal Cundinamarca aguas arriba a canal Río seco aguas abajo) vs Sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015

Parámetros	Unidades	Canal Cundinamarca a aguas arriba	Canal Cundinamarca a aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Art.3	Art.4	Art.5	Art.6	Art.10
		45556	45557	45558	45559					
pH mín.	Unidades	7,06	7,2	7,41	7,41	5	6,5	4,5	N.E.	4,5
pH máx.						9	8,5	9	N.E.	9
Conductividad	μS/cm	334	650	474	431	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Oxígeno disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	4,57	2,26	3,82	3,16	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	4,0
Temperatura	°C	18,38	16,98	17,58	17,99	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Acidez	mg CaCO <sub>3</sub> /L	64,1	114	110,0	96,3	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	188	406	264	265	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Bario total	mg Ba/L	<0,00500	0,0100	0,0100	<0,00500	1	1	N.E.	N.E.	N.E.
Cadmio total	mg Cd/L	<0,000500	<0,000500	<0,000500	<0,000500	0,01	0,01	0,01	0,05	N.E.
Cobre total	mg Cu/L	<0,100	0,128	0,132	0,125	1	1	0,2	0,5	N.E.
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	7400	37840000	3860000	33000000	2.000	N.E.	1000+	N.E.	N.E.
Coliformes totales	NMP/100 mL	124600	96090000	13050000	79150000	20.000	1.000	5000+	N.E.	N.E.
Color a 436 nm	m <sup>-1</sup>	1,5	9,3	6,5	6,2	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	**
Color a 525 nm	m <sup>-1</sup>	0,6	5,4	3,4	3,4	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	**
Color a 620 nm	m <sup>-1</sup>	0,2	4,5	2,2	2,3	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	**
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	40,2	132	255	278	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

Parámetros	Unidades	Canal Cundinamarca a aguas arriba	Canal Cundinamarca a aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Art.3	Art.4	Art.5	Art.6	Art.10
		45556	45557	45558	45559					
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	129	412	777	862	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza cálcica	mg CaCO <sub>3</sub> /L	103	52,7	<12,0	<12,0	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	126	75,8	<5,00	<5,00	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Fenoles	mg/L	0,0636	0,0552	0,0578	0,0561	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Fósforo total	mg P /L	0,262	2,41	3,46	4,03	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Grasas y aceites	mg Aceites y Grasas/L	<0,900	3,54	3,38	6,00	*	*	N.E.	N.E.	N.E.
Hidrocarburos	mg Aceites y Grasas/L	<0,900	1,46	2,46	3,00	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Mercurio total	mg Hg/L	<0,00100	<0,00100	<0,00100	<0,00100	0,002	0,002	N.E.	0,01	N.E.
Níquel total	mg Ni/L	0,0122	0,0163	0,0241	0,0238	N.E.	N.E.	0,2	N.E.	N.E.
Nitrógeno amoniacal	mg NH <sub>3</sub> -N/L	13,6	25,6	21,3	33,4	1,0	1,0	N.E.	N.E.	N.E.
Plata total	mg Ag/L	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500	0,05	0,05	N.E.	N.E.	N.E.
Plomo total	mg Pb/L	0,00128	0,00317	0,00670	0,00624	0,05	0,05	5	0,1	N.E.
Sólidos disueltos totales	mg/L	383	792	521	510	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Sólidos sedimentables	mL/L - h	0,2	0,5	0,3	0,3	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Sólidos suspendidos totales	mg/L	48	190	222	238	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Surfactantes	mg/L	0,710	3,02	5,21	3,80	0,5	0,5	N.E.	N.E.	N.E.
Turbiedad	UNT	54,8	51,5	79,6	84,5	N.E.	190 <sup>(+)</sup>	N.E.	N.E.	**



Parámetros	Unidades	Canal Cundinamarca a aguas arriba	Canal Cundinamarca a aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Art.3	Art.4	Art.5	Art.6	Art.10
		45556	45557	45558	45559					
Zinc total	mg Zn/L	<0,0300	<0,0300	0,0375	0,0393	15	15	2,0	25	N.E.
Arsénico <sup>(1)</sup>	mg As/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	0,1	0,2	N.E.
Nitrógeno total <sup>(2)</sup>	mg/L	24	42	84	86	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Selenio <sup>(1)</sup>	mg Se/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,01	0,02	N.E.	N.E.

N.E. No Específica

(+) 10 UJT es equivalente a 190 UNT

\* No se aceptará películas visibles de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional (Art3) y por desinfección (Art4) que puedan afectar la salud humana.

\*\*Como criterios adicionales de calidad para los usos de que trata el presente artículo, no deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética.

+El NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. El NMP de coliformes fecales no deberá exceder de 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior.

(1) Parámetro subcontratado con el laboratorio HIDROLAB acreditado por el IDEAM.

(2) Parámetro subcontratado por el laboratorio AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S. acreditado por el IDEAM.

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.8 Medición de caudales

La siguiente tabla indica los aforos realizados con micro molinete y molinete para la determinación del caudal en los cuerpos de agua correspondientes a los puntos muestreados. Cabe resaltar que, no fue posible realizar medición de caudal en los puntos de monitoreo denominados canal río Seco aguas arriba, canal río Seco aguas abajo, canal arzobispo aguas arriba y canal Arzobispo aguas abajo, debido a que la lámina de agua presente en el momento del monitoreo era inferior a la mínima requerida por el micro molinete.

Tabla 83 – Resultados aforos de caudal.

PUNTO	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	METODOLOGÍA
Río Bogotá Aguas Arriba	48,0507	Molinete
Río Bogotá Aguas Abajo	48,0400	Molinete
Canal Cundinamarca Aguas Arriba	0,4033	Micromolinete
Canal Cundinamarca Aguas Abajo	0,4202	Micromolinete
Canal Rio Fucha Aguas Arriba	0,6321	Micromolinete
Canal Rio Fucha Aguas Abajo	61,3952	Micromolinete
Canal Albina Aguas Arriba	31,3042	Micromolinete
Canal Albina Aguas Abajo	29,0149	Micromolinete

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

De acuerdo con los caudales calculados, se puede determinar que el punto “canal rio Fucha aguas abajo” reportó el mayor caudal con un valor equivalente a 61,3952 m<sup>3</sup>/s y el punto “canal Cundinamarca aguas arriba” reportó el menor caudal con un valor equivalente a 0,4033 m<sup>3</sup>/s.

#### 5.2.2.2.9 *Parámetros in situ*

##### 5.2.2.2.9.1 *Potencial de hidrogeno pH*

La Figura 168 indica el comportamiento del pH para los cuerpos de agua superficial (aguas arriba y aguas abajo), los cuales registraron concentraciones entre 5,46 unidades (canal río Arzobispo aguas arriba) y 8,35 unidades (canal Albina aguas abajo), evidenciando cumplimiento normativo para los puntos monitoreados frente a los límites permisibles establecidos en los Artículos 3, 4, 5 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015, con excepción del punto “canal río Arzobispo aguas arriba” el cual registro el valor de 5,46 unidades, siendo inferior al límite mínimo permisible establecido en el Artículo 4 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 (6,5 unidades). De acuerdo con la figura a continuación los resultados obtenidos, es posible clasificar el agua con un comportamiento entre fuertemente ácido y medianamente básico.

El Artículo 6 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 no establece valor de referencia para este parámetro.

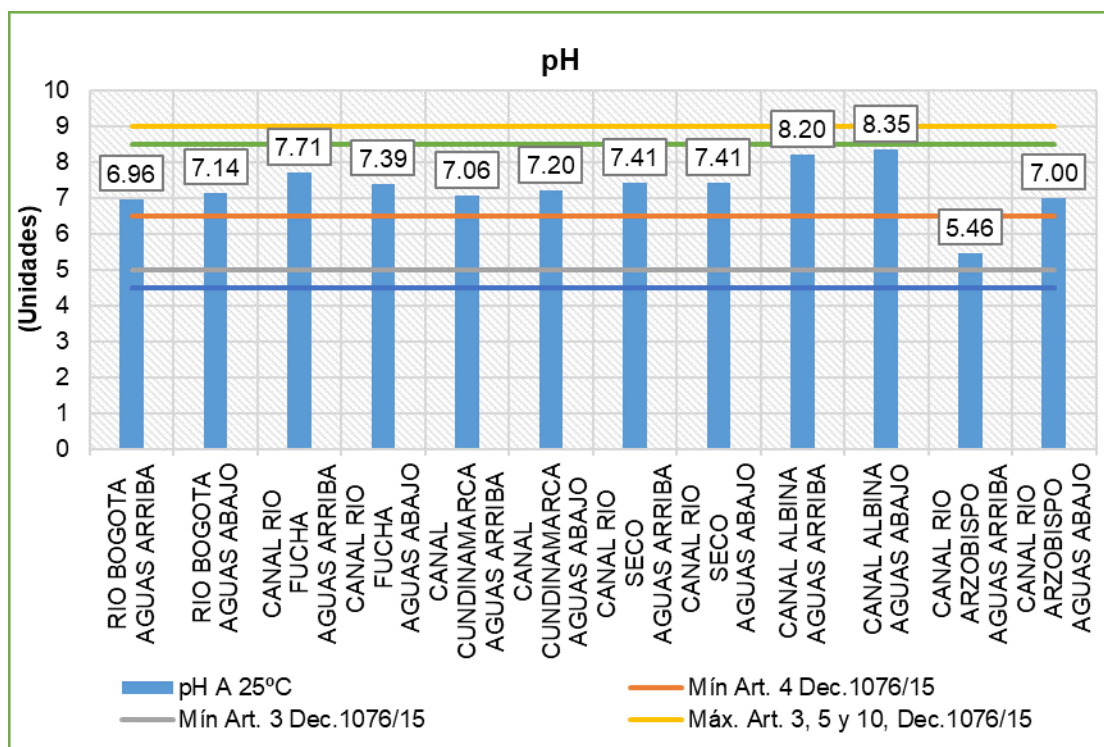


Figura 168 Comportamiento del pH

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.9.2 Conductividad eléctrica

Tal y como lo ilustra la Figura 169, para los puntos de monitoreo, se reportaron valores de este parámetro entre 75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (canal rio Fucha aguas abajo) y 1015  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (canal Albina aguas arriba). Según los resultados mencionados anteriormente, se evidencia un grado de mineralización entre muy débil y excesiva.

No se realiza juicio normativo para este parámetro, pues no existen límites permisibles establecidos en los Artículos 3, 4, 5, 6 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015. Sin embargo, según la conductividad de la mayoría de las aguas dulces naturales se encuentra entre los 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y los 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Behita & Barahona, 2010), por lo tanto, las concentraciones fuera de este rango se pueden considerar inadecuadas.

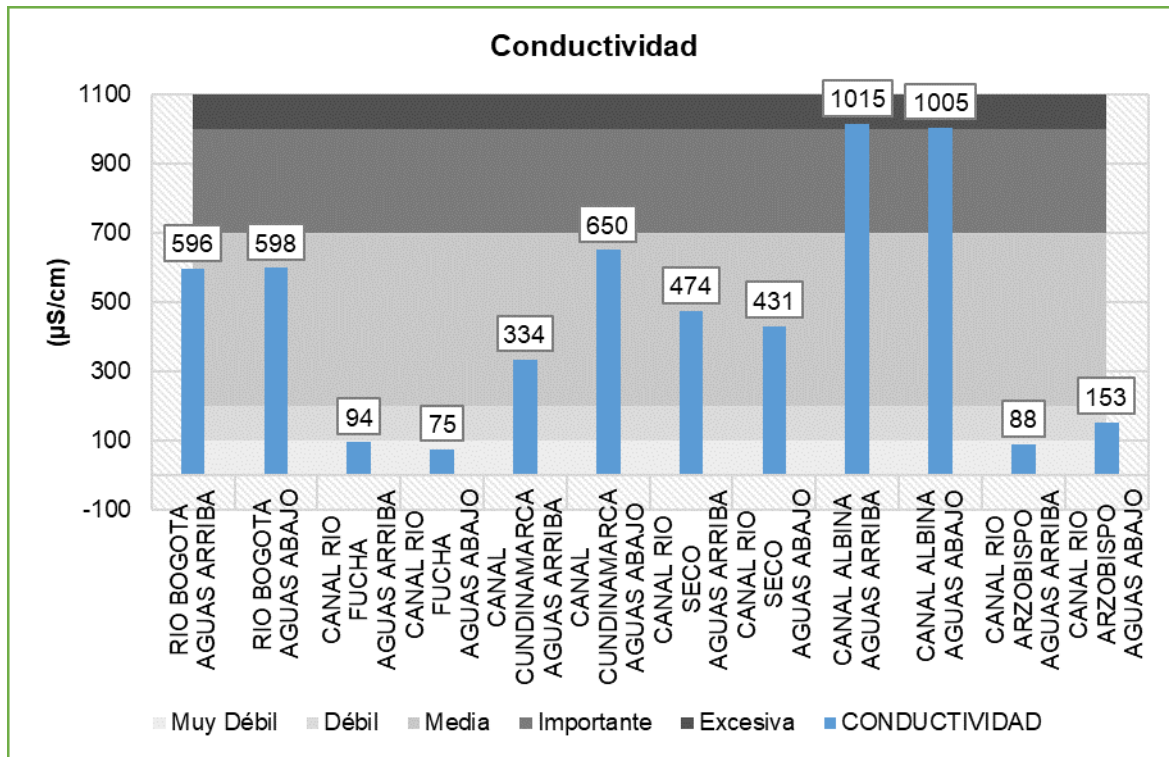


Figura 169 Comportamiento de la conductividad eléctrica

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

### 5.2.2.2.9.3 Temperatura

La Figura 170 presenta el comportamiento de la temperatura para los doce (12) puntos de monitoreo, en donde se evidencian valores entre 12,22°C (canal río Arzobispo aguas arriba) y 18,65°C (rio Bogotá aguas abajo). De acuerdo con lo anterior, los datos son acordes a la temperatura ambiente, por lo tanto, se puede inferir que no existe un impacto significativo de dicha temperatura sobre la velocidad de difusión del oxígeno en el agua y su velocidad de reacción.

Es importante mencionar que los Artículos 3, 4, 5, 6 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 no presentan valores máximos permisibles para este parámetro, por lo tanto, no es posible realizar comparación normativa.

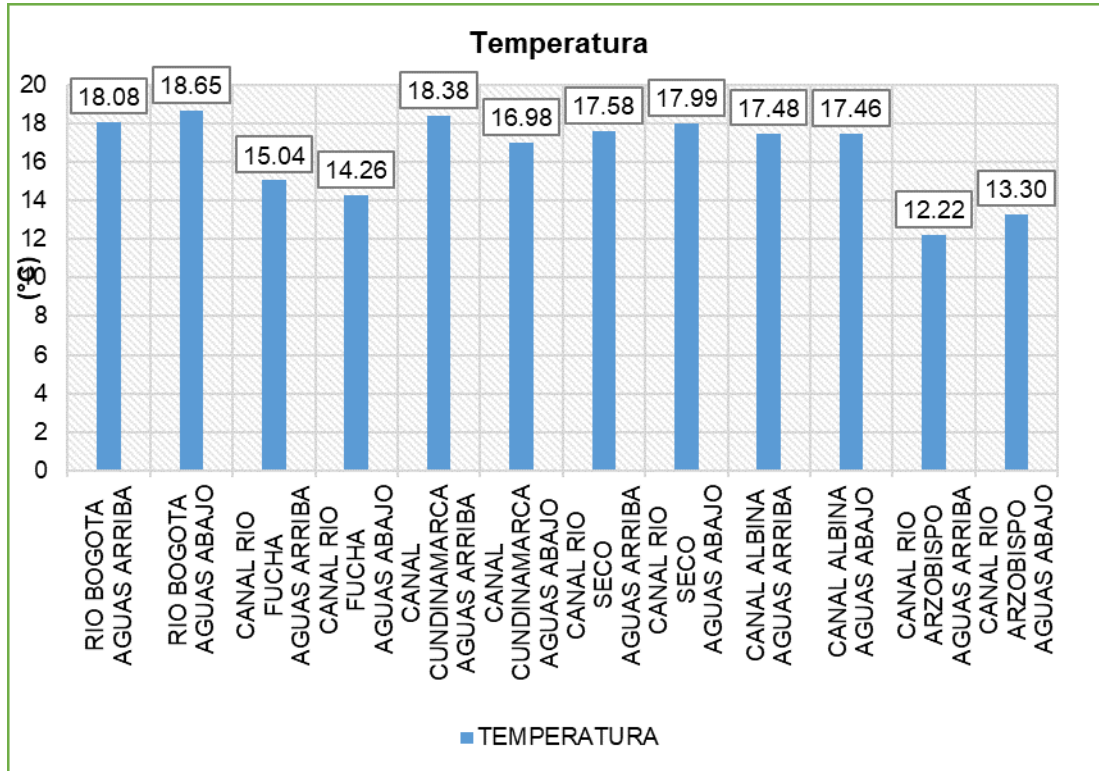


Figura 170 Comportamiento de la temperatura

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10 Análisis de parámetros fisicoquímicos

##### 5.2.2.2.10.1 Acidez

Se reportaron concentraciones entre inferior al límite de cuantificación del método utilizado en el laboratorio, es decir  $<9,99 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  (canal río Arzobispo aguas arriba) y  $170 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  (canal Albina aguas abajo), como se observa en la Figura 171. Los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015 no definen límites permisibles para este parámetro, por lo tanto, no es posible emitir juicio normativo.

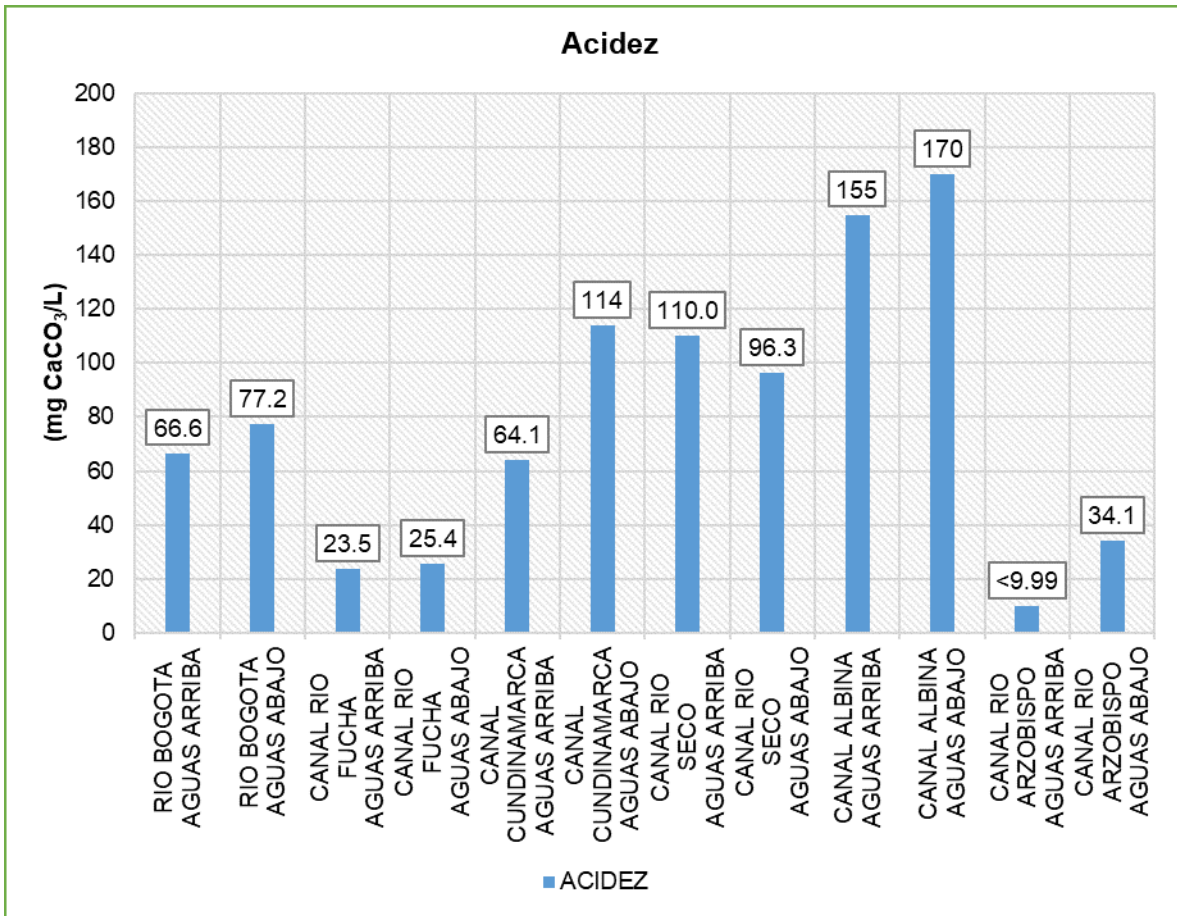


Figura 171 Comportamiento de la Acidez

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.2 Alcalinidad

En el presente estudio, para los puntos de monitoreo, se obtuvieron concentraciones entre 25,6 mg CaCO<sub>3</sub>/L (canal río arzobispo aguas arriba) y 493 mg CaCO<sub>3</sub>/L (canal Albina aguas abajo), tal y como lo indica la Figura 172. Teniendo en cuenta esto, es posible clasificar estos puntos de monitoreo con alcalinidad entre baja y alta. Los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015 no definen límites permisibles para este parámetro, por lo tanto, no es posible emitir juicio normativo.

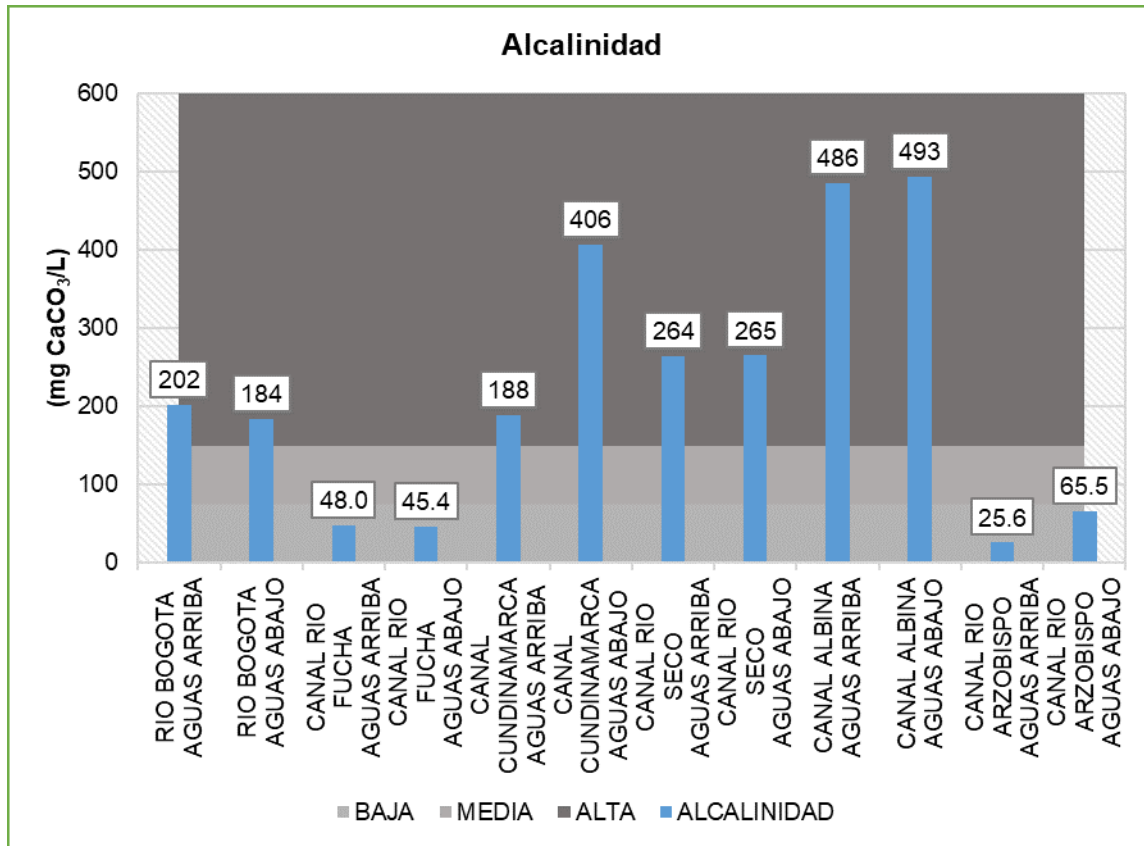


Figura 172 Comportamiento de la Alcalinidad

Fuente: Ambieniq Ingenieros S.A.S., 2022.

### 5.2.2.2.10.3 Color real

Las mediciones reportadas para la longitud de onda 436 nm (refleja un color amarillo) oscilan entre 0,6 m<sup>-1</sup> (canal río Arzobispo aguas arriba) y 9,3 m<sup>-1</sup> (canal Cundinamarca aguas abajo); para la longitud de onda 525 nm (refleja un color violeta) se reportó un valor entre 0,2 m<sup>-1</sup> (canal río Arzobispo aguas arriba) y 5,4 m<sup>-1</sup> (rio Bogotá aguas arriba y canal Cundinamarca aguas abajo), y finalmente, para la longitud de onda 620 nm (refleja un color azul) la medición reportada oscila entre inferior al límite de cuantificación del método utilizado en el laboratorio, es decir <0,1 m<sup>-1</sup> (canal río Arzobispo aguas arriba) y 4,5 m<sup>-1</sup> (canal Cundinamarca aguas abajo), como se observa en la Figura 173. De acuerdo con lo anterior, se evidencia una predominancia hacia una longitud de onda de 436nm, es decir las muestras de agua presentan una tendencia a reflejar color amarillo.

Los artículos objeto de estudio del Decreto 1076 de 2015 no establecen límites cuantitativos de referencia para este parámetro, sin embargo, el Artículo 2.2.3.3.9.10 especifica como criterios adicionales de calidad para los usos de que trata el presente artículo, que no deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética. Aunque los resultados evidencian tendencia de las muestras a

reflejar color amarillo, se debe realizar un análisis detallado para confirmar si se interfiere con la actividad fotosintética, por ende, no se emite juicio normativo.

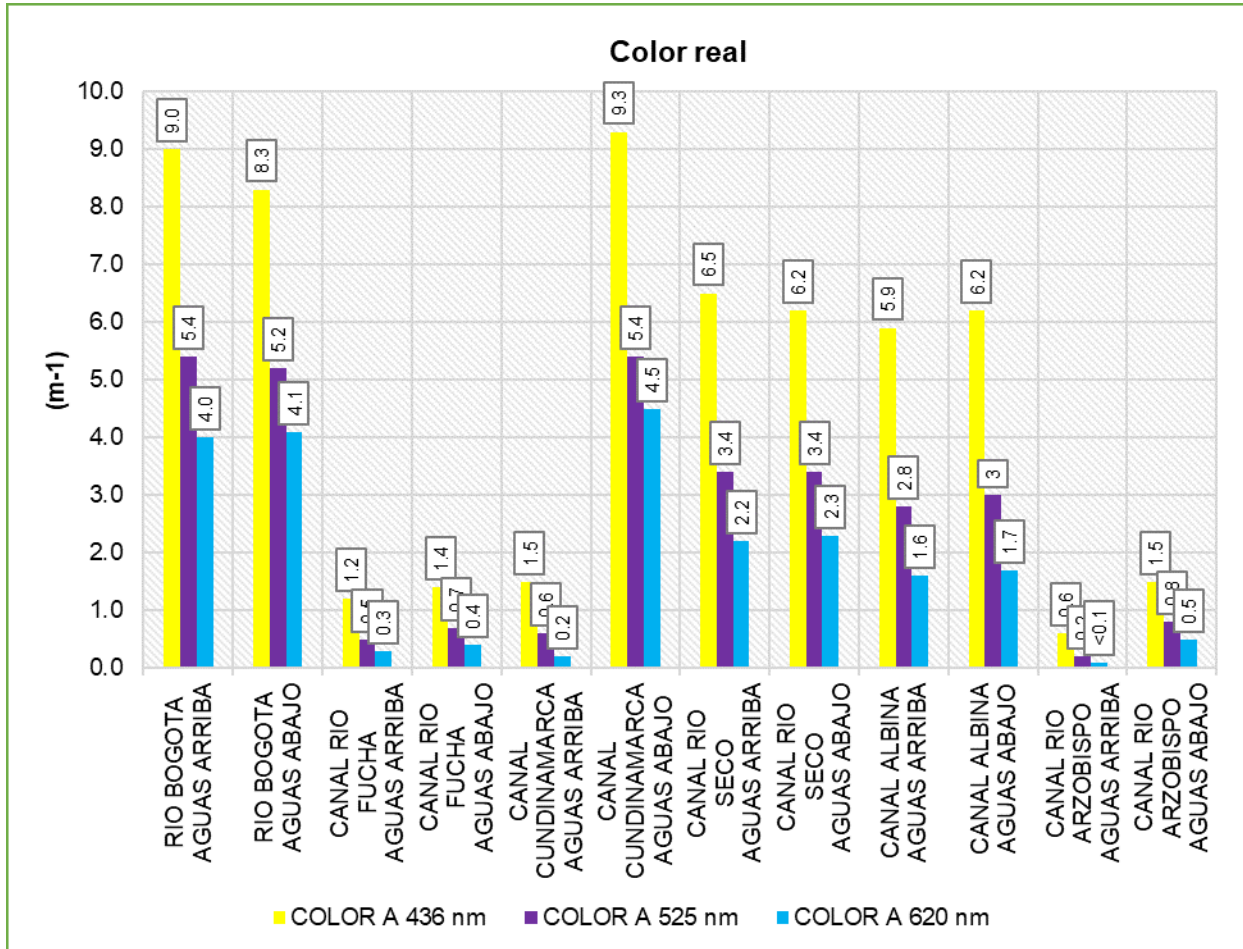


Figura 173 Comportamiento del Color Real

Fuente: Ambienziq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.4 DBO<sub>5</sub> y DQO

En cuanto al comportamiento de la DBO<sub>5</sub> presente en los puntos de monitoreo, fueron reportados valores entre 15,6 mg O<sub>2</sub>/L (canal río Arzobispo aguas arriba) y 330 mg O<sub>2</sub>/L (canal Albina aguas abajo). Con respecto a la DQO, se reportaron concentraciones entre 48,3 mg O<sub>2</sub>/L (canal río Arzobispo aguas arriba) y 1003 mg O<sub>2</sub>/L (canal Albina aguas abajo) (ver Figura 174).

Con respecto a los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015, no se realiza juicio normativo pues no existen límites definidos para estos parámetros.



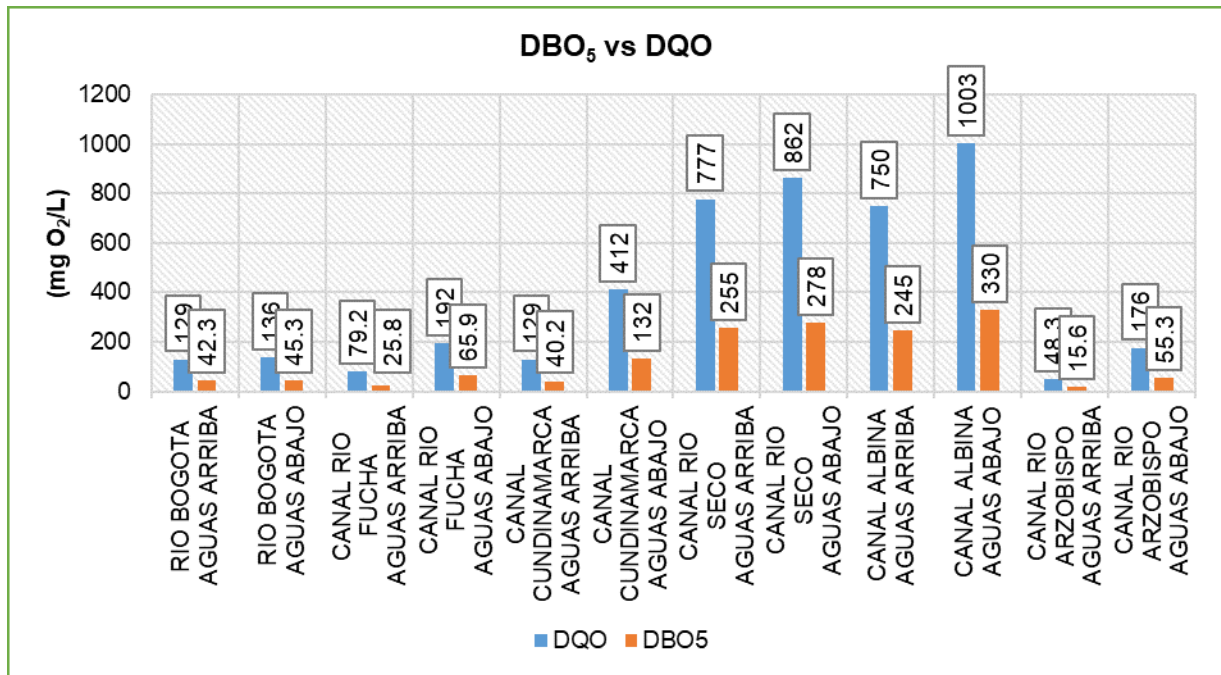


Figura 174 Comportamiento de la DBO<sub>5</sub> vs DQO

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.4.1 Dureza total

Para los puntos monitoreados, se reportaron concentraciones de dureza total entre inferiores al límite de cuantificación del método de laboratorio, es decir <5,00 mg CaCO<sub>3</sub>/L en cuatro (4) de los doce (12) puntos y 126 mg CaCO<sub>3</sub>/L (canal Cundinamarca aguas arriba). Por otro lado, se registraron concentraciones de dureza cálcica entre inferiores al límite de cuantificación del método de laboratorio, es decir <12 mg CaCO<sub>3</sub>/L en seis (6) de los doce (12) puntos y 103 mg CaCO<sub>3</sub>/L (canal Cundinamarca aguas arriba). Según la Figura 175, las muestras de agua objeto de muestreo se clasifican como aguas entre blandas y moderadamente duras.

En cuanto a los Artículos 3, 4, 5, 6 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015, no se establecen valores de referencia para estos parámetros por lo tanto no se emite juicio normativo.

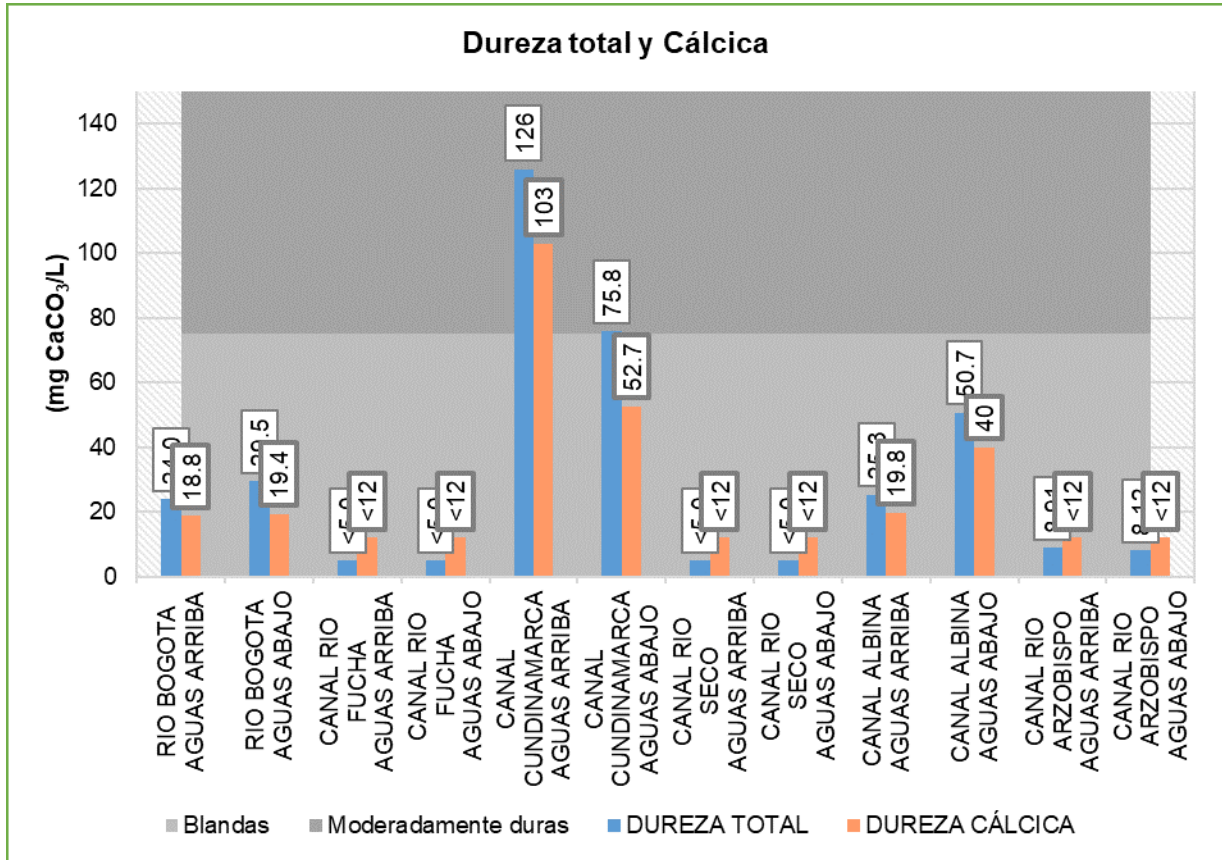


Figura 175 Comportamiento de la dureza total y cálcica

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.5 Fenoles

Los resultados obtenidos para este parámetro oscilan entre 0,052 mg/L (canal Cundinamarca aguas abajo) y 0,161 mg/L (canal Albina aguas arriba), como se evidencia en la Figura 176. Cabe mencionar que los Artículos 3, 4, 5, 6 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 no establecen límites máximos permisibles para este parámetro, sin embargo, se realiza el respectivo análisis y reporte.

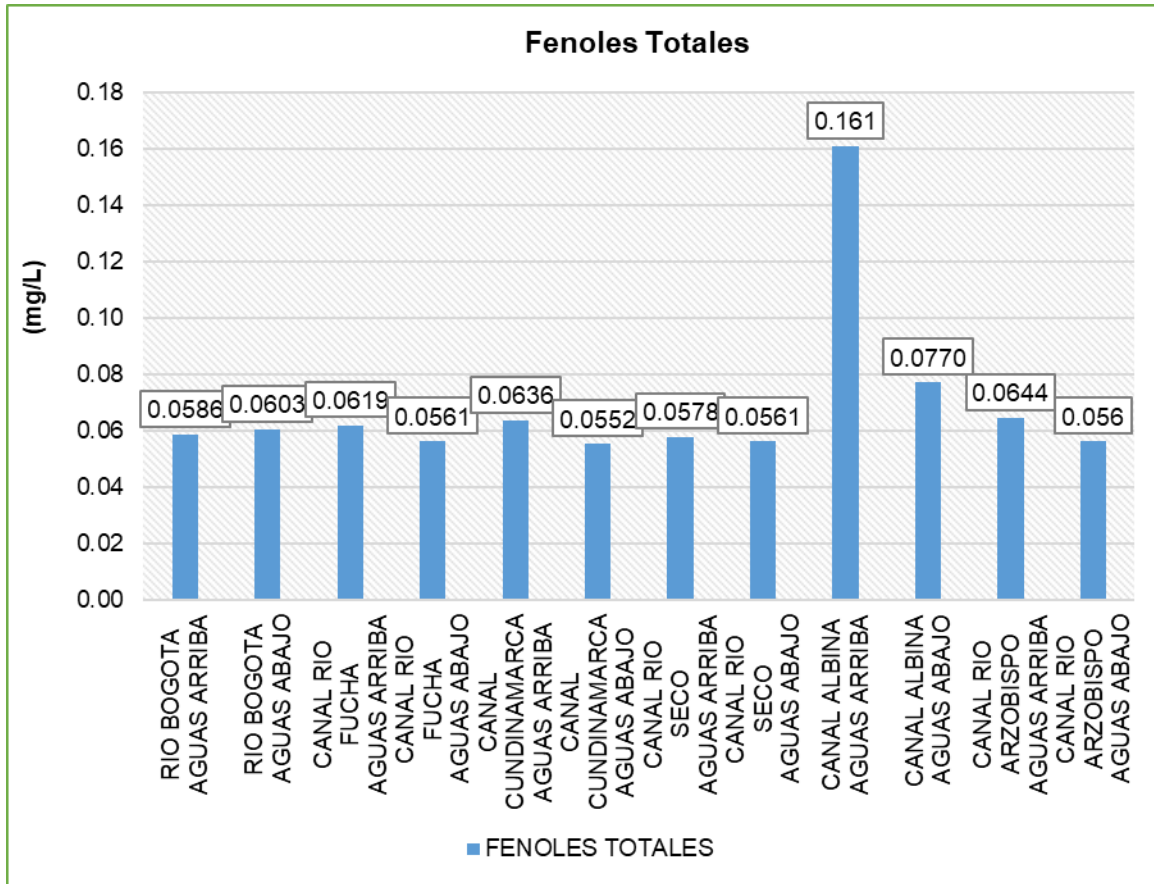


Figura 176 Comportamiento de los fenoles

Fuente: Ambieniq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.6 Fosforo total

En el presente estudio, para los puntos de monitoreo, se reportaron concentraciones de fósforo total entre 0,207 mg P/L (canal río Arzobispo aguas arriba) y 5,38 mg P/L (canal Albina aguas arriba) (ver Figura 177). Cabe mencionar que, la norma no establece un límite máximo permisible para este parámetro.

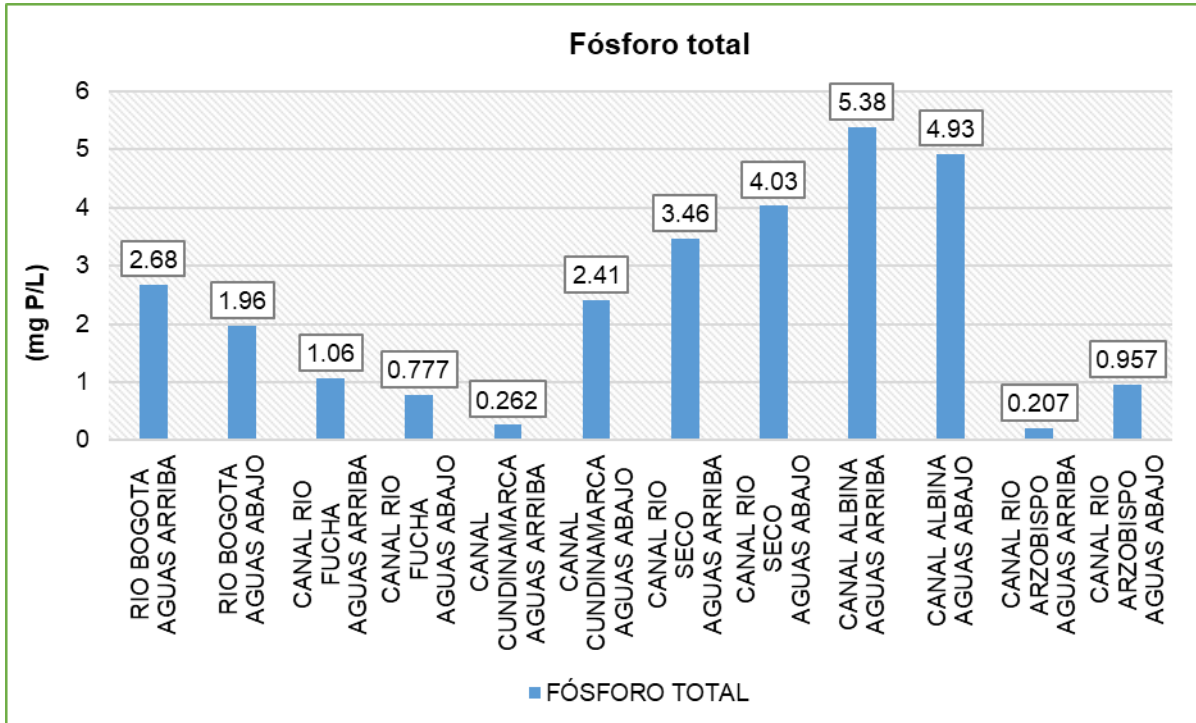


Figura 177 Comportamiento fósforo total

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.7 Grasas y aceites

En el presente estudio, para los puntos de monitoreo, se reportaron concentraciones de grasas y aceites entre indetectables por la respectiva técnica analítica empleada en el laboratorio para su determinación, es decir <0,900 mg aceites y grasas/L en tres (3) de los doce (12) puntos y 14,2 mg aceites y grasas/L (rio Bogotá aguas arriba), como se observa en la Figura 178.

Los artículos objeto de estudio del Decreto 1076 de 2015 no establecen un límite máximo permisible para este parámetro, sin embargo, los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 especifican que no se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional y desinfección respectivamente, que puedan afectar la salud humana. Por lo anterior y de acuerdo con los resultados reportados, no es posible emitir un juicio normativo debido a que la apreciación establecida en la norma es de tipo cualitativo, no obstante, debido a que se reportan valores cuantificables en la mayoría de los puntos monitoreados, se presume una alteración fisicoquímica que no sea aceptable, la cual se debe analizar en más detalle.

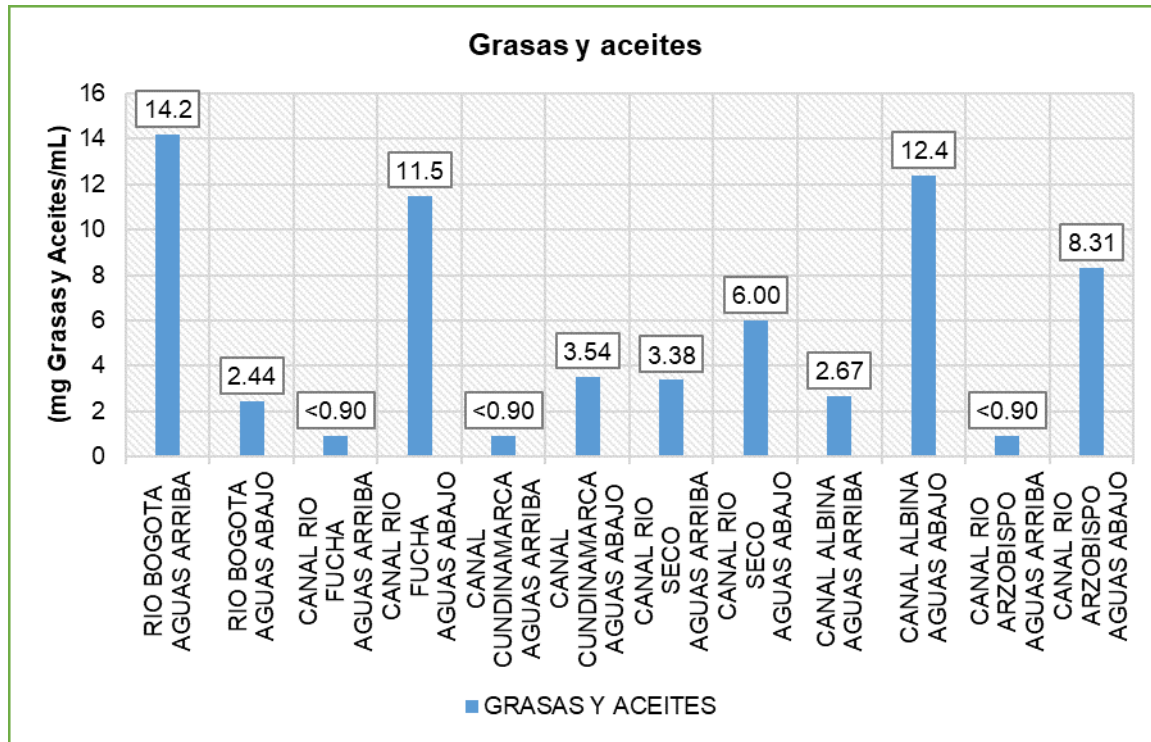


Figura 178 Comportamiento de las Grasas y aceites

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.8 Nitrógeno total y nitrógeno amoniacal

Para el nitrógeno amoniacal en los puntos de monitoreo se reportó concentraciones entre 2,28 mg NH<sub>3</sub>-N/L (canal rio Arzobispo aguas arriba) y 63,9 mg NH<sub>3</sub>-N/L (canal Albina aguas arriba) (ver Figura 179). Con base en los resultados obtenidos, se evidencia incumplimiento normativo frente a los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 para este parámetro (1 mg NH<sub>3</sub>-N/L), en la totalidad de los puntos de monitoreo. Los Artículos 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no establecen valores de referencia para este parámetro.

Con respecto al parámetro nitrógeno total se reportó concentraciones entre 20 mg N/L (canal rio Fucha aguas arriba) y >100 mg N/L en cinco (5) puntos monitoreados (ver Figura 180). Cabe resaltar, que en los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015 no se especifican valores máximos permisibles para este parámetro, por lo tanto, no se emite juicio normativo.

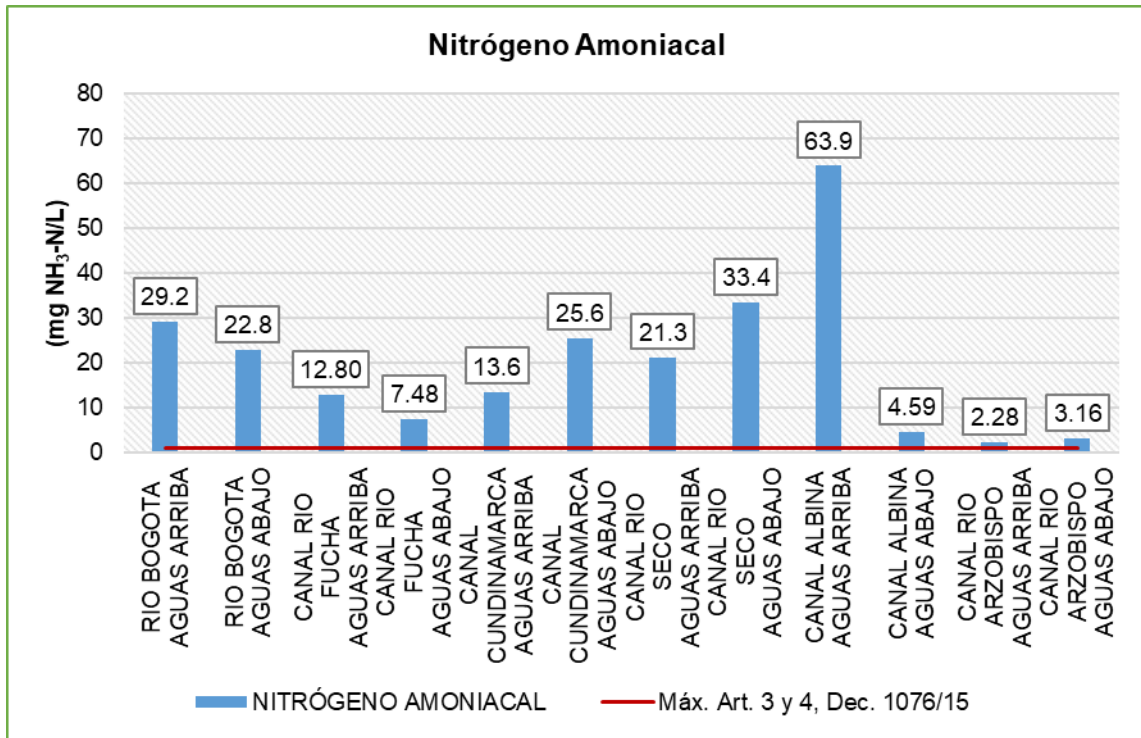


Figura 179 Comportamiento del Nitrógeno Amoniacal

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

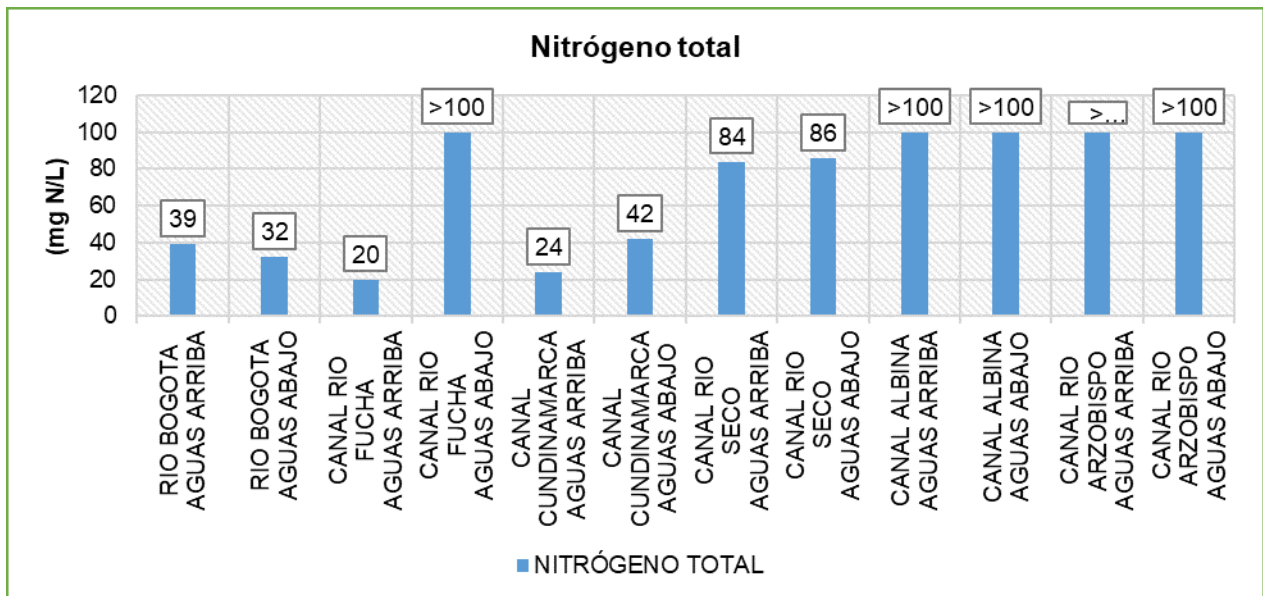


Figura 180 Comportamiento del Nitrógeno Total

Fuente: Ambienq Ingenieros S.A.S., 2022.

### 5.2.2.2.10.9 Hidrocarburos

Los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en los puntos de monitoreo reportaron concentraciones entre indetectables por la respectiva técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación, es decir <0,900 mg Aceites y Grasas/L en cinco (5) de los doce (12) puntos y 5,68 mg Aceites y Grasas/L (canal Albina aguas abajo) (ver Figura 181). Cabe resaltar, que en los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015 no se especifican valores máximos permisibles para este parámetro, por lo tanto, no se emite juicio normativo.

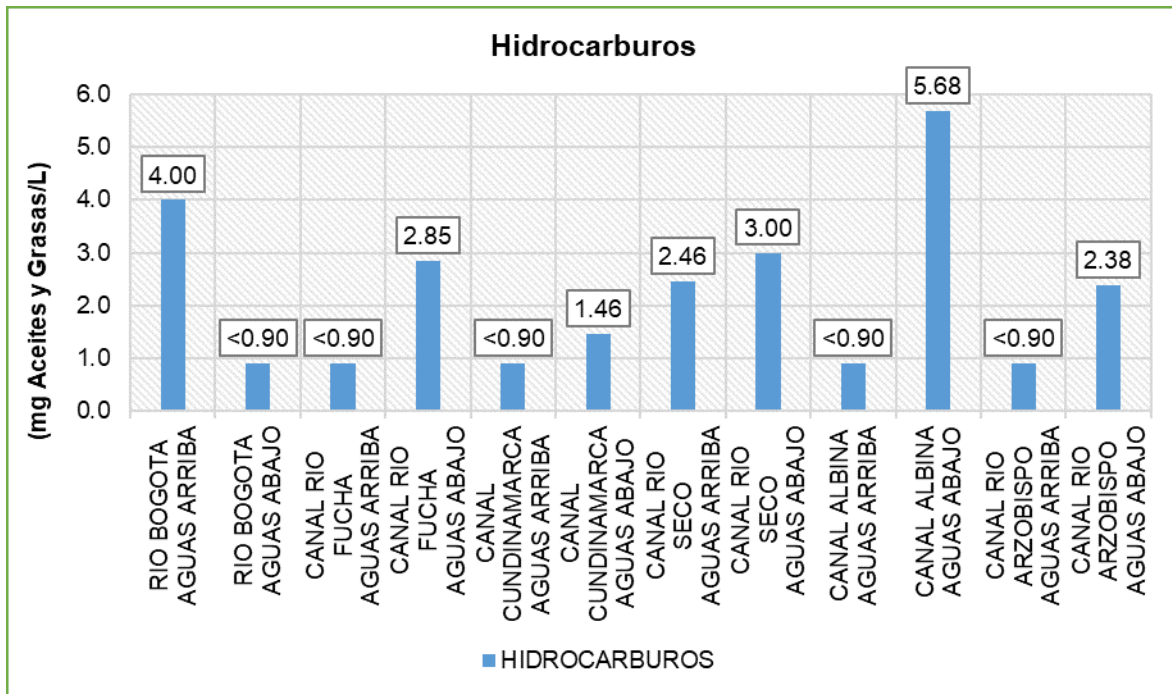


Figura 181 Comportamiento del Nitrógeno Total

Fuente: Ambieniq Ingenieros S.A.S., 2022.

### 5.2.2.2.10.10 Sólidos

En el presente monitoreo, los sólidos disueltos totales registraron concentraciones con valores comprendidos entre 50 mg/L (canal río Arzobispo aguas arriba) y 792 mg/L (canal Cundinamarca aguas abajo). En cuanto a los sólidos suspendidos totales, se registraron concentraciones entre 11 mg/L (canal río Arzobispo aguas arriba) y 386 mg/L (canal Albina aguas arriba). En la Figura 182Figura 183 ,se indica el comportamiento de los sólidos disueltos y sólidos suspendidos, donde en la mayoría de los casos, hay predominancia de las concentraciones de sólidos disueltos sobre los suspendidos. Cabe destacar que, no se realiza juicio normativo para estos parámetros, dado que no existen límites máximos permisibles definidos en los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015.

Por otro lado, los sólidos sedimentables son partículas que son capaces de depositarse por acción de la gravedad a niveles progresivos de acuerdo con sus diferentes tipos de densidades. Los análisis de sólidos son importantes en los análisis de calidad de agua puesto que sirven de indicador en tratamientos biológicos y físicos de aguas residuales y sirven de factor regulatorio en procesos normativos frente a la disposición de sustancias de carácter industrial (Ramos, 2003).

En el presente estudio se reportaron concentraciones de sólidos sedimentables entre inferiores al límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio (<0,1 mL/L-h) en cinco (5) de los puntos de monitoreo y 2 mL/L-h (canal río Arzobispo aguas abajo) (ver Figura 207). Este parámetro tampoco cuenta con la definición de límites máximos permisibles dentro de los artículos evaluados del Decreto 1076 de 2015, por ende, no se realiza juicio normativo.

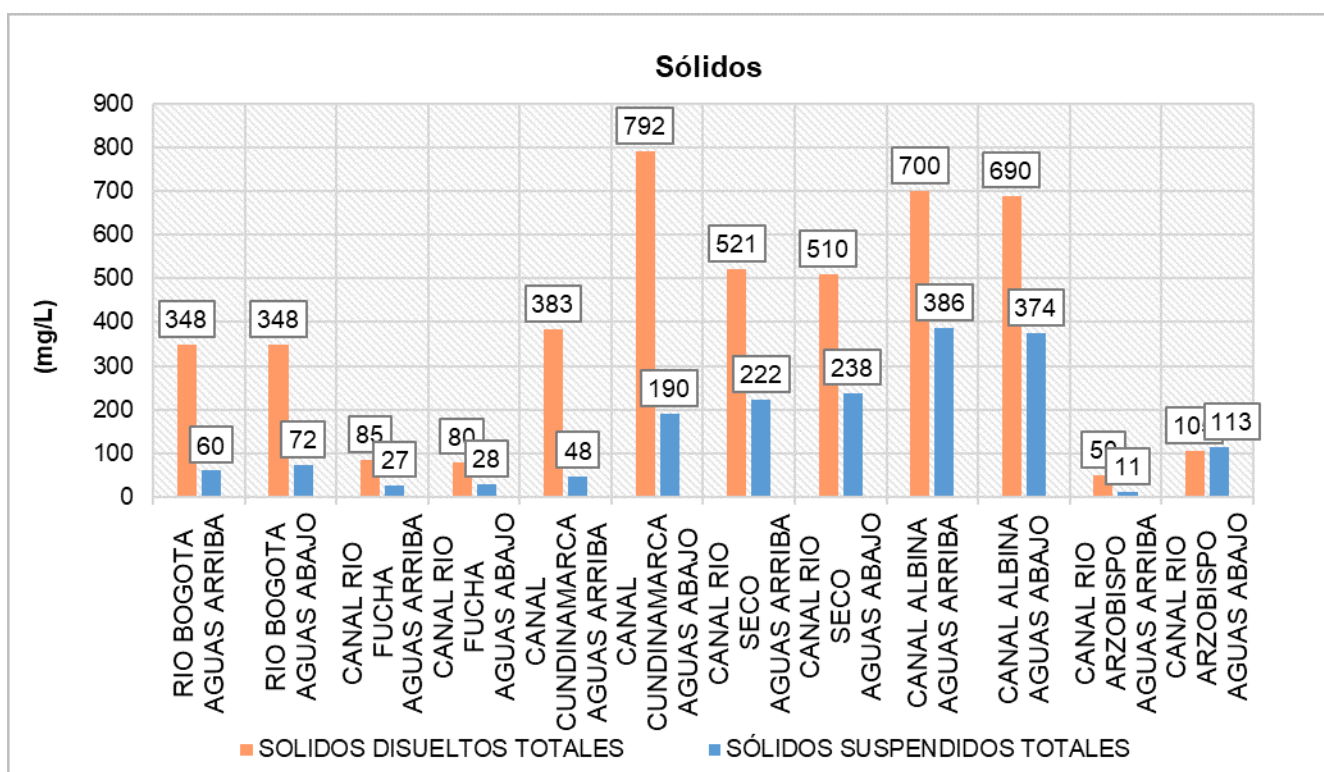


Figura 182 Comportamiento Sólidos disueltos y suspendidos totales

Fuente: Ambieniq Ingenieros S.A.S., 2022.



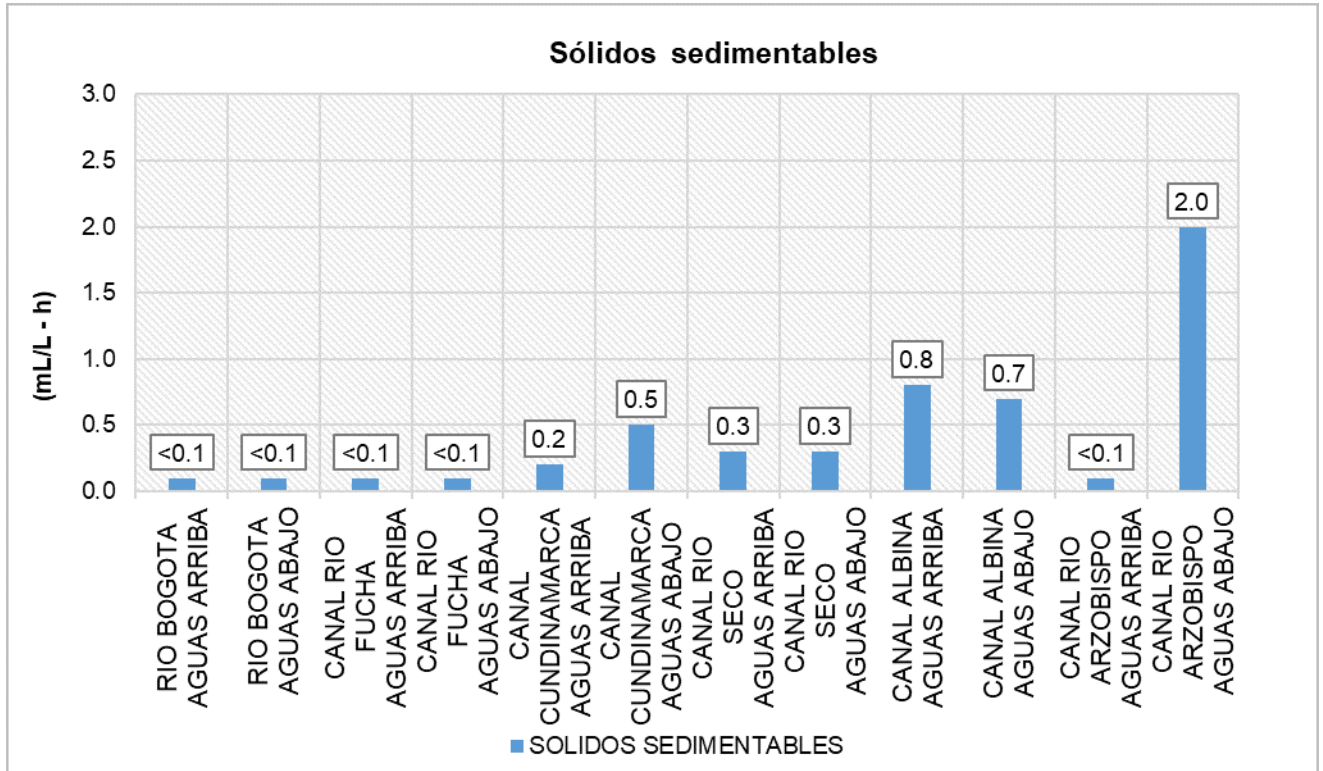


Figura 183 Comportamiento Sólidos disueltos y suspendidos totales

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.11 *Surfactantes*

Este tipo de sustancias químicas presentan características tensoactivas o surfactantes, el mayor impacto de estos compuestos se genera luego de su vida útil (post consumo), puesto que, son ampliamente utilizados para actividades de limpieza doméstica e industrial (Nemerow & Dasgupta, 1998). El mayor impacto generado por los tensoactivos es el aumento de fosforo, procedente de tripolifosfato, generando así un aumento de nutrientes en el agua, es decir, eutrofización; también se puede dar un aumento de cloro debido a la presencia de sustancias organocloradas. Por otro lado, la presencia de detergentes podría impedir la mezcla de oxígeno entre la atmosfera y el agua, afectando así a la hidro biota (Peraza & Delgado, 2012).

En los puntos de monitoreo se reportaron valores que se encuentran entre 0,397 mg/L (canal río Arzobispo aguas arriba) y 5,21 mg/L (canal Río Seco aguas arriba), evidenciando incumplimiento normativo de acuerdo con el límite máximo permisible establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (0,5mg/L) en todos los puntos monitoreados con excepción del punto "canal río Arzobispo aguas arriba" el cual presenta concentración inferior al límite máximo mencionado, es decir presenta cumplimiento normativo ( Figura 184) . Cabe resaltar que los Artículos 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6 y 2.2.3.3.9.10 no establecen un límite máximo permisible para este parámetro

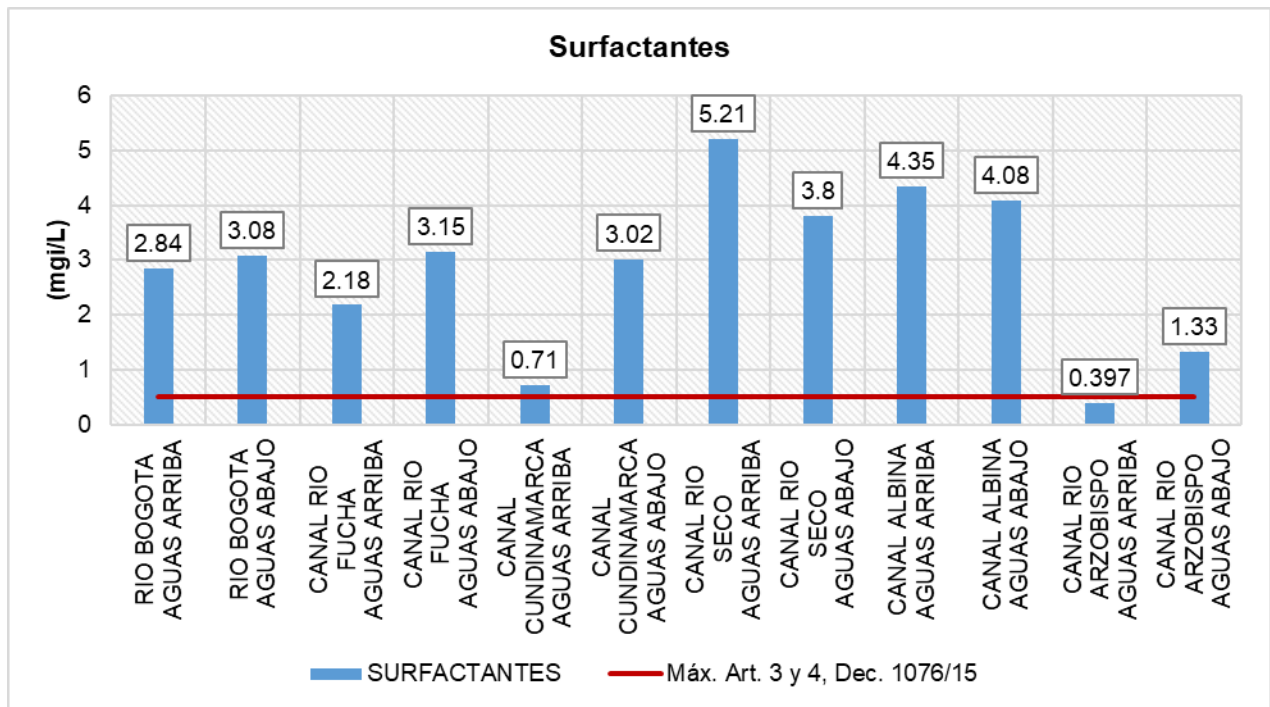


Figura 184 Comportamiento de surfactantes

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.12 Turbiedad

La turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico generado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que atraviesan una muestra de agua, la turbiedad en el agua es ocasionada por una gran variedad de materiales suspendidos de diferentes tamaños que pueden estar asociados a materiales de carácter orgánico o no (Romero J. A., 2009).

En el presente estudio, para los puntos monitoreados, se registraron valores de turbiedad entre 1,96 UNT (canal río Arzobispo aguas arriba) y 112 UNT (canal Albina aguas abajo) (ver Figura 185). Es importante mencionar que los doce (12) puntos de monitoreo reflejan cumplimiento frente a lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 (190 UNT).

Los demás artículos objeto de estudio del Decreto 1076 de 2015 no establecen límites cuantitativos de referencia para este parámetro, sin embargo, el Artículo 2.2.3.3.9.10 especifica como criterios adicionales de calidad para los usos de que trata el presente artículo, que no deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética. Por lo anterior y de acuerdo con los resultados cuantificables reportados para turbiedad, se debe realizar un análisis detallado para confirmar si se interfiere con la actividad fotosintética, por ende, no se emite juicio normativo.

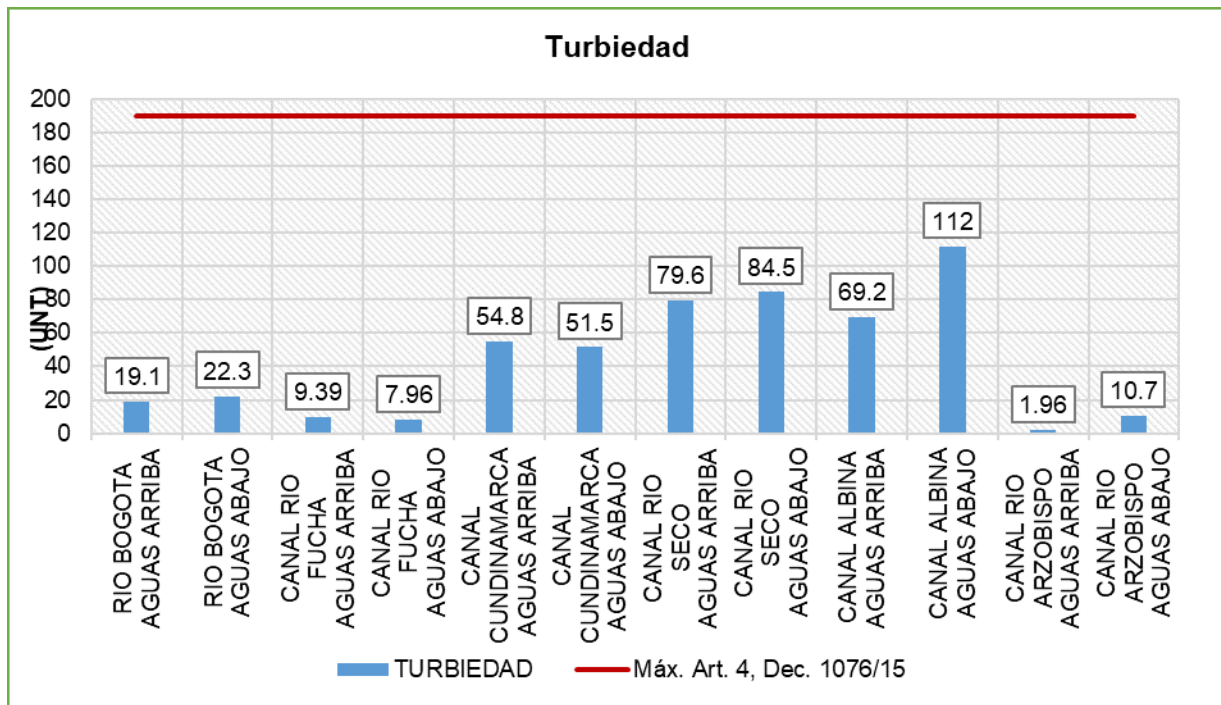


Figura 185 Comportamiento Turbiedad

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.13 Metales

Como constituyentes importantes de muchas aguas podemos encontrar un número importante de metales pesados, aunque su cuantificación sea a niveles de traza (concentraciones bajas). Cualquier catión que tenga un peso atómico superior a 23 se considera un metal pesado; así que, las aguas superficiales contienen gran número de metales pesados diferentes y el incremento en la concentración de estos en las fuentes hídricas procede de las diversas actividades antropogénicas, lo cual genera alteraciones en el agua debido a su persistencia, bioacumulación y su toxicidad incluso a bajas concentraciones, elevando los efectos potencialmente nocivos sobre los diferentes sistemas ecológicos que son el soporte de la vida humana, lo cual acarrea serios problemas a nivel ambiental, económico y social.

Para el presente estudio, se analizaron concentraciones de diez (10) metales correspondientes a: bario total, cadmio total, cobre total, mercurio total, níquel total, plata total, plomo total, zinc total, arsénico y selenio, reportando, para los parámetros cadmio total, mercurio total, plata total, arsénico y selenio concentraciones indetectables por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación, por otro lado, los metales restantes, registraron valores detectables para los cuales a continuación se realiza el respectivo análisis.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidenció cumplimiento normativo para todos los metales analizados, lo que significa que estas concentraciones son tan bajas que no afectan de forma negativa la calidad fisicoquímica del agua analizada.

#### 5.2.2.2.10.14 *Bario total*

Para el parámetro bario total se reportaron concentraciones indetectables por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,00500 mg Ba/L) en diez (10) de los puntos monitoreados. Para los dos (2) puntos restantes se registraron concentraciones de 0,010 mg Ba/L (canal Cundinamarca aguas abajo y canal Río Seco aguas arriba), como se presenta en la Figura 186.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia cumplimiento normativo frente a los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 para este parámetro (1 mg Ba/L), en la totalidad de los puntos de monitoreo. Los Artículos 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6 y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no establecen valores de referencia para este parámetro.

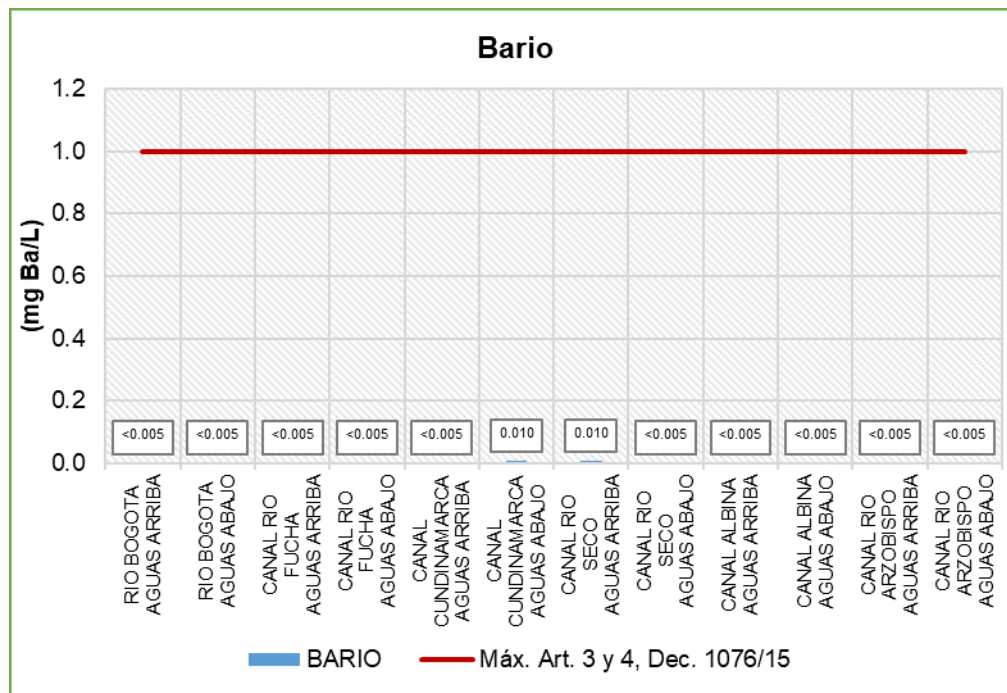


Figura 186 Comportamiento del Bario

Fuente: Ambienziq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.15 *Cobre total*

Para el parámetro cobre total se reportaron concentraciones entre indetectables por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,100 mg Cu/L) en ocho (8) de los doce (12) puntos monitoreados y 0,132 mg Cu/L (canal Río Seco aguas arriba), como se presenta en la Figura 187.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia cumplimiento normativo frente a los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 para este parámetro, en la totalidad de los puntos de monitoreo. El Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no establece valor de referencia para este parámetro.

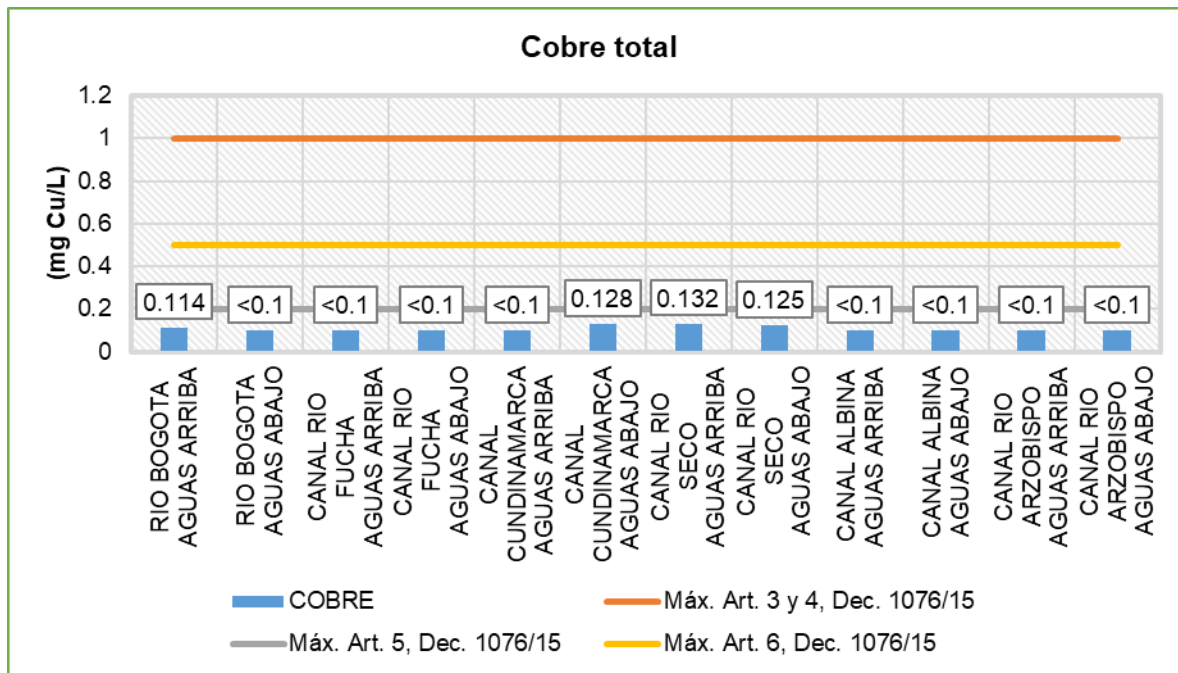


Figura 187 Comportamiento Cobre Total

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.16 Níquel total

Para el parámetro níquel total se reportaron concentraciones entre 0,0105 mg Ni/L (canal Albina aguas abajo) y 0,0985 mg Ni/L (Canal río Arzobispo aguas abajo), como se presenta en la Figura 188.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia cumplimiento normativo frente al límite máximo permisible establecido en el Artículo 5 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 (0,2 mg Ni/L) para este parámetro, en la totalidad de los puntos de monitoreo. Los Artículos 3, 4, 6 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 no establecen valor de referencia para este parámetro.

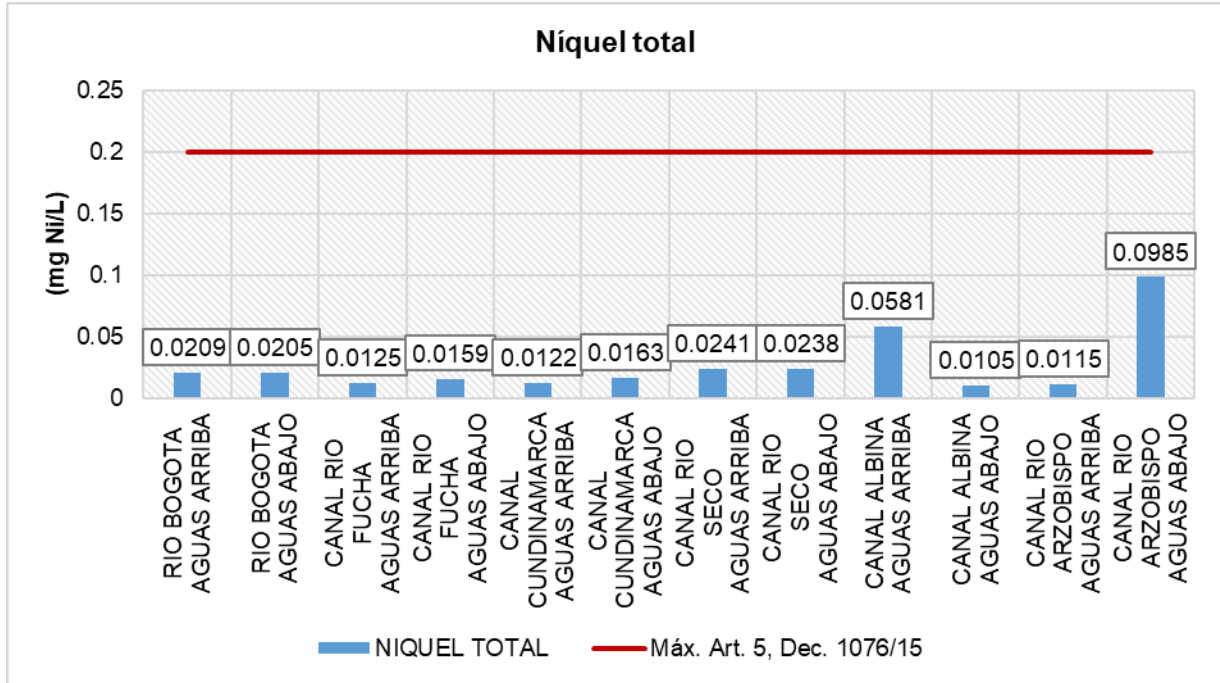


Figura 188 Comportamiento del Níquel Total

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.17 Plomo total

Para el parámetro plomo total se reportaron concentraciones entre 0,00128 mg Pb/L (canal Cundinamarca aguas arriba) y 0,0067 mg Pb/L (canal río Seco aguas arriba), como se presenta en la Figura 189.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia cumplimiento normativo frente a los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 para este parámetro, en la totalidad de los puntos de monitoreo. El Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no establece valor de referencia para este parámetro.

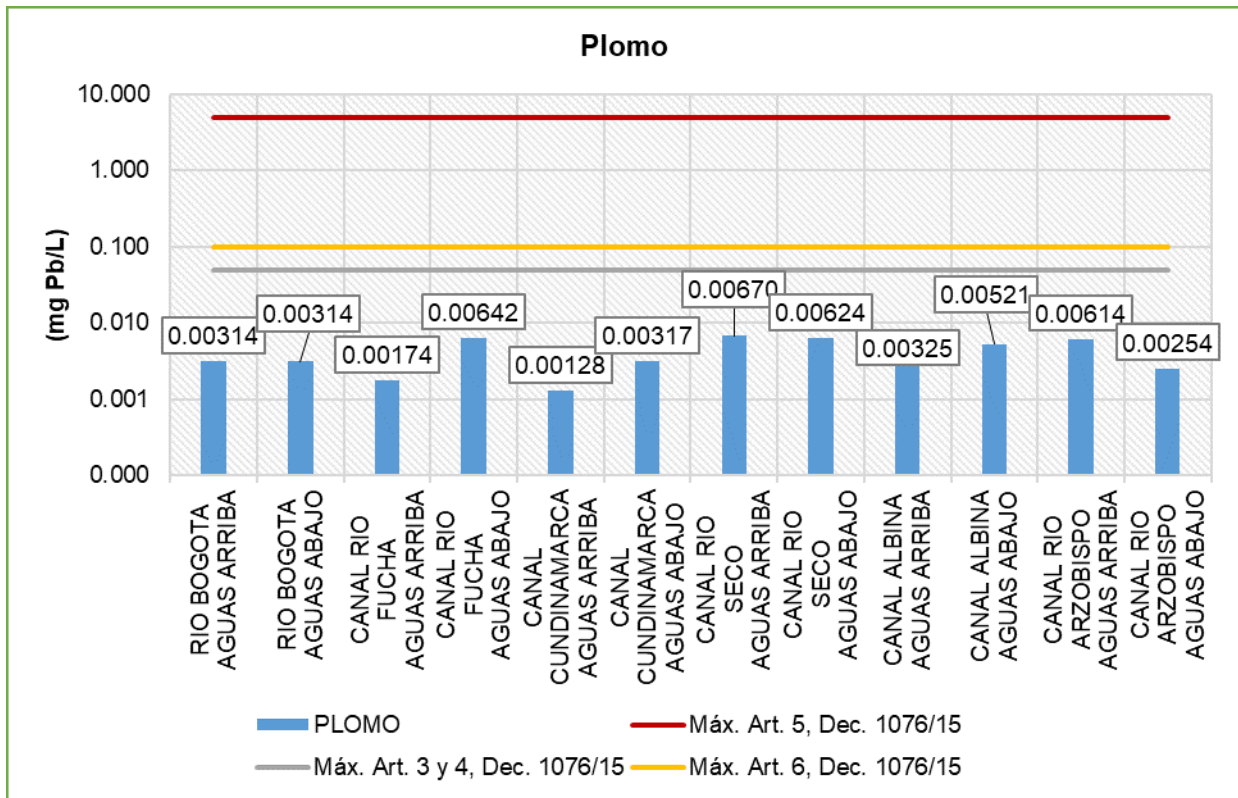


Figura 189 Comportamiento del Plomo

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.10.18 Zinc total

Para el parámetro zinc total se reportaron concentraciones indetectables por la técnica analítica empleada en laboratorio para su determinación (<0,0300 mg Zn/L) en diez (10) de los puntos monitoreados. Para los dos (2) puntos restantes se reportaron concentraciones de 0,0375 mg Zn/L (canal Río Seco aguas arriba) y de 0,0393 mg Zn/L (canal río Seco aguas abajo), como se presenta en la Figura 190.

Con base en los resultados obtenidos, se evidencia cumplimiento normativo frente a los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 para este parámetro, en la totalidad de los puntos de monitoreo. El Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 no establece valor de referencia para este parámetro.

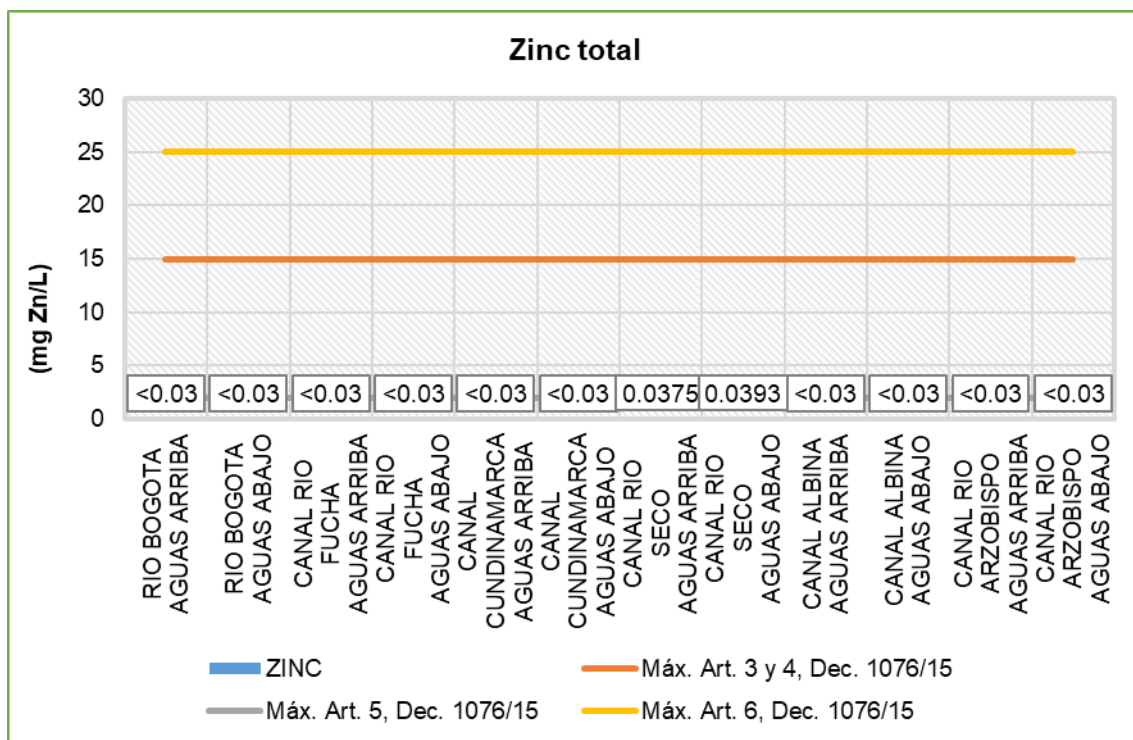


Figura 190 Comportamiento del Zinc Total

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.11 Análisis de parámetros microbiológicos

##### 5.2.2.2.11.1 Coliformes termo tolerantes

Los coliformes termo tolerantes son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44,5 °C y constituyen aproximadamente el 10% de los microorganismos intestinales. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Debido a la pérdida de su capacidad de formar colonias con el tiempo en el medio acuático, éstas son indicadoras de contaminación reciente de origen fecal (Pulido, Navia, Torres, & Prieto, 2005).

En el presente monitoreo se registraron concentraciones de coliformes termo tolerantes o fecales entre 4620 NMP/100 mL (canal río Arzobispo aguas arriba) y 37840000 NMP/100 mL (canal Cundinamarca aguas abajo), cuya presencia puede asociarse al contenido de materia orgánica en los cuerpos hídricos (ver Figura 191).

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015, se evidencia incumplimiento normativo en los doce (12) puntos de monitoreo. Cabe mencionar que los Artículos 4, 6 y 10 de la sección.



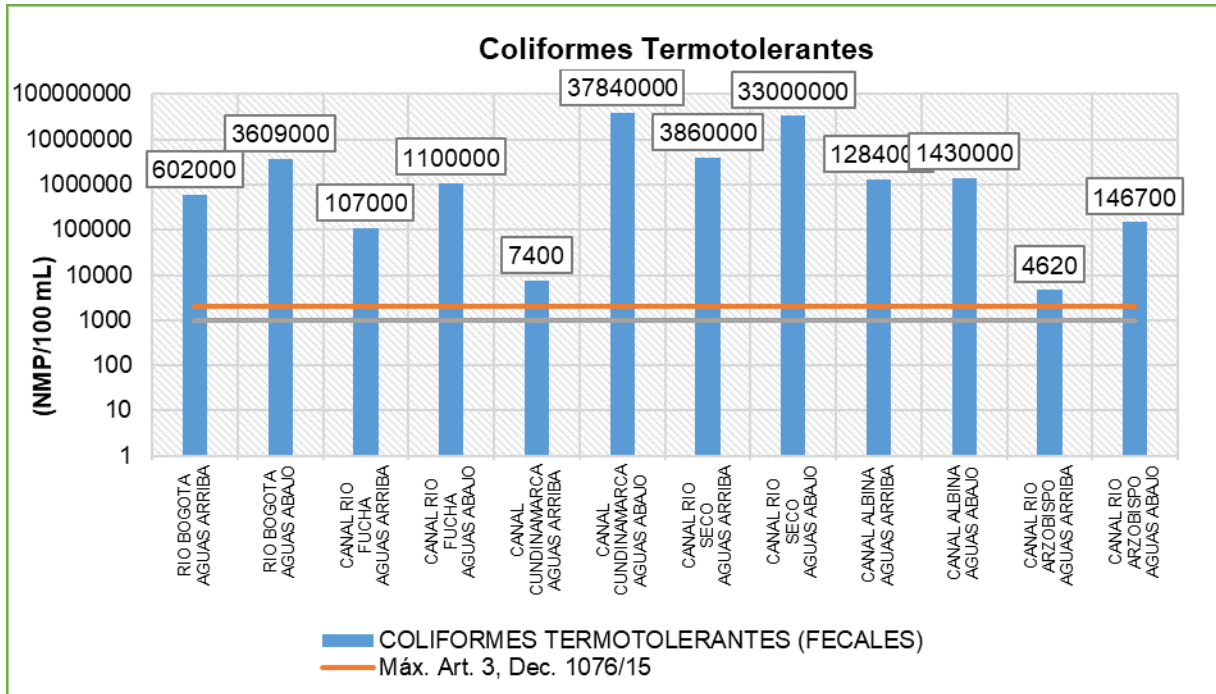


Figura 191 Comportamiento de los Coliformes termotolerantes.

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.11.2 Coliformes totales

El grupo de microorganismos de coliformes totales son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal de los animales de sangre caliente, incluidos los seres humanos, siendo un indicador adecuado de contaminación bacteriana debido a que estos están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan como los patógenos en los sistemas de desinfección (Pulido, Navia, Torres, & Prieto, 2005).

La Figura 192 presenta el comportamiento de los coliformes totales, en donde se refleja valores entre 10390 NMP/100 mL (canal río Arzobispo aguas arriba) y 96090000 NMP/100 mL (canal Cundinamarca aguas abajo). A partir de los resultados obtenidos se evidencia incumplimiento normativo en todos los puntos de monitoreo frente al límite máximo establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.3 (20000 NMP/100 mL), Artículo 2.2.3.3.9.4 (1000 NMP/100 mL) y Artículo 2.2.3.3.9.5 (5000 NMP/100 mL) del Decreto 1076 de 2015, con excepción del punto “canal río Arzobispo aguas arriba” el cual incumple el Artículo 4 y 5 y presenta cumplimiento frente al Artículo 3.

Los Artículos 6 y 10 de la sección 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 no establecen valor de referencia para este parámetro.

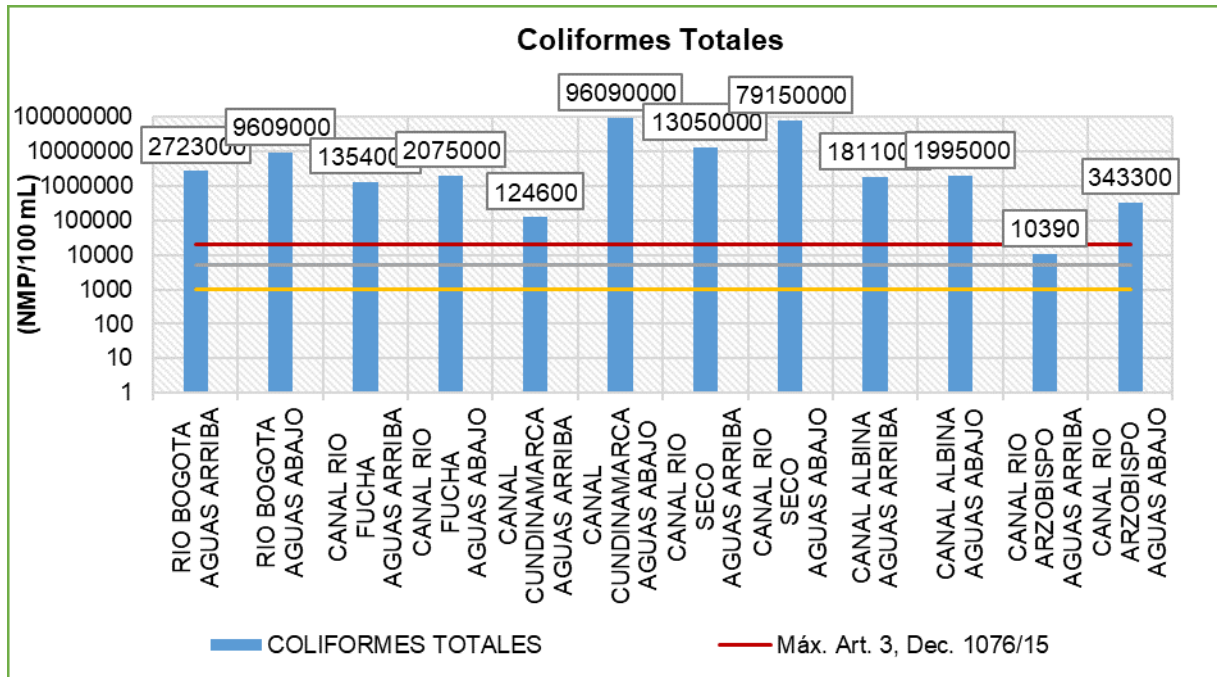


Figura 192 Comportamiento de los Coliformes termotolerantes.

Fuente: Ambientiq Ingenieros S.A.S., 2022.

#### 5.2.2.2.12 Índice de calidad del agua (ICA)

Como una herramienta metodológica para la determinación de la calidad de las aguas superficiales monitoreadas, en el presente estudio se calculó el Índice de Calidad del Agua (ICA), el cual consiste en un valor numérico que califica en una de cinco categorías la calidad del agua de una corriente superficial con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco (5) o seis (6) variables.

Adicionalmente, se determinaron los Índices de Contaminación del Agua (ICO) con el cálculo del Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS), el Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), el Índice de Contaminación por pH (ICOpH), el Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI) y el Índice de Contaminación Tráfico (ICOTRO) para los doce (12) puntos de monitoreo. La interpretación de los resultados se hace con base en la información presentada en la siguiente tabla.

Tabla 84 - Rangos de clasificación ICOs e ICA

INTERPRETACIÓN	ICOS		ICA	
	0,000 – 0,200	Contaminación muy baja	0,91-1,00	Calidad buena
	0,200 - 0,400	Contaminación baja	0,71-0,90	Calidad aceptable
	0,400 – 0,600	Contaminación media	0,51-0,70	Calidad regular
	0,600 – 0,800	Contaminación alta	0,26-0,50	Calidad mala
	0,800 – 1,000	Contaminación muy alta	0- 0,25	Calidad muy mala

Fuente: Ambienziq Ingenieros S.A.S., 2022.

Tabla 85 - Resultados ICA e ICO

PUNTO DE MONITOREO	CÓDIGO DE MUESTRA	ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN (ICOS)				
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH	ICOMI	ICOTRO
Rio Bogotá aguas arriba	45552	0,16	0,93	0,0011	0,59	Hipereutrofia
Rio Bogotá aguas abajo	45553	0,20	0,93	0,0016	0,56	Hipereutrofia
Canal rio Fucha aguas arriba	45554	0,06	0,78	0,0112	0,08	Hipereutrofia
Canal rio Fucha aguas abajo	45555	0,06	0,84	0,0037	0,06	Eutrofia
Canal Cundinamarca aguas arriba	45556	0,12	0,78	0,0012	0,90	Eutrofia
Canal Cundinamarca aguas abajo	45557	0,55	0,89	0,0019	0,72	Hipereutrofia
Canal Río Seco aguas arriba	45558	0,65	0,82	0,0040	0,67	Hipereutrofia
Canal Río Seco aguas abajo	45559	0,69	0,85	0,0040	0,67	Hipereutrofia
Canal Albina aguas arriba	45566	1,00	0,85	0,0579	0,67	Hipereutrofia
Canal Albina aguas abajo	45567	1,00	0,87	0,0934	0,68	Hipereutrofia
Canal río Arzobispo aguas arriba	45568	0,01	0,60	0,1656	0,07	Eutrofia
Canal río Arzobispo aguas abajo	45569	0,32	0,75	0,0010	0,18	Eutrofia

Fuente: Ambienziq Ingenieros S.A.S., 2022.

Con base en los resultados anteriores, para los Índices de Contaminación del Agua (ICO's), se tiene que:

- El índice de contaminación por sólidos suspendidos totales (**ICOSUS**), refleja que seis (6) de los puntos monitoreados presentan una contaminación “muy baja”, uno (1) una contaminación

“baja”, uno (1) contaminación “media”, dos (2) una contaminación “alta” y en dos (2) puntos una contaminación “muy alta”. Estos resultados se relacionan con las concentraciones de SST de las muestras de agua superficial analizadas y, además, se encuentran influenciados por la relación entre la composición del lecho, la profundidad, velocidad de la corriente, arrastre, escorrentía, geomorfología del cauce en cada punto de monitoreo y las condiciones meteorológicas durante el muestreo.

- ▶ En cuanto al índice de contaminación por materia orgánica (**ICOMO**), se evidencia que cuatro (4) de los puntos de monitoreo la contaminación asociada es “alta”, y en ocho (8) la contaminación es “muy alta”. Estos resultados están influenciados por la carga de organismos microbianos y por las concentraciones de oxígeno medidas a lo largo de los puntos evaluados.
- ▶ Para el Índice de contaminación por pH (**ICOPH**), se obtuvo un nivel de contaminación “muy baja” para todos los puntos de monitoreo.
- ▶ El Índice de Contaminación por Mineralización (**ICOMI**), reportó un riesgo de contaminación “muy baja” para cuatro (4) de los puntos de monitoreo, “media” para dos (2) puntos de monitoreo, “alta” para cinco (5) y “muy alta” para uno (1) de los puntos de monitoreo. Lo anterior, se asocia con los reportes obtenidos de los parámetros correspondientes a conductividad, dureza y alcalinidad para las muestras de agua.
- ▶ El Índice de Contaminación Trófico (**ICOTRO**) reportó para cuatro (4) de los puntos un estado de eutrofia y para los ocho (8) puntos restantes un estado de Hipereutrofia.

Por su parte, respecto al cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), queda pendiente teniendo en cuenta que aún no se reporta el valor de Nitrógeno total, el cual es una variable para el respectivo calculo.

#### *5.2.2.2.12.1 Análisis del comportamiento de la calidad del agua*

Con el objeto de establecer el comportamiento de la calidad del agua en las fuentes hídricas identificadas dentro del área de influencia del proyecto, se realizó el comparativo entre los resultados mostrados anteriormente, con las diferentes campañas de monitoreo de calidad de agua realizadas para la fase de estructuración de la PLMB (2019), como se indica a continuación:

- ▶ La primera campaña se realizó durante los días 3 y 4 de agosto de 2017, en época climática seca; el monitoreo realizado fue puntual, aguas arriba y aguas abajo en cada corriente hídrica identificada respecto al trazado del EIAS, donde se definieron 12 puntos de muestreo, correspondiente a seis (6) cuerpos de agua.
- ▶ La segunda campaña fue realizada durante los días 4, 5, 8 y 9 del mes de noviembre del año 2021, en época climática de lluvia. Inicialmente se definieron 14 puntos de muestreo, correspondientes a siete (7) cuerpos de agua, incluyendo el Rio Bogotá, aguas arriba y aguas abajo, el cual no había sido contemplado en el estudio del año 2017. Es pertinente mencionar que, durante el monitoreo, se identificó el Canal Tintal II como punto seco, debido a la intervención de cauce por labores de obra civil que realiza actualmente la EAAB, dentro del proyecto TAR (Traslado de Redes Anticipado) el cual hace parte integral de la construcción de

la PLMB. Es así, como finalmente la campaña de monitoreo de 2021, se realizó sobre 6 cuerpos de agua.

Los resultados obtenidos de estas campañas son objeto de comparación con los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico establecidos en el Decreto 1076 del 2015 y con el fin de establecer la calidad actual de los cuerpos de agua existentes en el área del proyecto respecto al marco legal establecido para el control de la calidad del recurso hídrico.

Adicionalmente se determinó en cada una de las campañas, el índice de calidad del agua, los resultados obtenidos también serán objeto de comparación teniendo en cuenta las categorías establecidas y los códigos de colores ya definidos por la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos NSF.

Respecto a la comparación con el Decreto 1076 de 2015 el uso del agua para consumo doméstico hace referencia a su empleo en actividades tales como higiene personal y limpieza. Por otro lado, el uso agrícola, corresponde a su empleo para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias

En las siguientes tablas y gráficos se presenta la comparación de las dos campañas para los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que superan el máximo permisible frente al Decreto 1076 de 2015 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en sus artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 para consumo humano/uso doméstico y Artículos 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6 para Uso agrícola / pecuario. Los parámetros que superan los límites máximos de las normas son:

#### 5.2.2.2.12.1.1 pH

Cómo se indica en la Tabla 86 y Figura 193, el potencial de hidrógeno presentó valores con características entre neutras y alcalinas, reportando valores que oscilan entre 7.1 Unidades y 9.49 Unidades en la campaña de monitoreo del EIAS 2018, valores entre 7.36 unidades y 8.67 unidades en el monitoreo realizado en época seca (Noviembre 2021) y valores 5.46 unidades a 8.35 unidades para la caracterización realizada en época seca (septiembre 2022) campaña . Por lo que se puede concluir, que los valores bajos de pH se encuentran en el Rio Bogotá, canal arzobispo y Canal Cundinamarca y los valores altos se mantienen en el canal Rio Seco.

Tabla 86 – Comparativo pH – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	C Río Seco Aguas arriba	C Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
pH Unidades 2017	-	-	7,16	7,1	7,46	7,5	9,49	9,31	8,15	7,7	8,06	8,1	8,35	8,34

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	C Río Seco Aguas arriba	C Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
pH Unidades 2021 época lluvia	7,36	7,62	7,44	7,59	-	-	8,67	8,49	7,96	8,26	8,18	8,02	7,78	7,91
pH Unidades 2021 época Seca	6.96	7.14	7.06	7.02	-	-	7.41	7.41	7.71	7.39	5.46	7	8.2	8.35
pH Lim Max Art 2,2,3,3,9,3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
pH Lim Max Art 2,2,3,3,9,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
pH Lim Max Art 2,2,3,3,9,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

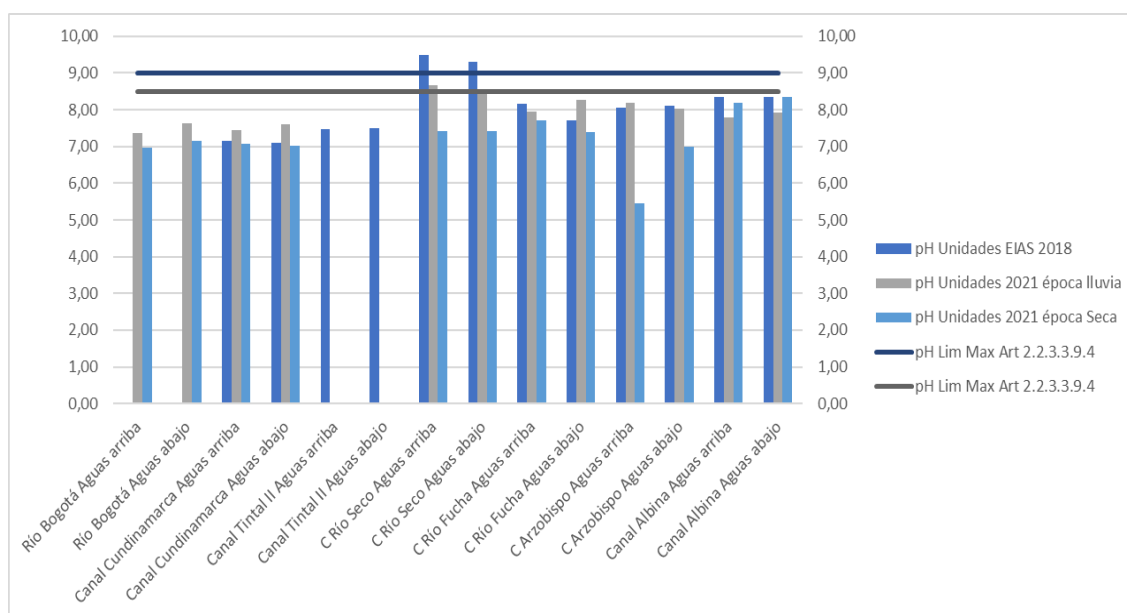


Figura 193 Comparativo pH

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En relación con el comportamiento normativo, la gráfica nos permite observar que la mayoría de los puntos evaluados se encuentran dentro de los rangos establecido por el Decreto 1076 de 2015, sin embargo, el Canal Río Seco supera los límites máximos permisibles, para los Art, 2,2,3,3,9,3 y 2,2,3,3,9,5 en la caracterización de 2017 y del Art, 2,2,3,3,9,4 en la caracterización de 2021.

#### 5.2.2.2.12.1.2 Tensoactivos

En los puntos evaluados de aguas superficiales se identifican concentraciones bajas desde <0.5 mg/L para la campaña del EIAS 2018 y <0.30 mg/L para el monitoreo realizado en época lluvia de 2021 y para la caracterización realizada en época seca el valor menor fue de 0,70 mg/L, en canal Cundinamarca y Canal Arzobispo, respectivamente. Las concentraciones altas se observan desde 10.92 hasta 15.29 mg/L en el Canal Albina, manteniéndose así en las tres campañas. (Ver Tabla 87 y Figura 194).

Tabla 87 – Comparativo Tensoactivos – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	Canal Río Seco Aguas arriba	Canal Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
Detergentes (mg SAAM/L) 2017	–	–	3,98	<0,25	9,09	5,36	2,54	2,51	2	1,4	<0,25	0,81	13,46	11,47
Detergentes (mg SAAM/L) 2021 lluvia	1,75	2,16	< 0,30	< 0,30	–	–	2,66	1,77	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	15,29	10,92
Detergentes (mg SAAM/L) 2021 seca	2,84	3,08	0,71	3,02	–	–	5,21	3,8	2,18	3,15	0,397	1,33	4,35	4,08
Detergentes (mg SAAM/L) Art 2,2,3,3,9,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Detergentes (mg SAAM/L) Art 2,2,3,3,9,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

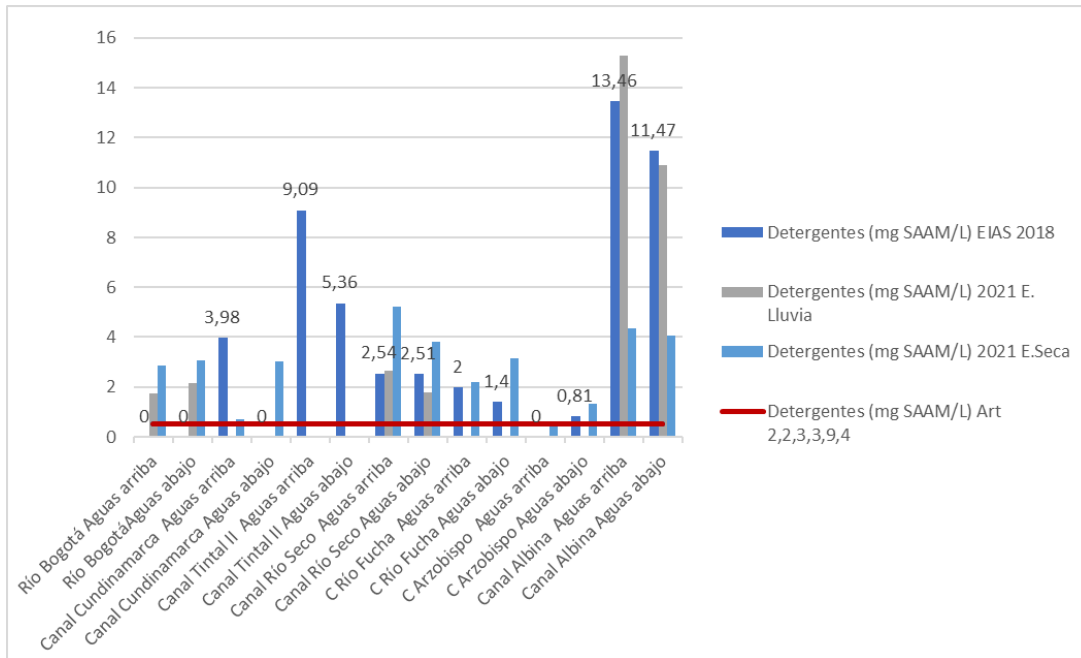


Figura 194 Comparativo Tensoactivos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la gráfica anterior, se puede observar que la mayoría de los puntos monitoreados incumplen con la norma. Siendo el Canal Albina el que sobresale en este comportamiento, tanto en la primera como en la segunda campaña. En el monitoreo de 2017, también superan los límites máximos de los Art, 2,2,3,3,9,3 y 2,2,3,3,9,4 del decreto 1076, el Canal Río Seco, Canal Arzobispo, canal Río Fucha, Canal Tintal y Canal Cundinamarca. En el monitoreo en época lluvia 2021, superan los límites Máximos de los Art, 2,2,3,3,9,3 y 2,2,3,3,9,4 el Canal Albina, Canal Río Seco y Río Bogotá. En el monitoreo en época lluvia 2021, superan los límites Máximos de los Art, 2,2,3,3,9,3 y 2,2,3,3,9,4, todos lo cuerpos incumple con la norma, excepto el punto aguas arriba del canal arzobispo.

#### 5.2.2.2.12.1.3 Turbiedad

Como se presenta en la Tabla 88 y Figura 195, para las canales en estudio, se presentaron valores bajos de 22 y 23 NTU en el canal Río Seco para la primera campaña; en la segunda campaña se obtienen valores bajos de 3700 y 5700 NTU en el Canal Río Fucha y en la tercera campaña se muestran valores de 2 a 22 NTU. Los valores máximos para la primera campaña corresponden a 165 y 206 en el canal Albina, para la segunda campaña de 144000 en Canal Albina y para la tercera campaña 112 NTU en el canal Albina.



Tabla 88 – Comparativo Turbiedad – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	Canal Río Seco Aguas arriba	Canal Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
Turbiedad UNT EIAS 2018	–	–	150	76	83	70	22	23	69	64	39	41	195	206
Turbiedad (UNT) E. Lluvia	75.000	65.000	130.000	34.000	–	–	60.000	31.000	5.700	3.700	90.000	120.000	144.000	128.000
Turbiedad (UNT) E. Seca	19	22	55	52	–	–	69	69	112	9	22	11	69	112
Turbiedad UNT EIAS 2018	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190

\*El valor límite de turbiedad (10 JTU) fue transformado de unidades, teniendo en cuenta que 1 JTU equivale a 19 NTU.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

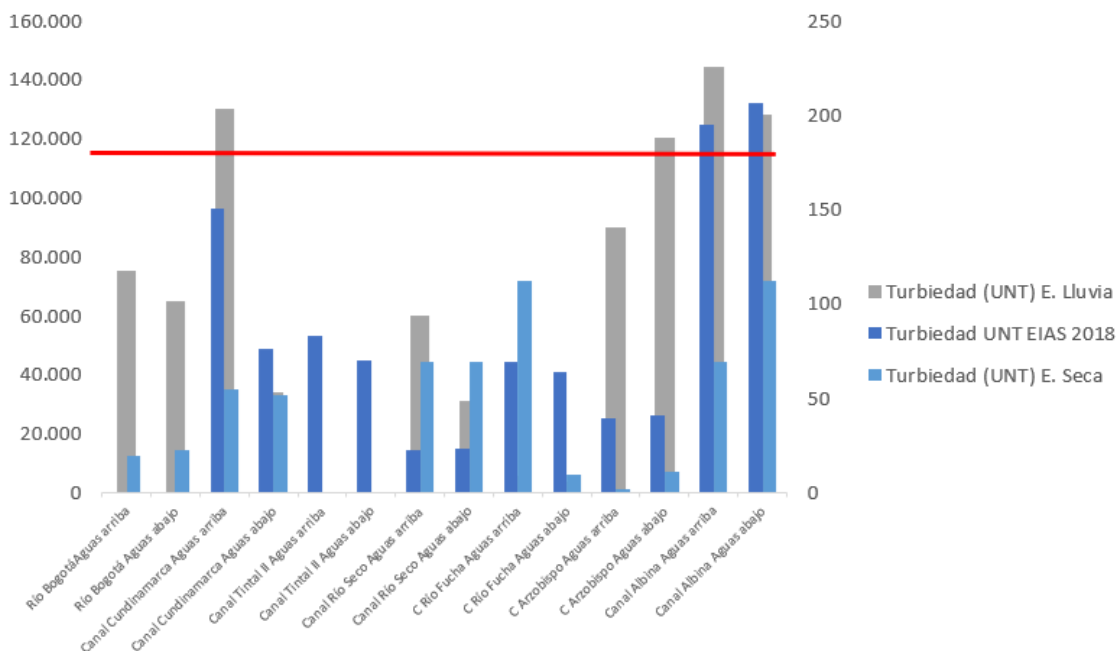


Figura 195 Comparativo Turbiedad

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con referencia a la norma, se evidencia en la segunda campaña que todos los cuerpos de agua superan los valores límites máximos. La primera campaña pone en evidencia que el canal Albina, aguas arriba y aguas abajo, supera los límites establecidos en el Artículo 2.2.3.3.9.4 del decreto 1076 de 2015. Con respecto a la tercera campaña se evidencia que todos los cuerpos de agua cumplen con la norma.

#### 5.2.2.2.12.1.4 Coliformes totales

Aunque estos no se encuentran dentro de las obligaciones contractuales, se consideró de suma importancia realizar el análisis correspondiente a la presencia de coliformes totales en los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del proyecto, motivo por el cual fueron incluidos en el monitoreo realizado en el año 2021, es por esto, que la tabla comparativa y la representación gráfica solo presenta valores para la campaña del 2021. (ver Tabla 89 y Figura 196).

Tabla 89 – Comparativo Coliformes Totales – Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	C Río Seco Aguas arriba	C Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
Coliformes Totales (NMP/100 mL) 2021	12360000	24950000	7840000	2430000	-	-	85000000	15290000	1340000	1203300	30760000	86640000	86640000	410600000
Coliformes Totales (NMP/100 mL) Art 2,2,3,3,9,3	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Coliformes Totales (NMP/100 mL) Art 2,2,3,3,9,4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Coliformes Totales (NMP/100 mL) Art 2,2,3,3,9,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En las muestras de aguas superficiales los coliformes totales presentaron valores altos por el orden de 410600000 NMP/100mL y valores bajos de 1203300 NMP/100mL en el Canal Albina.

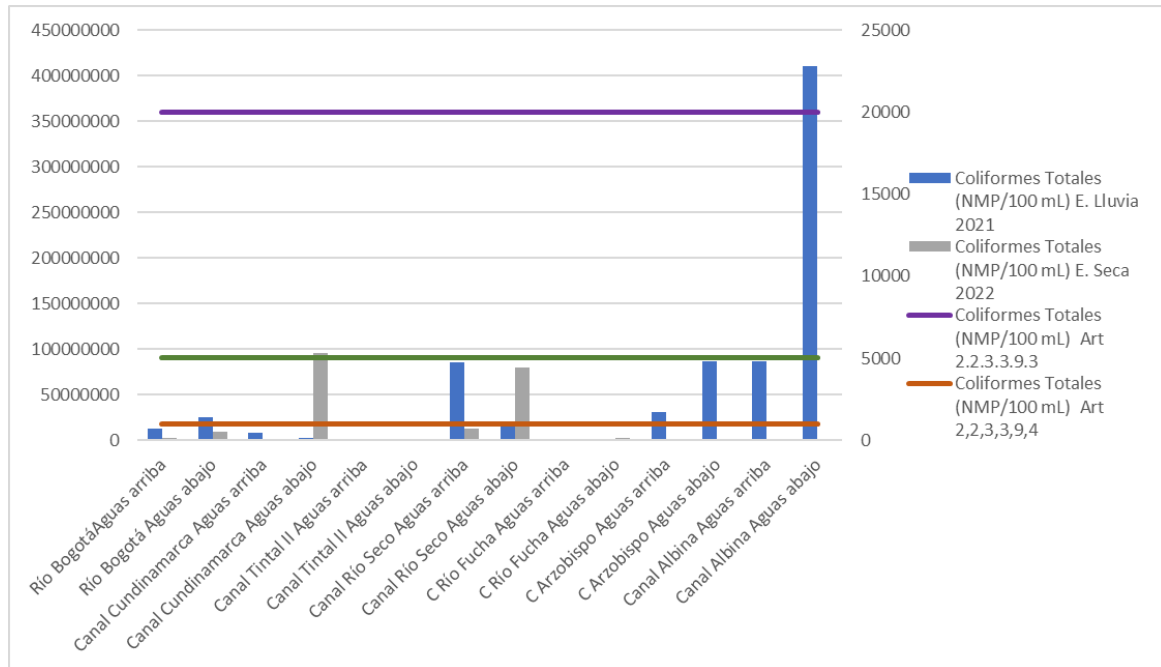


Figura 196 Comparativo Coliformes Totales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Al realizar la comparación normativa se evidencia que todos los puntos superaron los límites máximos de 1000, 5000 y 20000 NMP/100 mL establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS.

#### 5.2.2.2.12.1.5 Coliformes termo tolerantes

Es de mencionar que este parámetro tampoco se encuentra dentro de las obligaciones contractuales, se embargó se consideró muy importante realizar el análisis correspondiente a la presencia de coliformes termotolerantes en los cuerpos de agua presentes en el área de influencia del proyecto. Por lo anterior, fueron incluidos en el monitoreo realizado en el año 2021. (Ver Tabla 90 y Figura 197).

Tabla 90 – Comparativo Coliformes Termotolerantes– Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	C Río Seco Aguas arriba	C Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) E.Lluvia	1733	1986	21,8	3010	-	-	155310	129970	19350	28510	1732900	1413600	173290	198630

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	C Río Seco Aguas arriba	C Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) E.Seca</b>	602000	3609000	124600	96090000	-	-	13050000	79150000	107000	1100000	4620	146700	1284000	1430000
<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) Art 2,2,3,3,9,3</b>	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) Art 2,2,3,3,9,5</b>	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se reportaron para los puntos de monitoreo valores altos por el orden de 1732900 NMP/100 mL y 1413600 NMP/100 mL en el Canal Arzobispo. Los valores bajos se encontraron en el Canal Cundinamarca con 21.8 NMP/100 mL.

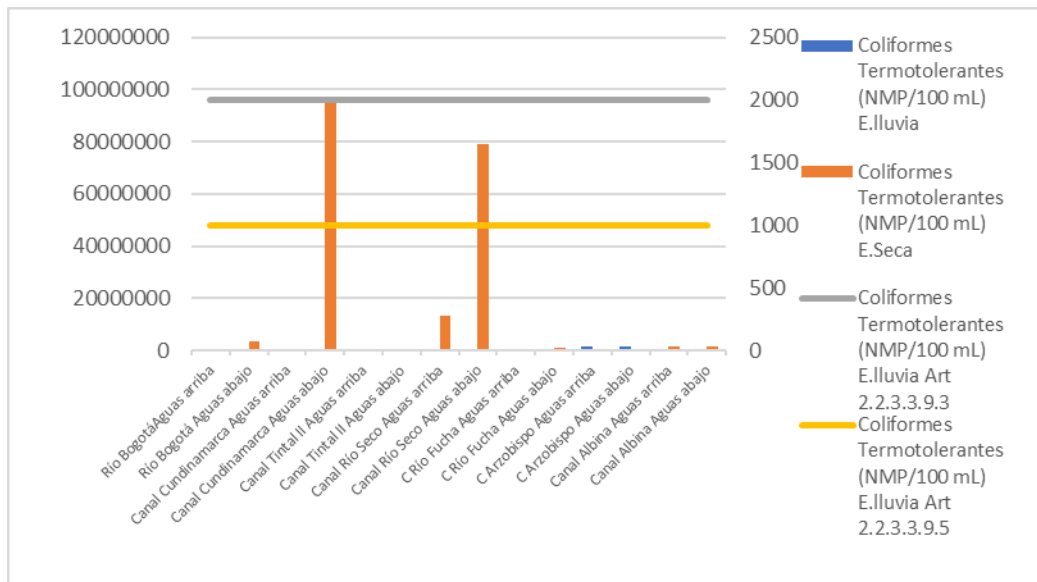


Figura 197 Comparativo Coliformes Termotolerantes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Al realizar la comparación normativa se evidencia que la mayoría de los puntos superan los límites máximos de 1000 y 2000 NMP/100 mL establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 del MADS, excepto por el punto del Canal Cundinamarca aguas arriba que no supera ninguno de los límites normativos.

#### 5.2.2.2.12.1.6 Hierro total

De los resultados obtenidos en el monitoreo de calidad de agua para el análisis de metales, es el hierro total el que presenta valores superiores a los establecidos como límites máximos, es por esto, que, en la siguiente tabla, se presenta su análisis comparativo con la norma.

Tabla 91 – Comparativo Hierro Total– Campaña 2017, 2021 y Decreto 1076 de 2015

PARÁMETRO	Río Bogotá Aguas arriba	Río Bogotá Aguas abajo	Canal Cundinamarca Aguas arriba	Canal Cundinamarca Aguas abajo	Canal Tintal II Aguas arriba	Canal Tintal II Aguas abajo	Canal Río Seco Aguas arriba	Canal Río Seco Aguas abajo	C Río Fucha Aguas arriba	C Río Fucha Aguas abajo	C Arzobispo Aguas arriba	C Arzobispo Aguas abajo	Canal Albina Aguas arriba	Canal Albina Aguas abajo
Hierro Total (mg Metal/L) 2021	4,9	4,6	1,7	2,5	–	–	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,6
Hierro Total (mg Metal/L) Art 2,2,3,3,9,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5	5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la caracterización de hierro total se registraron valores bajos de 0.5 mg/L en el Canal Albina y Río Seco y los valores más altos se registraron en el Río Bogotá. La mayoría de los casos no superan el límite máximo permisible, excepto por el resultado del Río Bogotá aguas arriba que reportó un valor muy cercano del límite normativo de 5.0 mg/L. (Ver Figura 198).

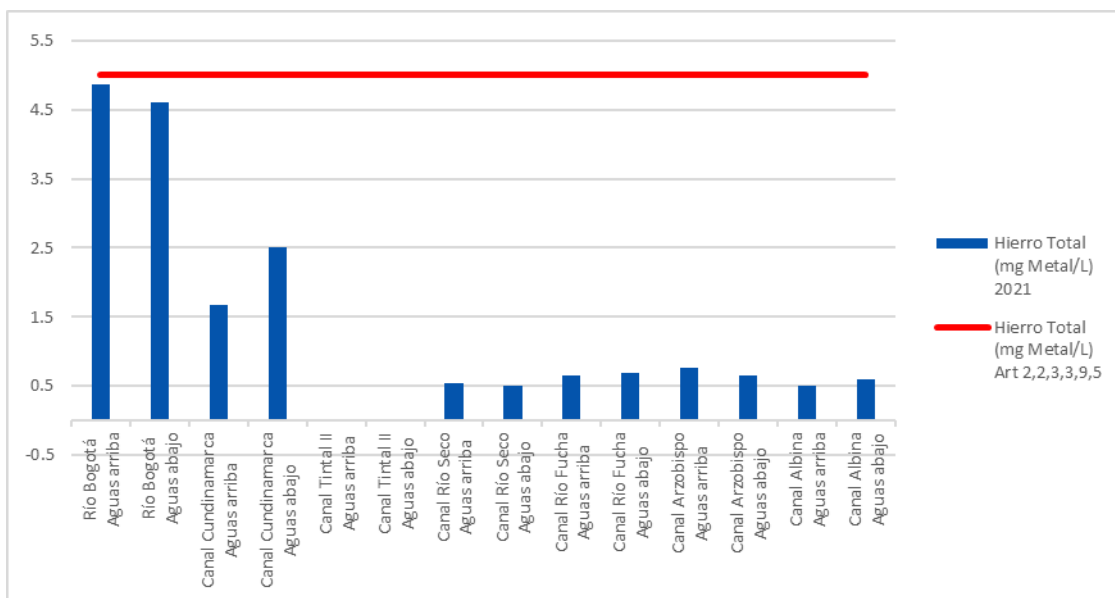


Figura 198 Comparativo Coliformes Termotolerantes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La grafica evidencia como el rio Bogotá se encuentra con un valor muy cercano del límite normativo de 5.0 mg/L establecido por el Artículo 2.2.33.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS, por lo anterior, se considera la incertidumbre asociada a la cuantificación del parámetro de  $\pm 0.05$  mg/L, y de acuerdo con lo establecido en el instructivo interno EHS-OPE-I-32 "Regla de decisión para la declaración de la conformidad", se infiere que la concentración del parámetro con relación a la mencionada norma, es indeterminada, ya que, la medición está por debajo o por encima del límite con una probabilidad del 95%.

#### 5.2.2.2.12.1.7 Índices de calidad del agua

El ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación (IDEAM, 2021).

En desarrollo del presente informe se va a emplear un código de colores para indicar la clasificación de la calidad del agua, calculada en cada punto de muestreo, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 92 –Valor del Índice de Calidad del Agua (ICA-NSF)

Valor del Índice	Clasificación
0.91 – 1.00	Buena
0.71 – 0.90	Aceptable

Valor del Índice	Clasificación
0.51 – 0.70	Regular
0.26 – 0.50	Mala
0.00 – 0.25	Muy mala

Fuente: IDEAM

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los cuerpos de agua presentes en el trazado, en las dos campañas realizadas para determinar la calidad del agua.

Tabla 93 – Resultados - Índice de Calidad del Agua

Punto De Muestreo	ICA EIAS 2017	ICA 2021 Época Lluvia
Canal Albina Aguas Arriba	0,31	0.539 *
Canal Albina Aguas Abajo	0,31	0.553 *
Canal Arzobispo Aguas Arriba	0,4	0.772
Canal Arzobispo Aguas Abajo	0,47	0.813
Canal Río Fucha Aguas Arriba	0,35	0.844
Canal Río Fucha Aguas Abajo	0,57	0.829
Canal Río Seco Aguas Arriba	0,75	0.518 *
Canal Río Seco Aguas Abajo	0,74	0.580 *
Canal Cundinamarca Aguas Arriba	0,33	0.575 *
Canal Cundinamarca Aguas Abajo	0,49	0.534
Río Bogotá Aguas Arriba	–	0.447 *
Río Bogotá Aguas Abajo	–	0.411 *
Canal Tintal II Aguas Arriba	0,4	–
Canal Tintal II Aguas Abajo	0,41	–

(\*) Valor asignado teniendo en cuenta la condición de conductividad de la Hoja metodológica del indicador ICA (IDEAM, 2011).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De la tabla anterior es posible concluir que la mayoría de las aguas monitoreadas en la primera campaña de monitoreo se clasificaron como calidad del agua *mala*. En la segunda campaña, el comportamiento del ICA identifica es estado de la calidad del agua de *regular a aceptable*, teniendo en cuenta que tres

puntos de monitoreo se encuentran en la categoría de regular, Canal Albina, canal Río Seco y Canal Cundinamarca, y dos puntos de monitoreo se clasifican como aceptables, Canal Arzobispo y Canal Río Fucha.

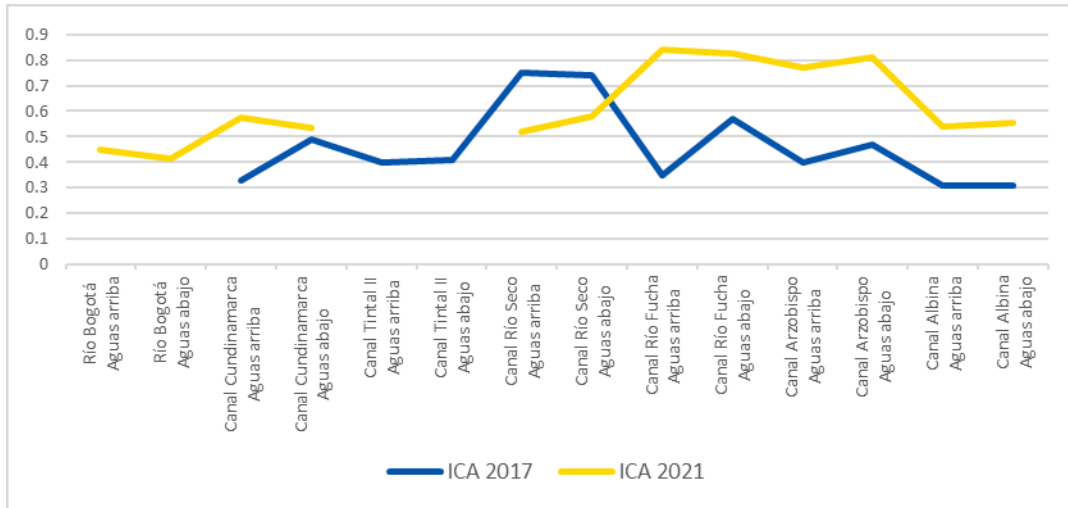


Figura 199 Comparativo ICA

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.2.2.12.1.7.1 Índice de Langelier

Los fenómenos de corrosión y de incrustación, están relacionados directamente con las características fisicoquímicas del agua, su velocidad y tiempo de retención hidráulico, así como del material con el que el agua está en contacto (Imran1, y otros, 2005) Específicamente, la alcalinidad, pH y los residuos de desinfectantes son los principales factores que influyen en el proceso de corrosión. Concentraciones bajas de alcalinidad favorecen la solubilidad del CO<sub>2</sub>, incrementando la agresividad de las aguas (Eduardo Trujillo, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, El Índice de Langelier permite conocer la calidad del agua proporcionando información sobre el carácter incrustante o agresivo del agua y está fundamentado en equilibrios del anhídrido carbónico, bicarbonato-carbonatos, el pH, la temperatura, la concentración de calcio y la salinidad total en el agua (QUALITAT, 2020). A continuación, se presenta las ecuaciones cálculo del este índice simplificado:

$$LSI \text{ (simplificado)} = pH - pH_{sat} \text{ simplificado}$$

$$pH \text{ sat} = (9.3 + A + B) - (C + D)$$

$$A = 1/10 (\text{LOG} [\text{TDS}] - 1)$$

$$B = 13,12 \text{ LOG}[T(^{\circ}\text{C}) + 273,2] + 34,55$$

$$C = \text{LOG} [\text{Ca} (\text{mgCaCO}_3/\text{l})] - 0,4$$



**D=** log ALK (mgCaCO<sub>3</sub>/l)

Si el LSI (simplificado) < 0, Agua con tendencia a ser corrosiva

Si el LSI (simplificado) = 0, Agua en equilibrio químico

Si el LSI (simplificado) >0, Agua con tendencia incrustante.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos por cada uno de los cuerpos de agua analizados:

Tabla 94 – Resultado del cálculo del índice la Langelier para cada cuerpo de agua.

PARÁMETRO	Resultados											
	BO210 9466.0 03	BO210 9466.0 04	BO210 9441.0 01	BO210 9441.0 02	BO210 9590.0 04	BO210 9590.0 03	BO210 9590.0 02	BO210 9590.0 01	BO210 9466.0 01	BO210 9466.0 02	BO210 9550.0 01	BO210 9550.0 02
	Canal Albina aguas arriba	Canal Albina aguas abajo	Canal Arzobi spo aguas arriba	Canal Arzobi spo aguas abajo	Canal Río Fucha aguas arriba	Canal Río Fucha aguas abajo	Canal Río Seco aguas arriba	Canal Río Seco aguas abajo	Canal Cundi namar ca aguas arriba	Canal Cundi namar ca aguas abajo	Río Bogot á aguas arriba	Río Bogot á aguas abajo
LSI (simplificado) época lluvia	-0.31	-0.08	-0.96	-1.14	1.35	-1.01	0.73	0.48	-0.98	-0.93	-1.06	-0.72
LSI (simplificado) época Seco	0,4	0,8	-3,9	-1,9	-1,3	-1,7	-0,9	-0,9	-0,4	-0,3	-1,2	-1,1

Fuente. SGS/CHEMILAB 2021.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el monitoreo realizado en época lluvia, se evidencia que el único cuerpo de agua que tiene la tendencia a ser incrustante es el Canal Río seco con valores mayores a cero de (LSI= 0,73) aguas arriba y (LSI= 0,48) aguas abajo.

Con respecto al monitoreo realizado en época seca se evidencia que dos (2) puntos de monitoreo presentan valores de LSI mayores a cero, por ende, tienen la tendencia a ser incrustante, siendo “canal Albina aguas arriba” (LSI= 0,4) y “canal Albina aguas abajo” (LSI= 0,8).

Los demás cuerpos de agua tienen la tendencia a ser corrosivos con valores menores que cero en donde podemos observar que el cuerpo de agua con mayor tendencia a ser corrosivo es el Canal Arzobispo aguas abajo (LSI= -1.14) y el Canal albina es el que tiene un valor cercano a cero (LSI= -0.08) poco corrosivo.

#### 5.2.2.2.12.1.7.2 Capacidad de Buffer

Es una propiedad de las soluciones buffer que determina la cantidad en Moles (M) o miliequivalentes (meq) de ácido a base fuerte que puede neutralizar la solución amortiguadora sin sufrir un cambio de pH superior a una unidad, matemáticamente se expresa como la relación entre el incremento de del ácido o base con respecto al incremento del pH, o llevando esta relación a términos de concentración, la relación entre las concentraciones de las base y/o ácido conjugados en la fase de equilibrio químico y las concentraciones de sus respectivos iones (Vermouth, 2007).

$$\delta = \Delta B / \Delta (\text{pH})$$

Donde:

$\delta$  = Capacidad amortiguadora de la solución

$\Delta B$  = Incremento de ácido o base fuerte meq/(pH)

$\Delta (\text{pH})$  = incremento en unidades de pH

Esta expresión puede describirse de la siguiente manera

$$\delta = \text{Ln}_{(10)} \text{CH}^+ \text{CA}^- / (\text{CH}^+ + \text{CA}^-)$$

#### Información primaria

De los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo, se extraen los valores de pH, alcalinidad y caudal, los cuales, son el insumo principal para el cálculo de la capacidad amortiguadora de los cuerpos de agua objeto del presente estudio.

Tabla 95 – Información primaria para cálculo de capacidad amortiguadora

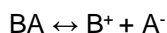
CUERPO	pH (ud)	Alcalinidad (mg/l)	caudal (l/s)
Canal Albina aguas Arriba	7,78	245,86	183,2
Canal Albina Aguas Abajo	7,91	273,67	183,77
Canal Arzobispo Aguas arriba	8,18	48,71	87,4
Canal Arzobispo Aguas abajo	8,02	45,96	87,4
Canal Rio Fucha Aguas arriba	7,96	27,34	4391,7
Caño Rio Fucha aguas abajo	8,26	29,41	4363,3
Canal Rio Seco Águas Arriba	8,67	243,11	45,02
Canal Rio Seco aguas abajo	8,49	185,2	44,9
Canal Cundinamarca Aguas arriba	7,44	93,98	0

CUERPO	pH (ud)	Alcalinidad (mg/l)	caudal (l/s)
Canal Cundinamarca Aguas abajo	7,59	77,9	0
Rio Bogotá Aguas arriba	7,36	103,63	22607
Rio Bogotá Aguas abajo	7,62	112,82	22658

Fuente. SGS/CHEMILAB 2021.

#### 5.2.2.2.12.1.7.3 Cálculo de capacidad amortiguadora (Buffer)

Según la información consignada en la Tabla 96 del presente documento la totalidad de los cuerpos de agua presenta valores de pH, ligeramente alcalinos encontrándose todos en un rango entre 7.36 y 8.67 ud. Esto permite determinar que el buffer está dado por la acción de una base débil y su ácido conjugado, el cual químicamente de manera general se representa de la siguiente manera:



De la misma manera, según la información de laboratorio, la tendencia alcalina de los cuerpos de agua se debe a la concentración de carbonatos en la muestra, esto se confirma comparando los valores de alcalinidad total expresada como mg CaCO<sub>3</sub>/l con los valores de Carbonatos encontrados, la cual arroja los mismos valores en cada uno de los puntos de monitoreo, por esta razón se define la concentración de la sal asumiendo la totalidad de carbonatos presente.

Partiendo del resultado obtenido de alcalinidad, el caudal de cada punto de muestreo y el peso molecular del ion Carbonato (100gr/mol), se encuentra la Molaridad de cada muestra de agua expresada como Moles de Carbonato por litro de Agua.

Dichos valores se presentan a continuación:

Tabla 96 – Primaria para cálculo de capacidad amortiguadora

CUERPO	Alcalinidad (mg/l)	Peso molecular (gr/mol)	Molaridad (mol/l)
Canal albina aguas arriba	245,86	100	0,0024586
Canal Albina Aguas abajo	273,67	100	0,0027367
Canal Arzobispo Aguas arriba	48,71	100	0,0004871
Canal Arzobispo Aguas abajo	45,96	100	0,0004596
Canal Rio Fucha Aguas arriba	27,34	100	0,0002734
Caño Rio Fucha aguas abajo	29,41	100	0,0002941

CUERPO	Alcalinidad (mg/l)	Peso molecular (gr/mol)	Molaridad (mol/l)
Canal Rio Seco Aguas Arriba	243,11	100	0,0024311
Canal Rio Seco aguas abajo	185,2	100	0,001852
Canal Cundinamarca Aguas arriba	93,98	100	0,0009398
Canal Cundinamarca Aguas abajo	77,9	100	0,000779
Rio Bogotá Aguas arriba	103,63	100	0,0010363
Rio Bogotá Aguas abajo	112,82	100	0,0011282

Fuente ASOAM 2021.

Como a través de los monitoreos de campo se conoce el pH de cada uno de los puntos de medición, es posible aplicar la siguiente expresión para hallar la concentración de los iones en el equilibrio

$$\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

Reemplazando el valor de pH en la anterior expresión se obtienen los siguientes valores de concentración de iones expresadas como Molaridad (M)

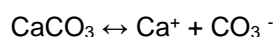
Tabla 97 – Valores de concentración de iones en el equilibrio

CUERPO	pH (ud)	Concentración H <sup>+</sup> (M)
Canal Albina aguas arriba	7,78	1,65959E-08
Canal Albina Aguas abajo	7,91	1,23027E-08
Canal Arzobispo Aguas arriba	8,18	6,60693E-09
Canal Arzobispo Aguas abajo	8,02	9,54993E-09
Canal Rio Fucha Aguas arriba	7,96	1,09648E-08
Caño Rio Fucha aguas abajo	8,26	5,49541E-09
Canal Rio Seco Águas Arriba	8,67	2,13796E-09
Canal Rio Seco aguas abajo	8,49	3,23594E-09
Canal Cundinamarca Aguas arriba	7,44	3,63078E-08
Canal Cundinamarca Aguas abajo	7,59	2,5704E-08

CUERPO	pH (ud)	Concentración H <sup>+</sup> (M)
Rio Bogotá Aguas arriba	7,36	4,36516E-08
Rio Bogotá Aguas abajo	7,62	2,39883E-08

Fuente ASOAM 2021.

A partir de la información obtenida se plantea el balance de masa en equilibrio químico con base la siguiente reacción



Remplazando en la ecuación anterior los valores para fase inicial y de cambio se obtienen las concentraciones de los iones en la fase de equilibrio, dichos valores se presentan a continuación

Tabla 98 – Valores de concentración de iones en las tres fases de la reacción

CUERPO	Iniciales			Cambio			Equilibrio		
	CaCO <sub>3</sub> (M)	Ca <sup>+</sup> (M)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)	CaCO <sub>3</sub> (M)	Ca <sup>+</sup> (M)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)	CaCO <sub>3</sub> (M)	Ca <sup>+</sup> (M)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)
Canal Albina aguas arriba	0,00246	0	0	-1,660E-08	1,660E-08	1,65959E-08	0,00246	1,660E-08	1,660E-08
Canal Albina Aguas abajo	0,00274	0	0	-1,230E-08	1,230E-08	1,23027E-08	0,00274	1,230E-08	1,230E-08
Canal Arzobispo Aguas arriba	0,00049	0	0	-6,607E-09	6,607E-09	6,60693E-09	0,00049	6,607E-09	6,607E-09
Canal Arzobispo Aguas abajo	0,00046	0	0	-9,550E-09	9,550E-09	9,54993E-09	0,00046	9,550E-09	9,550E-09
Canal Rio Fucha Aguas arriba	0,00027	0	0	-1,096E-08	1,096E-08	1,09648E-08	0,00027	1,096E-08	1,096E-08
Caño Rio Fucha aguas abajo	0,00029	0	0	-5,495E-09	5,495E-09	5,49541E-09	0,00029	5,495E-09	5,495E-09
Canal Rio Seco Águas Arriba	0,00243	0	0	-2,138E-09	2,138E-09	2,13796E-09	0,00243	2,138E-09	2,138E-09
Canal Rio Seco aguas abajo	0,00185	0	0	-3,236E-09	3,236E-09	3,23594E-09	0,00185	3,236E-09	3,236E-09
Canal Cundinamarca Aguas arriba	0,00094	0	0	-3,631E-08	3,631E-08	3,63078E-08	0,00094	3,631E-08	3,631E-08
Canal Cundinamarca Aguas abajo	0,00078	0	0	-2,570E-08	2,570E-08	2,5704E-08	0,00078	2,570E-08	2,570E-08

CUERPO	Iniciales			Cambio			Equilibrio		
	CaCO <sub>3</sub> (M)	Ca <sup>+</sup> (M)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)	CaCO <sub>3</sub> (M)	Ca <sup>+</sup> (M)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)	CaCO <sub>3</sub> (M)	Ca <sup>+</sup> (M)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)
Rio Bogotá Aguas arriba	0,00104	0	0	-4,365E-08	4,365E-08	4,36516E-08	0,00104	4,365E-08	4,365E-08
Rio Bogotá Aguas abajo	0,00113	0	0	-2,399E-08	2,399E-08	2,39883E-08	0,00113	2,399E-08	2,399E-08

Fuente ASOAM 2022

El siguiente paso, consiste en a partir de la información de la tabla anterior y la ecuación de Henderson-Hasselbach obtener el valor de la constante de disociación (Ka), para cada uno de los puntos a fin de corroborar la tendencia alcalina y débil de las muestras objeto del presente estudio.

$$K_a = [Ca^{+}]x[CO_3^{-}] / [CaCO_3]$$

Los resultados de la constante de disociación para cada punto monitoreo se presentan a continuación:

Tabla 99 – Constante de Disociación

CUERPO	Ka (M)
Canal Albina aguas arriba	1,120E-13
Canal Albina Aguas abajo	5,531E-14
Canal Arzobispo Aguas arriba	8,962E-14
Canal Arzobispo Aguas abajo	1,984E-13
Canal Rio Fucha Aguas arriba	4,398E-13
Caño Rio Fucha aguas abajo	1,027E-13
Canal Rio Seco Águas Arriba	1,880E-15
Canal Rio Seco aguas abajo	5,654E-15
Canal Cundinamarca Aguas arriba	1,403E-12
Canal Cundinamarca Aguas abajo	8,482E-13
Rio Bogotá Aguas arriba	1,839E-12
Rio Bogotá Aguas abajo	5,101E-13

Fuente ASOAM 2022.

Valores tan pequeños de constantes de disociación confirman que la base es débil y por esta razón los valores de pH son ligeramente alcalinos.

Una vez confirmada la estequiometría en la fase de equilibrio Acido-Base se procede a realizar el cálculo de la capacidad amortiguadora de cada cuerpo de agua aplicando la siguiente expresión

$$\delta = \text{Ln}_{(10)} \text{Ca}^+\text{CO}_3^- / (\text{Ca}^+ + \text{CO}_3^-)$$

Tabla 100 – Los resultados se presentan a continuación

CUERPO	Capacidad Buffer (Molar)	Capacidad Buffer (Molar)
Canal Albina aguas arriba	-18,607	-2,61E-06
Canal Albina Aguas abajo	-18,907	-2,66E-06
Canal Arzobispo Aguas arriba	-19,528	-7,90E-07
Canal Arzobispo Aguas abajo	-19,160	-2,25E-06
Canal Rio Fucha Aguas arriba	-19,022	-1,95E-06
Caño Rio Fucha aguas abajo	-19,713	-1,88E-06
Canal Rio Seco Águas Arriba	-20,657	-9,96E-06
Canal Rio Seco aguas abajo	-20,242	-9,63E-06
Canal Cundinamarca Aguas arriba	-17,824	-7,19E-06
Canal Cundinamarca Aguas abajo	-18,170	-7,33E-06
Rio Bogotá Aguas arriba	-17,640	-7,30E-06
Rio Bogotá Aguas abajo	-18,239	-6,79E-06

Fuente ASOAM 2022.

La capacidad buffer permite estudiar la regulación del equilibrio ácido – base en los sistemas fisicoquímicos y biológicos (Vermouth, 2007).

Los resultados de capacidad Buffer para los monitoreos realizados en época de lluvia se encuentran en un rango entre 18 Molar y 21 Molar ya para la campaña ejecutada en época seca los resultados se encuentran entre los rangos -7,90123456790123E-07 mol (canal Albina aguas arriba) y -9,96226415094339E-06 mol (canal río Seco aguas arriba), el signo negativo indica que la condición del buffer es de neutralizar ácidos, es decir disminuir el pH.

### 5.2.2.3 Usos del agua

#### 5.2.2.3.1 Usos del agua en el AII

El área de influencia del EIAS se encuentra en el entorno urbano de Bogotá, la cual cuenta con cobertura residencial del servicio de acueducto superior al 99%, suministrado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá- EAAB que, a su vez, se abastece de tres (3) sistemas: Sistema Chingaza, Sistema Sumapaz, cuenca alta del río Tunjuelo y Sistema Tibitóc - Agregado Norte, localizados en áreas distantes al área de influencia del proyecto. Por lo tanto, es preciso señalar que, a lo largo de los cuerpos interceptados por el EIAS, no se identifican captaciones o usos asociados a las fuentes hídricas. Sin embargo, a continuación, se presenta una breve descripción de la demanda del recurso en la ciudad.

#### 5.2.2.3.2 Consumos por actividad

De acuerdo con (Peña Guzmán, 2016) el consumo de agua en Bogotá está dividido en tres principales usos, residencial, comercial, industrial y usos oficiales, donde el 78,74% corresponde al consumo residencial y doméstico. En menor cantidad, el consumo para los usos comerciales e industriales se encuentran en un 10% y 5,8% respectivamente. De los usos mencionados anteriormente, la demanda total del recurso hídrico se estima en 98,2 L/Hab xDía. Por otro lado, el uso de aguas subterráneas está dividido en usos industriales, agrícolas, domésticos, entre otros, donde el 55% del agua subterránea aprovechada se implementa en usos industriales.

Según las estimaciones de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la demanda de agua para Bogotá en 2014 fue de 14,01 m<sup>3</sup>/s y se proyectó que para 2020 el uso superara los 14,43 m<sup>3</sup>/s como se observa en la Figura 199.

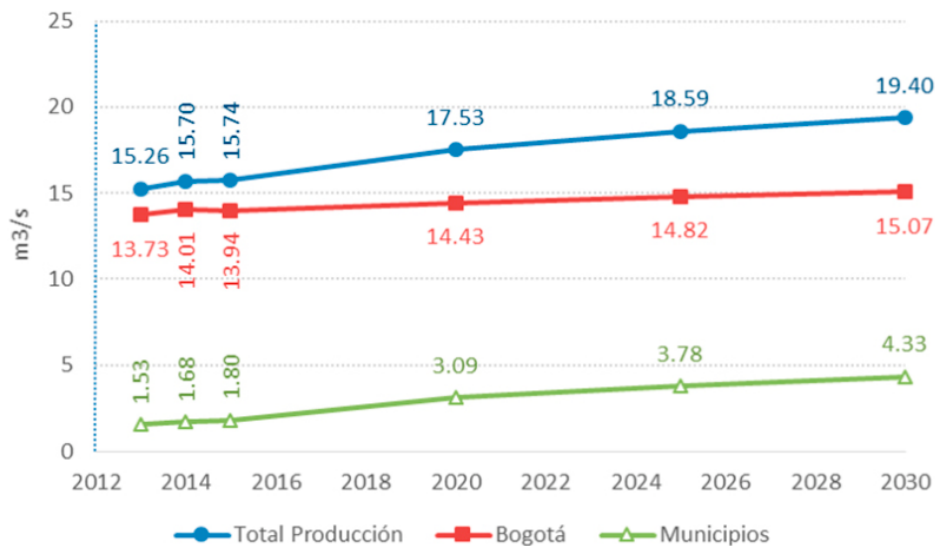


Figura 200 Composición de la demanda en Bogotá y municipios

Fuente: (EAAB ESP, 2014)



Por otra parte, de acuerdo con lo expresado por la (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012) los estratos 1, 2 y 3 consumen por hogar se encuentran entre los 199,66 y 228,16 litros diarios, principalmente en las localidades de Ciudad Bolívar, Usme, Kennedy, Suba y Rafael Uribe Uribe. Por otra parte, el consumo por hogar supera los 300,2 litros para el estrato 4 y los 400,69 litros en el estrato 5, compuesto principalmente por las localidades Usaquén, Chapinero, Teusaquillo y Barrios Unidos. Finalmente, para el estrato 6 se identificó un consumo por hogar de 567,96 litros en las localidades de Usaquén y Chapinero.

#### 5.2.2.4 Hidrogeología

##### 5.2.2.4.1 *Inventario de puntos de agua subterránea*

Con el fin de tener un mayor conocimiento ajustado a la realidad de la dinámica del recurso hídrico subterráneo en la zona de estudio en cuanto a su disponibilidad, uso, características fisicoquímicas, caudales de descarga con el fin de gestionar los posibles impactos que se puedan causar por efecto de las actividades del proyecto, a partir de un conocimiento de la realidad de la dinámica del recurso hídrico subterráneo en la zona de estudio, en cuanto a su disponibilidad, uso y características fisicoquímicas; se realizó un inventario de puntos de agua (ver Informe de Resultados de Monitoreo de Agua Subterránea para la Actualización de la Línea Base EIA-PLMB L1T1-CON-AMB-IN-0025 se encuentran los resultados del informe. Estos monitoreos corresponden a los realizados en el marco del EIAS, que aplican como insumo para presentar la caracterización de la actualización del presente estudio.

El inventario de puntos de agua subterránea se realizó con el objeto de recolectar, ordenar, almacenar y analizar la información básica de puntos existentes en un área de 30.63 km<sup>2</sup>; los puntos registrados fueron identificados y caracterizados según los parámetros fisicoquímicos y el caudal medido en cada punto.

Esta actividad se llevó a cabo previa investigación del inventario de pozos y aljibes que tiene la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), igualmente se realizó visita a las Estaciones de Servicio que están en el trazado del proyecto y finalmente se revisaron las perforaciones y piezómetros que se han realizado como parte de la investigación del proyecto. La información recopilada se consignó en el “Formulario Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea” FUNIAS (IDEAM), donde se describen las principales características físicas e hidrogeológicas de los puntos en funcionamiento e identificados entre el 06 al 22 de octubre del 2021.

Durante el inventario de puntos de agua, se tomaron datos relevantes como caudal (medido con el método volumétrico) para los puntos que presentaban un flujo de descarga y los principales parámetros fisicoquímicos (Temperatura (°C), pH, Conductividad Eléctrica (CE, uS/cm), Sólidos Disueltos Totales (SDT, mg/l), Oxígeno Disuelto (OD, %), y Potencial Redox (mV)), para lo cual se empleó un multiparámetro HANNA HI 9829.

Se identificaron en total 117 puntos de agua subterránea en el área de influencia indirecta: 37 puntos corresponden al inventario de la SDA, de los cuales la mayoría se encuentran sellados de forma definitiva, solo permanecen tres puntos activos y con permiso para explotación, 28 puntos corresponden

a perforaciones realizadas dentro de los estudios y de los cuales se tienen 18 piezómetros instalados y 52 puntos corresponden a piezómetros de monitoreo con profundidades entre 2.3 m y 7.76 metros, instalados en las Estaciones de Servicio que se encuentran en el área de influencia directa. En la Figura 204, se presenta la ubicación de los puntos de agua inventariados.

#### 5.2.2.4.2 Análisis de Inventario

En la Tabla 101 se presentan los datos de los puntos de agua subterránea identificados.

Tabla 101 – Base de datos de los puntos identificados en el área

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación
		Norte	Este	
aj-03-0002	Aljibe	99715	98962	Sellado
aj-05-0001	Aljibe	98680	99590	Sellado
aj-08-0035	Aljibe	102302.83	93727.61	Sellado
aj-12-0015	Aljibe	106841.397	101507.894	Aljibe
aj-12-0021	Aljibe	106280	101370	Sellado
aj-13-0003	Aljibe	103854.688	100573.007	Sellado
pz-02-0001	Pozo	107452.949	102041.544	Sellado
pz-02-0003	Pozo	107056.016	102201.707	Sellado
pz-02-0004	Pozo	104824.9	101471.437	Sellado
pz-02-0005	Pozo	107595	102254	Sellado
pz-03-0001	Pozo	99900	99540	Sellado
pz-03-0003	Pozo	99940	99581	Sellado
pz-07-0012	Pozo	101660.816	93049.306	Sellado
pz-08-0014	Pozo	102428	92416	Sellado
pz-08-0015	Pozo	102351	93114	Sellado
pz-08-0020	Pozo	102083.824	93347.582	Pendiente Visita
pz-08-0022	Pozo	102040	90170	Sellado
pz-08-0025	Pozo	101380	93505	Sellado
pz-08-0034	Pozo	101918	93892	Sellado

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación
		Norte	Este	
pz-12-0003	Pozo	107587.797	102247.128	Sellado
pz-12-0006	Pozo	106723	101084	Sellado
pz-12-0008	Pozo	106655	101093	Sellado
pz-12-0016	Pozo	106870	101180	Sellado
pz-12-0020	Pozo	106518.904	101085.727	Sellado
pz-12-0023	Pozo	106948.702	101223.547	Sellado
pz-12-0024	Pozo	107332	101707	Sellado
pz-13-0002	Pozo	102665	100225	Sellado
pz-13-0006	Pozo	103035.558	100176.997	Sellado
pz-13-0007	Pozo	105010.852	100911.066	Sellado
pz-13-0012	Pozo	102369.569	100647.435	Sellado
pz-13-0014	Pozo	105825.27	101333.96	Sellado
pz-14-0001	Pozo	101658	99830	Sellado
pz-14-0002	Pozo	101755	99692	Sellado
pz-14-0003	Pozo	101755.598	99746.741	Pendiente Visita
pz-15-0003	Pozo	99805	96290	Sellado
pz-15-0004	Pozo	99680	96290	Sellado
pz-15-0006	Pozo	99809.013	96310.785	Sellado
PT-ALO-01	Piezómetro	105161	88767	Pendiente Visita
PT-VIBLA-01	Piezómetro	102829	90134	Piezómetro con aditivos No se registran parámetros
PT-AV68-1	Piezómetro	101472	94230.5	1"
PT-AV68-2	Piezómetro	101420	94335	Piezómetro
PT-ROS-01	Piezómetro	100715	95136	Piezómetro no se registran parámetros agua turbia y con olor fétido
PT-NQS-01	Perforación	100097	96263	No piezómetro

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación
		Norte	Este	
PT-PLMB-PC-04	Perforación	99898.019	97151.007	No piezómetro
PT-SAN-01	Perforación	99795	97823	No piezómetro
PT-HOS-01	Piezómetro	99676.6	98876.4	Tapado
PT-HOS-03	Perforación	99770.9	98955.7	No piezómetro
PT-PLMB-VDT-01	Perforación	100302.3	99374	No piezómetro
PT-CLL10-01	Piezómetro	100550.7	99548.9	Desviado
PT-CLL10-03	Piezómetro	100625	99602.2	Sellado
PT-CLL26-03	Piezómetro	101985	100455.6	Piezómetro
PT-PLMB-VDT-10	Perforación	105349.9	101334.2	No piezómetro
PT-CLL63-01	Perforación	105738.6	101379.5	No piezómetro
PT-CLL63-03	Perforación	105882.1	101444	No piezómetro
PT-PLMB-VDT-11	Piezómetro	106129	101477.6	Piezómetro con Candado
PT-PLMB-VDT-12	Piezómetro	106594.1	101667.2	Piezómetro
PT-CLL72-01	Perforación	107036.1	101744.7	No piezómetro
PT-CLL72-03	Piezómetro	107181.7	101770.5	Piezómetro con Candado
PT-PLMB-VDT-13	Perforación	107519.2	101832.1	No piezómetro
PZ-PT-001 (PZ-1)	Piezómetro	105182	86319	Piezómetro
PZ-PT-003 (PZ-5)	Piezómetro	105645	87135	Piezómetro
PZ-PT-005	Piezómetro	105437	86751	Piezómetro
PZ-PT-026	Piezómetro	105650	86487	Piezómetro
PZ-PT-030 (PZ-2)	Piezómetro	105574	86942	Piezómetro

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación
		Norte	Este	
PT-CL73 PLMB_Nuevo	Piezómetro	107108.9	101757.6	Piezómetro
PZ 1_TXPino	Piezómetro	107014.088	102013.629	Piezómetro
PZ 2_TXPino	Piezómetro	107004.561	102006.539	Piezómetro
PZ 3_TXPino	Piezómetro	107024.844	102017.636	Piezómetro
PZ 4_TXPino	Piezómetro	106990.426	102006.849	Piezómetro
PZ 5_TXPino	Piezómetro	106991.347	102005.307	Piezómetro
PZ 6_TXPino	Piezómetro	106991.962	102004.382	Piezómetro
PZ 1_BRCI71	Piezómetro	106916.329	101691.745	No se puede revisar
PZ 2_BRCI71	Piezómetro	106914.179	101696.987	Piezómetro
PZ 3_BRCI71	Piezómetro	106924.320	101704.078	Piezómetro
PZ 4_BRCI71	Piezómetro	106935.383	101705.001	Piezómetro
PZ 5_BRCI71	Piezómetro	106920.939	101696.370	Piezómetro
PZ 1_PMXCr7-71	Piezómetro	105360.809	101746.815	Piezómetro
PZ 2_PMXCr7-71	Piezómetro	105394.306	101763.769	Piezómetro
PZ 3_PMXCr7-71	Piezómetro	105389.390	101771.478	Piezómetro
ALJ 1_PBRJAV	Piezómetro	104078.435	101474.704	Piezómetro
ALJ 2_PBRJAV	Piezómetro	104060.612	101473.781	Piezómetro
PZ 2_PBRJAV	Piezómetro	104058.464	101499.682	Piezómetro (Seco)
PZ 3_PBRJAV	Piezómetro	104079.051	101487.037	Piezómetro (Seco)
PZ 1_TX28	Piezómetro	102213.050	100533.534	Piezómetro
PZ 2_TX28	Piezómetro	102216.430	100531.376	Piezómetro
PZ 3_TX28	Piezómetro	102208.748	100535.385	Piezómetro
PZ 4_TX28	Piezómetro	102211.206	100528.601	Piezómetro

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación
		Norte	Este	
PZ 5_TX28	Piezómetro	102209.669	100531.993	Piezómetro
PZ 6_TX28	Piezómetro	102195.840	100521.202	Piezómetro
PZ 1_PMXPeuza	Piezómetro	100380.507	99031.420	Piezómetro
PZ 1_PBRCI45	Piezómetro	104096.491	100820.712	Piezómetro
PZ 2_PBRCI45	Piezómetro	104075.290	100841.990	Piezómetro
PZ 3_PBRCI45	Piezómetro	104076.211	100828.423	Piezómetro
PZ 1_TX17	Piezómetro	99895.780	97414.438	Piezómetro
PZ 2_TX17	Piezómetro	99095.892	97414.798	Piezómetro
PZ 3_TX17	Piezómetro	99891.172	97427.698	Piezómetro
PZ 1_PMXSder	Piezómetro	99819.192	96163.131	Piezómetro
PZ 2_PMXSder	Piezómetro	99811.203	96174.849	Piezómetro
PZ 3_PMXSder	Piezómetro	99801.369	96150.797	Piezómetro
PZ 4_PMXSder	Piezómetro	99756.811	96160.667	Piezómetro
PZ 5_PMXSder	Piezómetro	99820.114	96164.056	Piezómetro
PZ 6_PMXSder	Piezómetro	99800.141	96171.149	Piezómetro
PZ 1_TX40	Piezómetro	101104.546	94586.157	Piezómetro
PZ 2_TX40	Piezómetro	101102.702	94584.307	Piezómetro Contaminado con Combustible
PZ 3_TX40	Piezómetro	101113.150	94583.381	Piezómetro Contaminado con Combustible
PZ 4_TX40	Piezómetro	101115.301	94581.839	Piezómetro Contaminado con Combustible
PZ 5_TX40	Piezómetro	101124.213	94611.749	Piezómetro
PZ 6_TX40	Piezómetro	101107.618	94582.148	Piezómetro Contaminado con Combustible
PZ 1_TXDario	Piezómetro	101957.573	93553.164	Piezómetro en Tratamiento con Bacterias

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación
		Norte	Este	
PZ 2_TXDario	Piezómetro	101967.714	93518.938	Piezómetro en Tratamiento con Bacterias
PZ 3_TXDario	Piezómetro	101975.396	93491.494	Piezómetro
PZ 4_TXDario	Piezómetro	101979.084	93522.638	Piezómetro
PZ 5_TXDario	Piezómetro	101985.537	93523.254	Piezómetro
PZ 1_PMXTimiza	Piezómetro	102446.163	92407.957	Piezómetro
PZ 2_PMXTimiza	Piezómetro	102463.371	92450.201	Piezómetro
PZ 3_PMXTimiza	Piezómetro	102455.689	92458.218	Piezómetro
PZ 4_PMXTimiza	Piezómetro	102438.173	92426.150	Piezómetro

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En total se identifican 34 puntos del inventario de la SDA sellados, un aljibe (sin uso) y dos pozos; por su parte se identifican dieciocho (18) piezómetros instalados para investigaciones constructivas, de los cuales uno está sellado, uno desviado, uno obstruido y uno en  $\frac{3}{4}$  de pulgada; en cuanto a los 52 piezómetros de las Estaciones de Servicio (EDS), dos se encuentran secos, cuatro presentan contaminación por hidrocarburos y dos se encuentran en tratamiento con bacterias, usando únicamente 44 puntos para el presente análisis.

De los 73 puntos identificados en el trazado, sesenta (60) piezómetros, un pozo y un aljibe captan la Formación Sabana (Qsa2) y diez (10) piezómetros y un pozo captan la Formación Río Tunjuelo (Qrtsa). Lo que indica que el 15% de los puntos de agua subterránea identificados captan la Formación Río Tunjuelo y el 85% la Formación Sabana.

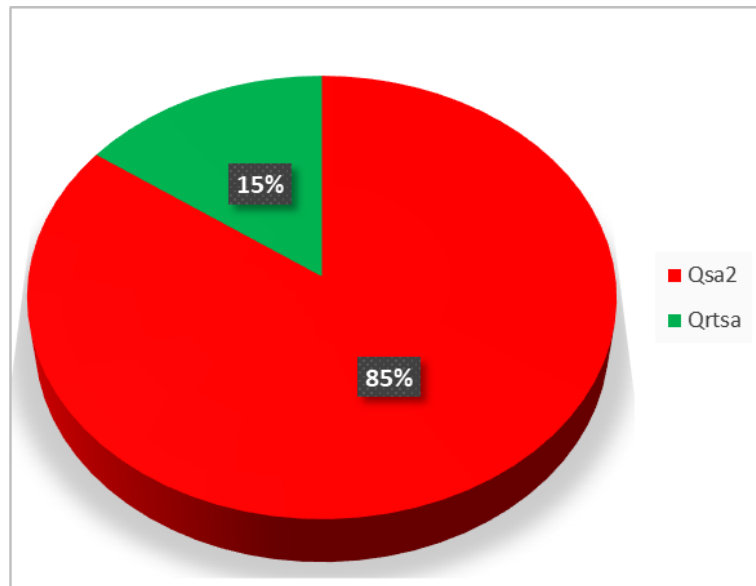


Figura 201 Distribución de puntos de agua subterránea por Unidad Geológica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El pH juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos del agua subterránea (equilibrio carbonatado, procesos redox, etc.); es fácilmente alterable por factores como la temperatura, la cual logra aumentar hasta un 8% el valor real de la muestra (IGME, 2009). Por regla general el pH del agua subterránea se mantiene entre 6.5 y 8, aunque excepcionalmente puede variar entre 3 y 11. El pH registrado durante el inventario presenta valores promedio de 7.35 unidades, lo que indica que en términos generales se trata de agua neutra; el valor máximo es de 8.03 unidades (PT-CL73 PLMB\_Nuevo) y el mínimo es de 6.72 unidades (aj-12-0015).



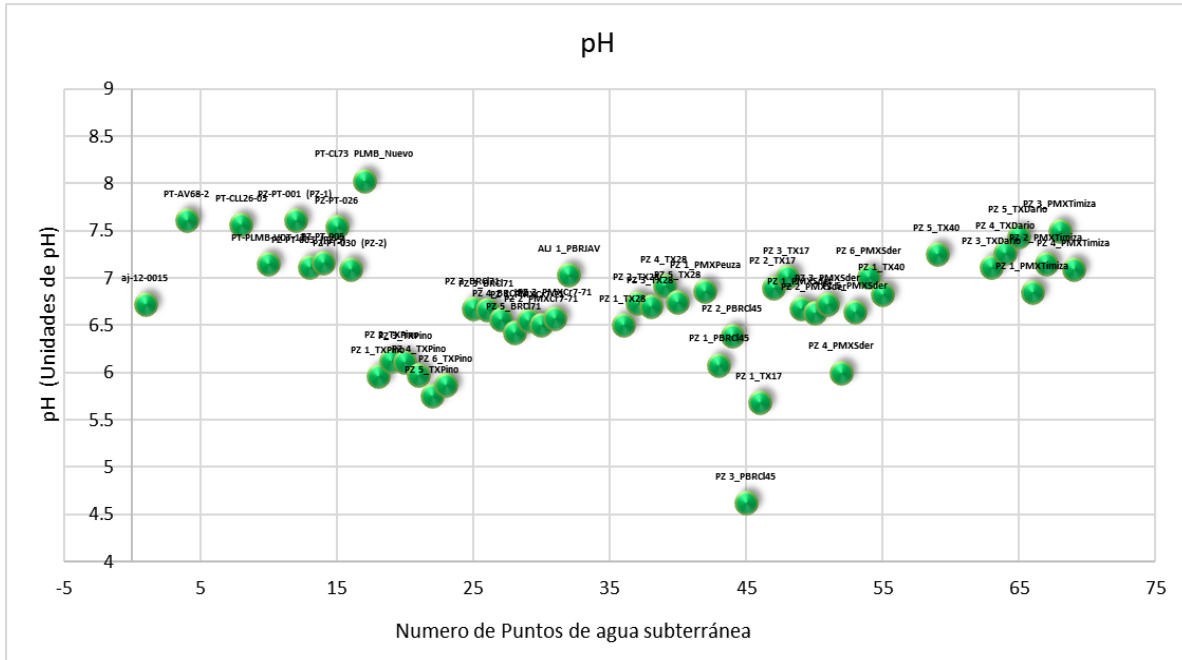


Figura 202 Comportamiento del pH en la zona de estudio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

La temperatura del agua subterránea en un punto y momento determinado, representa un estado de equilibrio entre los aportes y las extracciones caloríficas en ese punto; en los acuíferos existe una zona neutra de temperatura constante por encima de la cual la influencia térmica más significativa es la de las variaciones diarias o estacionales de la temperatura ambiente, por debajo de esta zona el factor preponderante es el gradiente geotérmico o variación de la temperatura con la profundidad que se considera normal cuando es de 3°C/100 m.

La distribución espacial de temperaturas en un acuífero depende de la conductividad térmica e hidráulica del medio, de la relación longitud/profundidad de la cuenca, configuración del nivel freático, distribución de la temperatura ambiente respecto a las zonas de recarga y descarga. etc. Por lo que la temperatura del agua subterránea es muy poco variable. Sin embargo, éste es un parámetro importante que puede influir en la solubilidad de determinadas sustancias como es el caso de CaCO<sub>3</sub>. La temperatura promedio del agua subterránea captada por los piezómetros es de 19.57 °C; el valor máximo fue de 22.56 °C (PT-PLMB-VDT-12) mientras que el mínimo fue de 18.27 °C (PT-AV68-2), valores asociados a la temperatura ambiente de la ciudad de Bogotá.

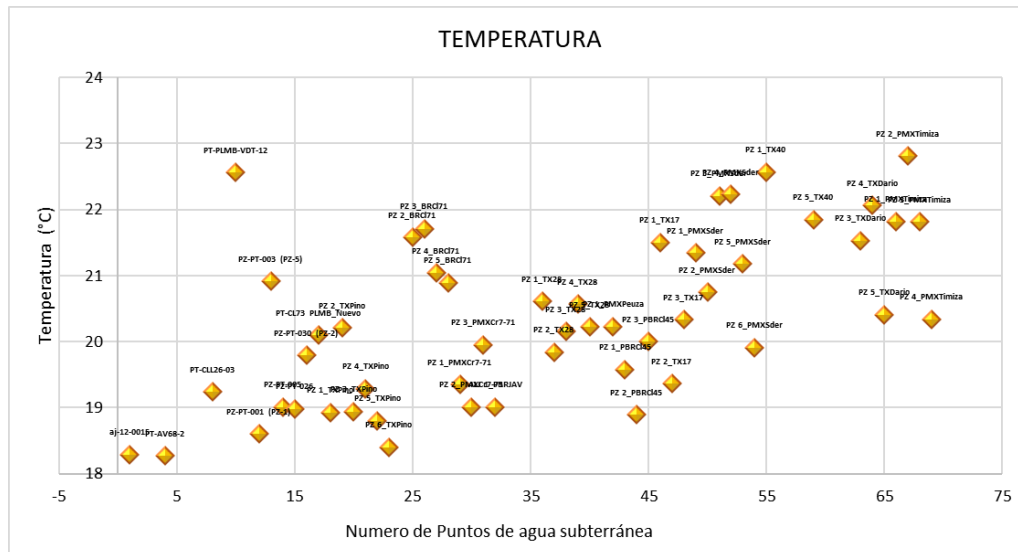


Figura 203 Comportamiento de la temperatura en la zona de estudio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Como consecuencia de su contenido iónico, el agua se hace conductora de la electricidad. A medida que la concentración iónica aumenta, aumenta también hasta cierto límite la conductividad (C) o capacidad de un agua para conducir la corriente eléctrica. La unidad de medida de conductividad es el  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (microsiemens/cm) o  $\mu\Omega/\text{cm}$  (micromho/cm); La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad. Para disoluciones diluidas se estima que el aumento de temperatura en  $1^\circ\text{C}$  se traduce en un aumento de alrededor del 2% en la conductividad.

Según la clasificación de Espigares (1995), el grado de mineralización de una muestra de agua se puede determinar por el valor de su conductividad eléctrica, tal como se muestra en la Tabla 102.

Tabla 102 – Grado de mineralización del agua según su valor de conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Grado de Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 - 200	Débil
200 - 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua. (1995)

Teniendo en cuenta los valores de conductividad eléctrica del agua subterránea de los piezómetros no relacionados con las EDS, muestra que dos los puntos presentan una mineralización muy débil, se puede inferir una posible dirección de flujo general al occidente.

Al revisar los piezómetros de las Estaciones de Servicio (EDS), se observa que el 4% de los piezómetros presentan agua subterránea con una mineralización muy débil, el 57% una mineralización débil, el 30% una mineralización importante y el 9% una mineralización excesiva. Estos grados de mineralización están alterados por condiciones antrópicas asociadas al almacenamiento de hidrocarburos.



Figura 204 Grado de mineralización de las aguas subterráneas en la zona de estudio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Considerando el análisis de los parámetros fisicoquímicos in situ y su relación con las unidades geológicas se puede inferir que las aguas captadas por los piezómetros y el aljibe inventariados son aguas subterráneas recientes, dados sus valores de pH y conductividad eléctrica, relacionando las aguas de la zona nororiental del proyecto (Calle 76) con aguas de recargas, las cuales se mueven hacia el occidente aumentando su mineralización, sugiriendo una zona de descarga en el Río Bogotá. En la Figura 205 se presenta la ubicación de los puntos visitados que hacen parte del inventario de puntos de agua subterránea.

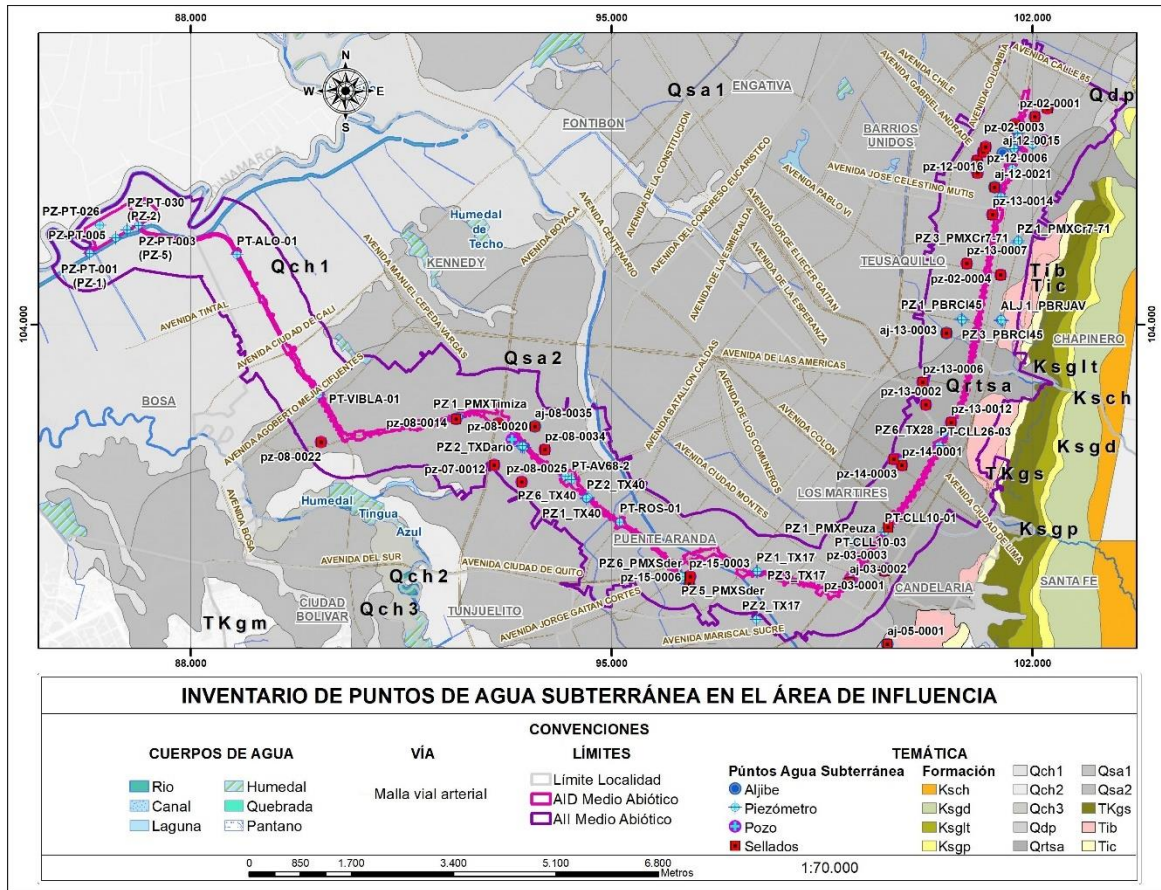


Figura 205 Inventario de puntos de agua subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.2.4.3 Direcciones de flujo del agua subterránea

Los mapas de isopiezas son la representación de las profundidades del agua subterránea mediante líneas equipotenciales, para definirlos se debe calcular el nivel estático en cota (msnm). En este sentido, se tiene en cuenta la altura (metros sobre el nivel del mar) de los puntos de agua subterráneas (aljibes y piezómetros) identificados en el AID.

A partir de la cota, se procede a calcular los niveles estáticos en cota (msnm), para lo cual se hace la diferencia entre la cota del terreno y la profundidad del nivel estático registrado en cada captación subterránea. En la siguiente tabla se presenta los datos empleados para la generación del mapa de direcciones de flujo del agua subterránea.

Tabla 103 – Datos planimétricos y altimétricos de las captaciones subterráneas

Tipo de Punto	ID	Coordenadas		Cota (msnm)	NE (m)	NE (msnm)
		Este	Norte			
Aljibe	aj-12-0015	101508	106841	2555.186	1.33	2554
Pozo	pz-14-0003	99747	101756	2581.685	3.7	2578
Piezómetro	PT-AV68-1	94231	101472	2552.1	1.61	2550
Piezómetro	PT-AV68-2	94335	101420	2552.5	2.84	2550
Piezómetro	PT-ROS-01	95136	100715	2551.3	1.48	2550
Piezómetro	PT-CLL10-01	99549	100551	2581.63	3.4	2578
Piezómetro	PT-CLL26-03	100456	101985	2579.8	0.3	2580
Piezómetro	PT-PLMB-VDT-12	101667	106594	2560.1	2.21	2558
Piezómetro	PZ-PT-001 (PZ-1)	86319	105182	2535.2	3.04	2532
Piezómetro	PZ-PT-003 (PZ-5)	87135	105645	2534.67	0.05	2535
Piezómetro	PZ-PT-005	86751	105437	2534.12	1.23	2533
Piezómetro	PZ-PT-026	86487	105650	2535.02	2.98	2532
Piezómetro	PZ-PT-030 (PZ-2)	86942	105574	2535.2	0.87	2534
Piezómetro	PT-CL73 PLMB_Nuevo	101758	107109	2574.3	0.8	2574
Piezómetro	P-VDT-044	88395	105503	2541.21	3.61	2538
Piezómetro	P-VDT-043	88252	105481	2542.3	2.98	2539
Piezómetro	P-VDT-016	87640	105460	2534.68	0.05	2535
Piezómetro	P-VDT-440	99820	100940	2586.2	4.26	2582
Piezómetro	P-VDT-413	99342	99778	2576.12	2.63	2573
Piezómetro	P-VDT-297	95533	100451	2552.32	14.97	2537
Piezómetro	PZ 1_TXPino	102014	107014	2564.09	1.34	2563
Piezómetro	PZ 2_TXPino	102007	107005	2564.09	1.33	2563
Piezómetro	PZ 3_TXPino	102018	107025	2564.09	1.32	2563
Piezómetro	PZ 4_TXPino	102007	106990	2564.09	1.39	2563

Tipo de Punto	ID	Coordenadas		Cota (msnm)	NE (m)	NE (msnm)
		Este	Norte			
Piezómetro	PZ 5_TXPino	102005	106991	2564.09	1.60	2562
Piezómetro	PZ 6_TXPino	102004	106992	2564.09	1.61	2562
Piezómetro	PZ 2_BRCI71	101697	106914	2559.94	1.17	2559
Piezómetro	PZ 3_BRCI71	101704	106924	2559.94	1.17	2559
Piezómetro	PZ 4_BRCI71	101705	106935	2559.94	1.06	2559
Piezómetro	PZ 5_BRCI71	101696	106921	2559.94	1.16	2559
Piezómetro	PZ 1_PMXCr7-71	101747	105361	2575.33	2.25	2573
Piezómetro	PZ 2_PMXCr7-71	101764	105394	2575.33	2.12	2573
Piezómetro	PZ 3_PMXCr7-71	101771	105389	2575.33	2.25	2573
Piezómetro	ALJ 1_PBRJAV	101475	104078	2589.68	3.16	2587
Piezómetro	ALJ 2_PBRJAV	101474	104061	2589.68	3.21	2586
Piezómetro	PZ 1_TX28	100534	102213	2587.33	3.93	2583
Piezómetro	PZ 2_TX28	100531	102216	2587.33	5.59	2582
Piezómetro	PZ 3_TX28	100535	102209	2587.33	5.99	2581
Piezómetro	PZ 4_TX28	100529	102211	2587.33	6.04	2581
Piezómetro	PZ 5_TX28	100532	102210	2587.33	5.34	2582
Piezómetro	PZ 6_TX28	100521	102196	2587.33	5.00	2582
Piezómetro	PZ 1_PBRCI45	100821	104096	2567.34	1.40	2566
Piezómetro	PZ 2_PBRCI45	100842	104075	2567.34	1.74	2566
Piezómetro	PZ 3_PBRCI45	100828	104076	2567.34	1.15	2566
Piezómetro	PZ 1_TX17	97414	99896	2564.44	0.38	2564
Piezómetro	PZ 2_TX17	97415	99096	2564.44	1.53	2563
Piezómetro	PZ 3_TX17	97428	99891	2564.44	2.77	2562
Piezómetro	PZ 1_PMXSder	96163	99819	2564.44	2.07	2562
Piezómetro	PZ 2_PMXSder	96175	99811	2560.26	2.27	2558

Tipo de Punto	ID	Coordenadas		Cota (msnm)	NE (m)	NE (msnm)
		Este	Norte			
Piezómetro	PZ 3_PMXSder	96151	99801	2560.26	2.58	2558
Piezómetro	PZ 4_PMXSder	96161	99757	2560.26	2.42	2558
Piezómetro	PZ 5_PMXSder	96164	99820	2560.26	2.66	2558
Piezómetro	PZ 6_PMXSder	96171	99800	2560.26	2.23	2558
Piezómetro	PZ 1_TX40	94586	101105	2556.53	2.18	2554
Piezómetro	PZ 2_TX40	94584	101103	2556.53	2.30	2554
Piezómetro	PZ 4_TX40	94582	101115	2556.53	2.44	2554
Piezómetro	PZ 5_TX40	94612	101124	2556.53	2.15	2554
Piezómetro	PZ 6_TX40	94582	101108	2556.53	2.60	2554
Piezómetro	PZ 3_TXDario	93491	101975	2555.08	2.48	2553
Piezómetro	PZ 4_TXDario	93523	101979	2555.08	2.39	2553
Piezómetro	PZ 5_TXDario	93523	101986	2555.08	1.94	2553
Piezómetro	PZ 1_PMXTimiza	92408	102446	2554.95	2.17	2553
Piezómetro	PZ 2_PMXTimiza	92450	102463	2554.95	2.34	2553
Piezómetro	PZ 3_PMXTimiza	92458	102456	2554.95	2.40	2553
Piezómetro	PZ 4_PMXTimiza	92426	102438	2554.95	2.39	2553

msnm: metros sobre el nivel del mar; NE (m): Profundidad del nivel estático; NE (msnm) Nivel estático en altura (msnm)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Para la generación de los mapas de isopiezas se utilizó el software Surfer Version 11.0.642 de Golden Software, Inc., empleando el interpolador Kriging, el cual es un proceso geoestadístico para generar superficies estimadas a partir de un conjunto de datos georreferenciados, y con valores a interpolar. Este interpolador es un método geoestadístico basado en modelos estadísticos, involucrando la autocorrelación, motivo por el cual no solo se tiene la capacidad de producir superficies de predicción, sino que también proporciona alguna certeza o precisión en las predicciones.

Kriging se fundamenta en la primera ley de la geografía planteada por Tobler, W. R (1970), donde se esboza que “todos los lugares están relacionados, pero los lugares más cercanos están más relacionados que los lugares lejanos” por lo tanto, la distancia o la dirección entre los puntos de una muestra, reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie.

La herramienta de interpolación de kriging ajusta una función matemática a un número específico de puntos o a todos los puntos dentro de un radio especificado, para determinar el valor de salida para cada ubicación.

Basados en los mapas de isopiezas, se observa una dirección de flujo del agua subterránea de oriente a occidente, permitiendo inferir que la principal zona de recarga de los acuíferos en el área se encuentra asociado a los Cerros Orientales y zona de contacto de los Depósitos Cuaternarios. Teniendo en cuenta el comportamiento de las direcciones de flujo del agua subterránea se puede estimar que el Río Bogotá es la principal zona de descarga de los acuíferos cuaternarios y con la única corriente superficial que presenta una posible interacción directa, las demás corrientes superficiales en la ciudad de Bogotá se encuentran revestidas y canalizadas en concreto lo que anula una posible interacción directa con los acuíferos cuaternarios (ver Tabla 130).

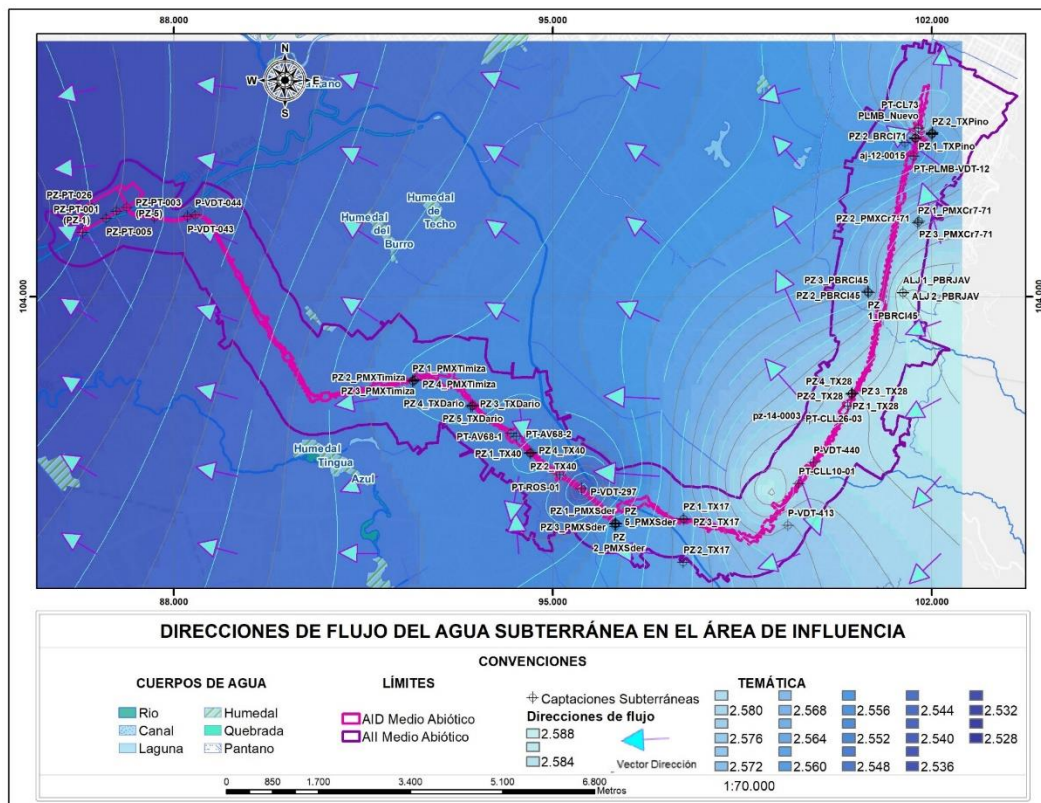


Figura 206 Direcciones de flujo del agua subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.2.4.4 Prospección Geoeléctrico puntual

El objetivo de esta investigación es obtener la información que permita evaluar las condiciones en profundidad de las unidades geológicas que pueden llegar a tener un potencial acuífero, mediante la



interpretación de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's) levantados en el Patio Taller y el trazado.

Para obtener dicha información se levantan e interpretaran en total ocho (8) Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's), seis (6) se localizaron en el Patio Taller y dos (2) se levantaron sobre la Avenida Primera de Mayo. Los sondeos se levantaron con longitudes entre 300 m y 600 m. En la Tabla 104 se presenta la identificación de cada SEV, coordenadas y cotas y su localización en la Figura 207.

Tabla 104 – Georreferenciación y principales características de los sondeos eléctricos verticales levantados

ID SEV	Coordenadas			Longitud AB/2 (m)
	Este	Norte	Z	
SEV-1-PLMB	87047.873	105656.652	2540.06	250
SEV-2- PLMB	87013.965	105788.791	2540.08	300
SEV-3- PLMB	86431.209	105712.010	2540.5	300
SEV-4- PLMB	86474.368	105613.672	2540.61	300
SEV-5- PLMB	86551.455	105653.615	2540.01	300
SEV-6- PLMB	86286.250	105171.182	2540.9	300
SEV-7- PLMB	95690.707	100303.467	2556.38	200
SEV-8- PLMB	94636.110	101087.031	2556.18	150

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

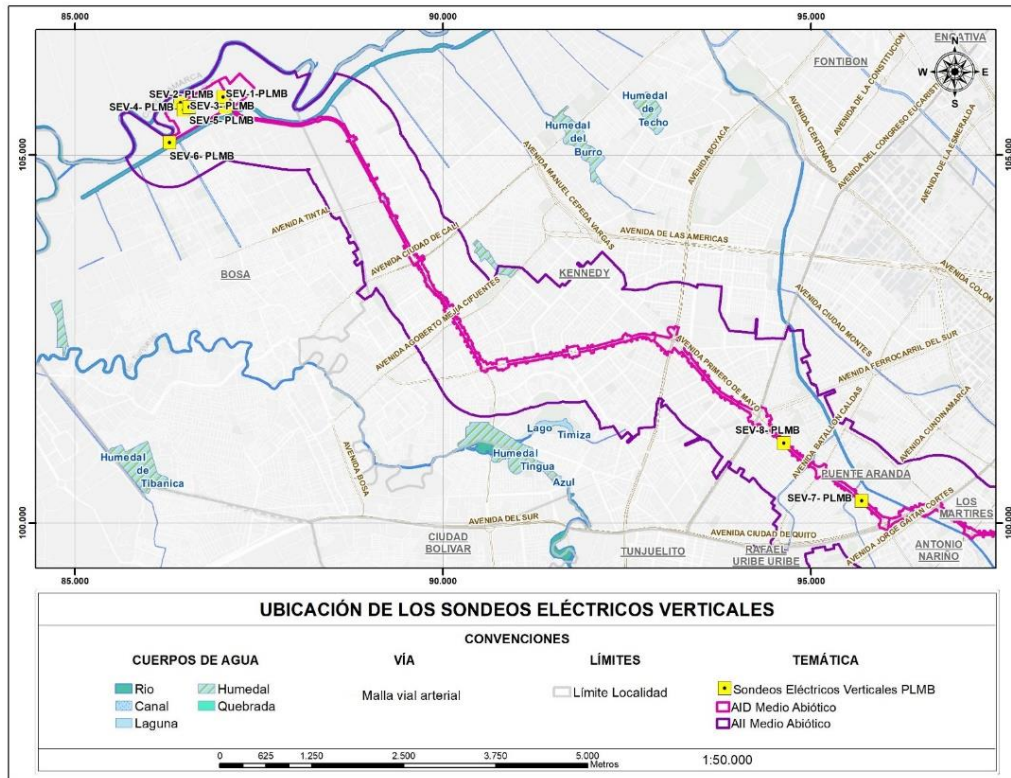


Figura 207 Ubicación de los sondeos eléctricos verticales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.5 Metodología Geoeléctrica Puntual

El método de estudio utilizado para la exploración geoeléctrica de resistividad, técnica basada en Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's) y arreglo de Schlumberger, el cual consiste en la medición, desde la superficie del terreno, de la resistividad eléctrica aparente de las distintas capas geológicas del subsuelo por debajo del punto sondeado (punto central de dispositivo), llamado "sondeo" por su similitud a la información que se obtiene mediante una perforación o sondeo mecánico.

El método de resistividad eléctrica se basa en el principio físico, donde la distribución de un potencial eléctrico en el subsuelo a partir de un punto (electrodo) de inducción de corriente eléctrica, depende de las resistividades eléctricas y las características litológicas de los suelos y rocas que hay alrededor de dicho electrodo (Ley de Ohm). En la Figura 208, se presentan los valores de resistividad típicos para algunas de los sedimentos y rocas que se encuentran más frecuentemente dentro de la corteza terrestre.

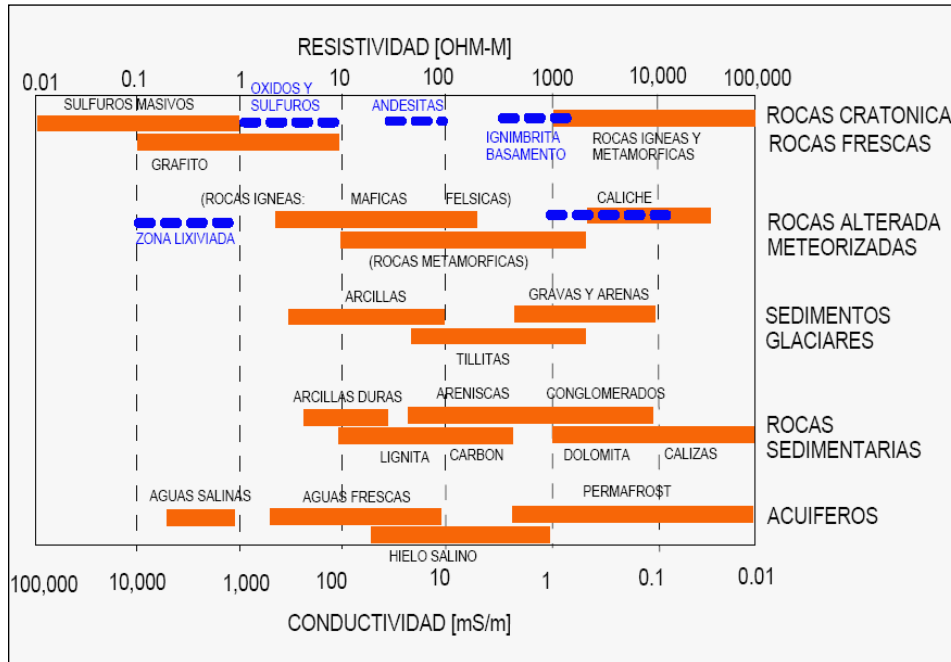


Figura 208 Valores de resistividad reflejados y conductividades eléctricas reflejadas por las rocas y sedimentos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

La resistividad de las arenas y gravas puede variar mucho, según la cantidad de agua que contienen y la calidad de esta, por lo cual no se puede dar cifras concretas. Pero es de mucho interés conocer que cuando está seca puede alcanzar valores hasta de 10 E5 Ohm-m y de 0.01 Ohm-m si el agua es salada.

La evaluación de la resistividad se realiza en la práctica, induciendo una corriente eléctrica continua (I) al terreno mediante dos electrodos (A y B) a diferentes longitudes de separación del centro (O), debido a que la profundidad de investigación del flujo aumenta al hacer cada vez mayor la separación de los electrodos y midiendo la diferencia de potencial ( $\Delta V$ ), la cual es generada al pasar la corriente a través del subsuelo entre los electrodos M y N. (Figura 209).

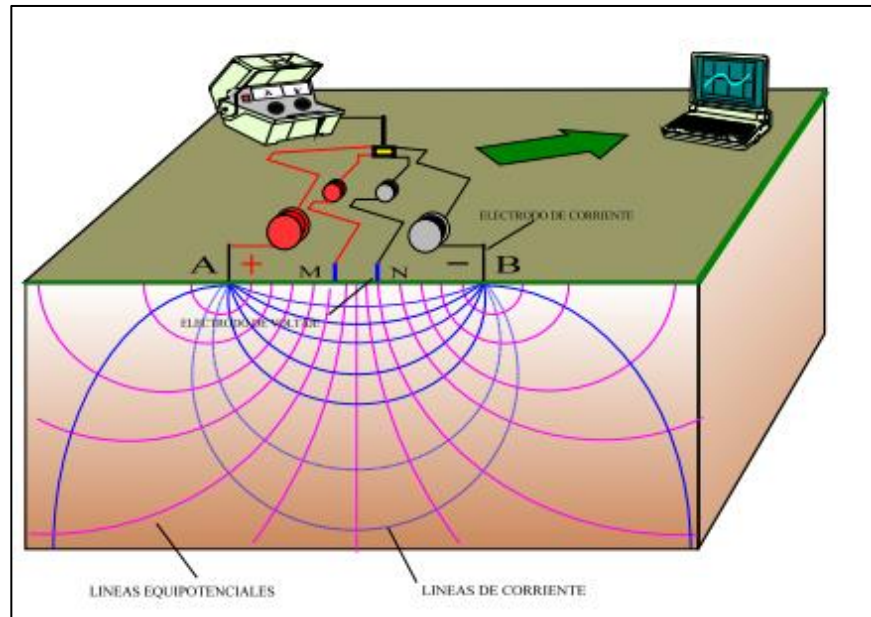


Figura 209 Arreglo Schlumberger para ejecución de técnica de SEV's

Fuente: Sierra, L 2009.

Las distintas resistividades específicas que se calculan corresponden a otras tantas capas geológicas, cuya profundidad se puede determinar. Si se dispone de información geológica, es posible también determinar su litología. Los datos de campo que se obtienen son la resistividad aparente vs distancia  $AB/2$  los cuales se grafican mediante un software especializado en gráficas log-log, constituyendo estos gráficos las "curvas" de SEV a interpretarse. En las siguientes fotografías se presenta el arreglo y toma de datos según la metodología expuesta.



Fotografía 58 Arreglo Schlumberger para el SEV1-PLMB

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Fotografía 59 Toma de datos de resistividad en el SEV2-PLMB

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.5.1 Resistividad

Este parámetro aparece constantemente en cualquier modalidad empleada en el método aplicado. La resistividad se define como la resistencia en Ohmios medida entre dos caras opuestas de un cubo de

materia con dimensiones unitarias.

Si se denomina R a la resistencia de un conductor con sección transversal constante de longitud L, sección de área S, y resistividad R: resulta que:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad ; \quad \rho = \frac{RS}{L}$$

Haciendo L= 1 m. y S= 1 m<sup>2</sup> se obtiene la unidad de resistividad que es el Ohmio por m y por m<sup>2</sup>, que comúnmente se expresa en ohmios-m. La corriente I, que pasa por un cuerpo y la diferencia de potencial V, que se produce está relacionada por la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R}$$

La corriente i por unidad de área, también conocida como densidad de corriente, es igual a:

$$i = \frac{I}{A}$$

#### 5.2.2.4.5.2 Interpretación de los sondeos eléctricos verticales

En general se puede establecer que la Resistividad de las Capas (R) es función de la resistividad del Agua (Rw) y el Factor de Formación (F), en un medio completamente saturado ( $R = R_w \times F$ ). Para realizar la interpretación de los SEV's se deben definir estos tres parámetros, cada uno de los cuales puede tener un amplio rango de variación.

La Resistividad de las Capas (R) se obtiene de la interpretación matemática de los sondeos. La Resistividad del Agua (Rw) depende principalmente, entre otros factores, de su concentración química (sales).

El Factor de Formación (F) es un parámetro cuyo valor depende únicamente de la textura de la roca. De su identificación en la ecuación anterior se puede diferenciar entre los sedimentos y roca consolidada o tipo de sedimentos así: materiales arcillosos tienen un Factor de Formación menor de 2; arenosos de 3 a 4; arenas gruesas y gravas de 5 a 6; rocas consolidadas un factor  $F > 7$ , siendo mayor a menor consolidación de la roca.

Partiendo de la relación que existe entre el Factor de Formación, la Resistividad del agua subterránea y teniendo en cuenta los efectos mencionados anteriormente, en las curvas de cada SEV se calculan las profundidades en metros de las distintas capas geológicas interpretadas y sus respectivos valores de las resistividades específicas en Ohm.m. Estos valores de resistividad son correlacionados con la litología. A partir de la interpretación matemática para cada SEV empleando el software IPI2Win Version 3.0.1, se genera un perfil geológico-geoeléctrico correlacionando los valores obtenidos de resistividad y su variación con la profundidad además de la litología de las diferentes capas geológicas presentes en el área de estudio.

Con frecuencia ocurre que las capas de poco espesor y profundas o que no se distinguen claramente por su resistividad, no quedan reflejadas en las curvas del SEV, razón por la cual no se construyen en el corte geoelectrico el número efectivo de capas exploradas. Esto sucede comúnmente con las capas delgadas de composición arcillosa o limosa.

#### 5.2.2.4.6 *Análisis hidrogeoquímicos*

Con la finalidad de establecer las características hidroquímicas “naturales” de las aguas subterráneas previas al desarrollo de un proyecto de índole antropogénico, se hace uso de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua subterránea recolectadas adecuadamente, con la finalidad de garantizar su representatividad, a las cuales se cuantifica su composición por medio de la determinación de la concentración de diversos constituyentes analizados, fundamentalmente entre 10 a 20 parámetros de los más de 60 constituyentes que puede poseer una muestra de agua (IGME, 1985).

Dichos constituyentes, cuyo análisis en conjunto componen la huella hidroquímica del agua, la conforman en su mayoría por elementos químicos en estado iónico (Custodio & Llamas, 1983), cuya presencia en la matriz hídrica se debe a la capacidad del agua para reaccionar con los componentes orgánicos e inorgánicos de su entorno, particularmente para las aguas subterráneas con la litología de la superficie o del subsuelo, lo que le da al agua sus propiedades características. Adicional a esto, existen otros factores importantes que pueden modificar la huella tales como, el clima, el entorno geológico, la temperatura y presión del medio, la velocidad del agua subterránea, la longitud del recorrido, la interacción con otras fuentes de agua que se cruzan y otras fuentes naturales y factores antropogénicos, entre otras (Avci et al., 2018; López Velandia, 2016b, 2018; Vence Márquez et al., 2012).

Los iones fundamentales, se encuentran conformados por los cationes Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Sodio ( $\text{Na}^+$ ) y Potasio ( $\text{K}^+$ ), así como los aniones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), presentes en casi todas las aguas subterráneas y su suma representa casi la totalidad de los iones disueltos, por tanto, sobre estos descasará la mayor parte de los aspectos químicos e hidrogeoquímicos asociados a la huella del agua subterránea (Custodio & Llamas, 1983).

La incorporación de estas sustancias al agua se desarrolla desde los procesos atmosféricos donde se genera una adición al sistema de diversas sustancias tales como Oxígeno ( $\text{O}_2$ ), Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), aerosoles, polvo y sales diversas presentes en el medio, marcando el primer escalón del enriquecimiento composicional previo a su precipitación e ingreso al medio superficial o subterráneo (IGME, 1985; López Velandia, 2016b; Sánchez San Román, 2012). En una etapa posterior a la precipitación, el agua inicia su proceso de interacción con el suelo, haciendo que esta sufra modificaciones drásticas en su composición como consecuencia de un conjunto de reacciones físico-químicas y biológicas complejas con el medio, a lo largo de su recorrido con la zona no saturada (ZNS) y en menor medida, con la zona saturada (ZS).

Por su paso por la ZNS, con frecuencia el agua adquiere gran parte de sus rasgos geoquímicos al poder disolver silicatos y carbonatos debido a sus características ácidas. Una vez el agua se infiltre en el

acuífero, su tiempo de tránsito en el mismo puede ser de días a semanas (flujos locales) a miles de años (flujos regionales) hasta que esta aflora a través de un manantial, río o captación (aljibe o piezómetro), por lo cual la variación composicional de las aguas subterráneas se puede deber a múltiples factores entre los cuales cabe citar: naturaleza y disposición espacial de los materiales con los que el agua entra en contacto, superficie y duración del contacto, longitud del recorrido, temperatura, presión, existencia de gases, grado de saturación del agua en relación con las distintas sustancias incorporables, entre otras (Geyh et al., 2001; López Velandia, 2016b; Vence Márquez et al., 2012)

Entre los posibles procesos geológicos que modifican la calidad del agua se puede señalar la disolución de algunos minerales como carbonatos, evaporitas y silicatos. Como los depósitos evaporíticos (carbonatos, sulfatos y cloruros) son usualmente más solubles que los silicatos, las aguas que los atraviesan tendrán una composición hidroquímica distinta entre ellas, siendo las primeras generalmente más salinas o con mayor concentración de iones disueltos (suponiendo que las aguas tienen el mismo tiempo de recorrido o interacción con los materiales geológicos).

En general, las aguas con menor tiempo de permanencia, predominantemente evolucionan desde una composición aniónica conformada por el ion bicarbonato (i.e. facie bicarbonatada), distintiva en flujos de corto recorrido (local), pasando por facies de tipo sulfatada, típica en flujos de mayor recorrido (intermedio), hasta facies cloruradas, característica en la descarga de flujos de muy largo recorrido (los regionales) (González-Abraham et al., 2012; Tóth, 2000); a esta evolución se le denomina secuencia de Chevotareb (Figura 209).

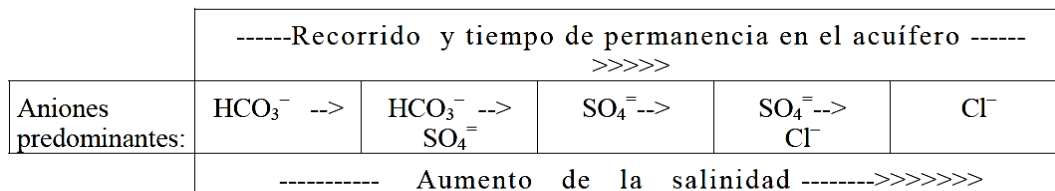


Figura 210 Secuencia de Chevotareb para aguas subterráneas

Fuente: Chevotareb (1955) citado por Sánchez San Román (2012)

Respecto de la composición catiónica, la secuencia análoga sería  $\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Na}^+$ , sin embargo, el tipo de catión depende de la litología con la cual el agua subterránea interactuó, por ejemplo:  $\text{Ca}^{2+}$ , en carbonatos donde predominan la calcita o plagioclasas cálcicas, ricas en anortita;  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ , en carbonatos de tipo dolomita y en rocas sedimentarias e ígneas, que contienen minerales con abundante  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ , fundamentalmente en alumino-silicatos de tipo básico o ultra básico (González-Abraham et al., 2012).

Adicional a la disolución de sales, pueden existir otros procesos modificantes de la composición hidroquímica de las aguas subterráneas, tales como las reacciones de óxido-reducción, el intercambio iónico (que afecta principalmente a los cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  por presencia de minerales arcillosos), así como procesos antrópicos como la ganadería, minería, agricultura, vertimiento de aguas residuales,

residuos sólidos y derrames accidentales de hidrocarburos, entre otros, los cuales son también responsables de cambios en la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas y superficiales.

De lo anterior, aunque la composición media del agua subterránea suele considerarse invariable en un acuífero o porción del mismo, no debe olvidarse que las interacciones agua-medio que determinan dicha composición son procesos dinámicos que se desarrollan a ritmo diverso tanto en el espacio como en el tiempo, por lo tanto, el análisis hidrogeoquímico del agua subterránea natural debe contemplarse con la perspectiva de su posible variación espacio-temporal, referida a un lugar y momentos determinados (IGME, 1985; López Velandia, 2016b).

El análisis de las muestras lo realiza el laboratorio AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S., bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2005 y basados en las metodologías presentadas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 22nd edition 2012 y el Código de Regulaciones Federales de la Agencia de Protección Ambiental los Estados Unidos de América U.S. EPA (Environmental Protection Agency), en la Tabla 105 se presenta la metodología usada en cada uno de los parámetros a analizar.

Tabla 105 – Método de análisis para los parámetros solicitados

Parámetro	PNT	Técnica	Límite de Detección/Cuantificación
<b>Mediciones In Situ</b>			
Conductividad Eléctrica <i>In Situ</i> Medido MA	SM 2510 B	Electrometría	0,33 $\mu$ S/cm
Oxígeno Disuelto <i>In Situ</i> Medido MA	SM 4500-OG / ASTM D-888-12	Electrometría	0,020 mg/L
pH <i>In Situ</i> Medido MA	SM 4500 H+B	Electrometría	1,0 unidades de pH
Temperatura <i>In Situ</i> Medido MA	SM 2550 B	Electrometría	0,20 °C
<b>Parámetros Fisicoquímicos</b>			
Aceites y Grasas	SM 5520 C	Espect FTIR	4,0 mg/L
Bicarbonatos	SM 2320 B	Calculado	5,00 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Carbonatos	SM 2320 B Cálculo	Calculado	5,00 mg/L
DBO <sub>5</sub>	SM 5210 B-C / ASTM 888 Mét C	Electrometría	2,10 mg/L
DQO	SM 5220 D DQO	Espect UV-VIS	10,00 mg/L
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C	Gravimetría	25,00 mg/L



Parámetro	PNT	Técnica	Límite de Detección/Cuantificación
Sólidos Totales en Suspensión	SM 2540 D 103 – 105 °C	Gravimetría	10,00 mg/L
<b>Aniones</b>			
Cloruros	SM 4110 B Modificado	Cromatog lónica	0,70 mg/L Cl <sup>-</sup>
Fosfatos	SM 4110 B Modificado	Cromatog lónica	0,100 mg/L
Nitratos	SM 4110 B Modificado	Cromatog lónica	0,30 mg/L N
Sulfatos	SM 4110 B Modificado	Cromatog lónica	0,800 mg/L SO <sub>4</sub>
<b>Metales Totales</b>			
Calcio Total	EPA 200.7	ICP-OES	1,00 mg/L
Hierro Total	EPA 200.7	ICP-OES	0,100 mg/L
Magnesio Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	1,00 mg/L
Manganeso Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	0,0500 mg/L
Potasio Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	4,00 mg/L
Sodio Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	4,00 mg/L
<b>Microbiología</b>			
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E	NMP	1,84 NMP/100mL
Coliformes Totales por NMP	SM 9221 B Modificado	Tubos Múltiples	1,88 NMP/100mL
Escherichia coli	SM 9221 F Modificado	Tubos Múltiples	1,90 NMP/100mL
<b>Hidrocarburos</b>			
Hidrocarburos Totales	SM 5520 C, F	Espect FTIR	4,000000 mg/L

Fuente: AGQLabs, 2021




#### 5.2.2.4.7 Selección de los puntos de muestreo




Los puntos de muestreo se seleccionaron a partir del inventario de pozos, aljibes y piezómetros realizado y contemplando las máximas profundidades a ser intervenidas por los pilotes para la


infraestructura de la Primera Línea del Metro de Bogotá, inventario que contemplo las perforaciones realizadas como parte de los estudios e investigaciones para la Primera Línea del Metro de Bogotá, así como los existentes en la base de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. Durante el inventario se realizó una inspección de los puntos de agua subterránea (piezómetros, pozos y aljibes), estableciendo su condición actual y representatividad de los acuíferos tanto en el área de influencia directa como en el área de influencia indirecta.


Se seleccionaron catorce (14) puntos de agua subterránea: un aljibe y un pozo profundo que pertenecen a la base de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente y los cuales están fuera del área de influencia directa y doce piezómetros que pertenecen a la Primera Línea del Metro de Bogotá. Los puntos seleccionados se presentan a continuación (Tabla 106), la cual, presenta las principales características (dámetro, profundidad y nivel estático) de los puntos muestreados.

Tabla 106 – Coordenadas proyectadas de los puntos de muestreo

ID*	Coordenadas Geográficas (Decimales)		Coordenadas Planas (Cartesianas origen Bogotá)		Fecha de Toma (dd-mm-aa)	Hora de Toma	FOTO
	Latitud	Longitud	Este	Norte			
PZ 1	04.64313°	74.20089°	86319.0	105182.0	6-10-21	12:50	
PZ 2	04.64859°	74.19910°	86562.6	105772.0	6-10-21	12:00	
PZ 5	04.64726°	74.19344°	87135.0	105645.0	6-10-21	13:58	

ID*	Coordenadas Geográficas (Decimales)		Coordenadas Planas (Cartesianas origen Bogotá)		Fecha de Toma (dd-mm-aa)	Hora de Toma	FOTO
	Latitud	Longitud	Este	Norte			
P-VDT-044	04.64597°	74.18213°	88395.3	105502.9	9-12-21	17:40	
P-VDT-043	04.64560°	74.18366°	88251.6	105481.4	9-12-21	18:00	
P-VDT-016	04.64488°	74.18578°	87639.9	105459.9	9-12-21	18:30	
PZ-14-0003	04.61241°	74.07984°	99746.7	101755.6	9-12-21	11:30	
P-VDT-440	04.60448°	74.07937°	99819.5	100939.8	9-12-21	13:20	

ID*	Coordenadas Geográficas (Decimales)		Coordenadas Planas (Cartesianas origen Bogotá)		Fecha de Toma (dd-mm-aa)	Hora de Toma	FOTO
	Latitud	Longitud	Este	Norte			
P-VDT-413	04.59668°	74.08498°	99341.7	99778.2	9-12-21	14:00	
P-VDT-297	04.60031°	74.11760°	95533.4	100451.0	9-12-21	15:00	
AJ-12-0015	04.65806°	74.06411°	101507.9	106841.4	9-12-21	9:30	
PT-PLMB-VDT-12	04.65502°	74.06252°	101667.2	106594.1	9-12-21	10:10	
PT-CLL26-03	04.61388°	74.07349°	100455.6	101985.0	9-12-21	10:50	

ID*	Coordenadas Geográficas (Decimales)		Coordenadas Planas (Cartesianas origen Bogotá)		Fecha de Toma (dd-mm-aa)	Hora de Toma	FOTO
	Latitud	Longitud	Este	Norte			
PT-AV68-2	04.60904°	74.12885°	94335.0	101420.0	9-12-21	15:40	

\*Identificación teniendo en cuenta los nombres dados a las perforaciones en los estudios de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

## INFORME DE RESULTADOS DE MONITOREOS DE RUIDO Y VIBRACIONES CAMPAÑA 2, ETAPA DE CONSTRUCCION.

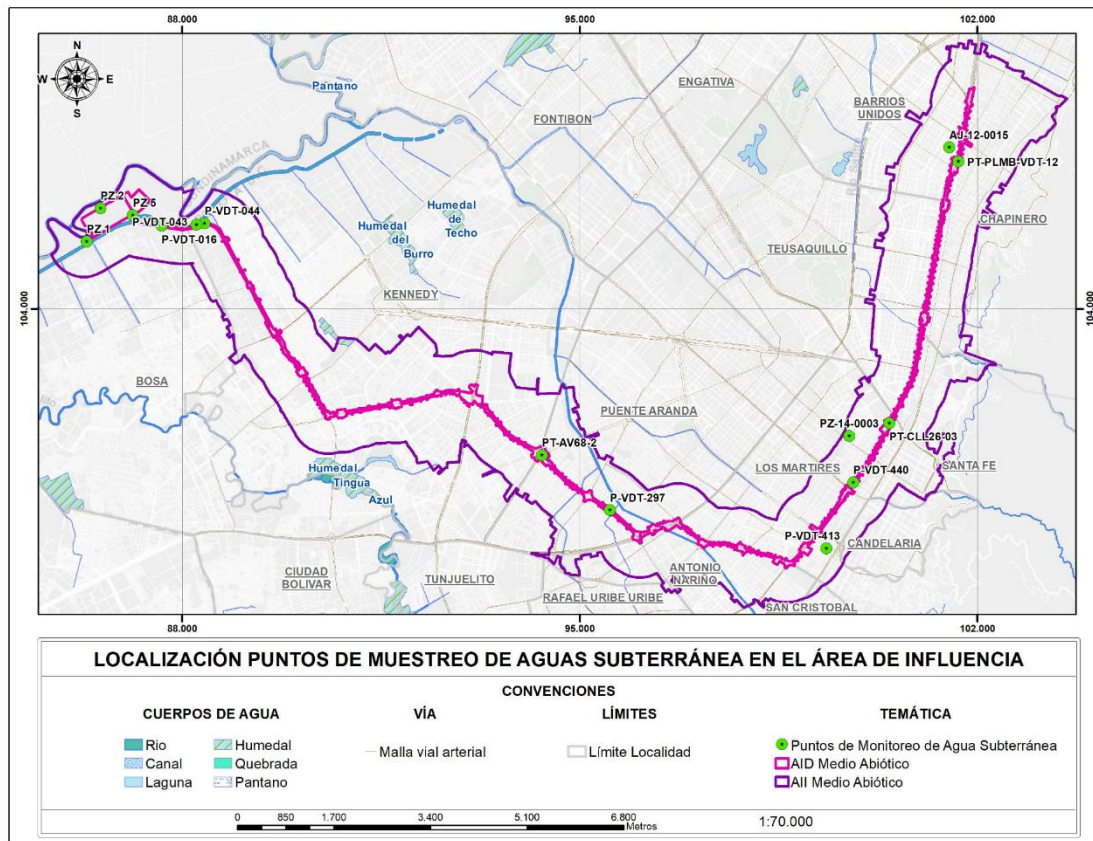


Figura 211 Localización puntos de muestreo de aguas subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.7.1 Muestreo de agua subterránea

Los días 7 de octubre y 9 de diciembre de 2021 (fecha que corresponde a una época de exceso hídrico para la cuenca del Río Bogotá según los datos históricos), el laboratorio AGQ Prodycon Colombia S.A. (AGQLabs) realizó la toma y análisis de laboratorio de las muestras en el área de estudio, el cual cuenta con resolución de acreditación 0744 del 2020 dada por el IDEAM para análisis ambientales de aguas, suelos, sedimentos y lodos. Para esta campaña se recolectaron un total de catorce (14) muestras puntuales de piezómetros para el análisis fisicoquímico y microbiológico del área de estudio, previa purga de los puntos de agua (ver Figura 210).

##### ► Purga de Puntos de Agua Subterránea

Con el fin de garantizar que las muestras tomadas en los puntos de agua subterránea fueran representativas del agua almacenada en el acuífero, se procedió a retirar tres cuartas (3/4) partes del volumen almacenado en cada uno de los piezómetros y aljibes, haciendo un seguimiento de los parámetros in situ (pH, Conductividad y Temperatura) hasta lograr su estabilización, situación que se validó mediante la toma de estos parámetros en intervalos de dos minutos según lo recomendado por (IDEAM & INVEVAR, 2017). Posteriormente, se esperó a una recuperación mínimo del 90% del descenso generado para proceder a la toma de muestras. Los datos registrados durante la purga se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 107 – Parámetros in situ durante la purga

ID	Dia m (Pu l)	Prof (m)	NE (m)	V.A (m <sup>3</sup> )	V.R (m <sup>3</sup> )	ND (m)	pH Unidades			CE μS/cm			T °C			NE Muestra (m)	Rec (%)
PZ-1	1	48.8	3.04	0.023	0.02	18.1 2	7.2 1	7.2 3	7.2	80 1	80 2	79 9	19. 4	19.4	19. 3	2.92	103. 9
PZ-2	1	25.9	0.87	0.012	0.01	5.87	7.3 2	7.3	7.3 9	99 9	99 8	99 8	19. 8	19.7	19. 8	0.86	101. 1
PZ-5	1	22.7	0.05	0.011	0.01	8.21	7.2 1	7.2 4	7.1 9	10 12	10 13	10 10	19. 5	19.5	19. 5	0.052	96.0
P-VDT-044	1	50	3.61	0.023	0.02	22.1	6.9 1	6.9	6.9 1	10 66	10 61	10 60	20. 8	19.9	19. 8	3.54	101. 9
P-VDT-043	1	45	2.98	0.021	0.02	36.1	6.7 8	6.7 2	6.7 2	10 79	10 82	10 81	19. 9	19.1	19. 3	2.96	100. 7
P-VDT-016	1	51	0.05	0.025	0.02	27	7.2 9	7.3	7.2 9	12 43	12 41	12 40	19. 5	19	19	0	200. 0

ID	Diam (Pu l)	Prof (m)	NE (m)	V.A (m <sup>3</sup> )	V.R (m <sup>3</sup> )	ND (m)	pH Unidades			CE µS/cm			T °C			NE Muestra (m)	Rec (%)
PZ-14-0003	4	80	3.7	0.62	0.59	7.43	6.3	6.3	6.3	18	18	18	19.6	18.7	18.8	3.8	97.3
P-VDT-440	1	45	4.26	0.02	0.02	19.3	6.8	6.9	6.8	17	17	17	21.8	21.9	21.8	4.01	105.9
P-VDT-413	1	48	2.63	0.023	0.02	17.7	7.1	7.2	7.2	44	44	44	22.3	21.3	21.2	2.6	101.1
P-VDT-297	1	54	14.97	0.019	0.02	25.3	7.0	7.1	7.1	12	12	12	18.6	19.3	19.1	14.15	105.5
AJ-12-0015	38	9	1.33	5.61	5.05	2.4	6.7	6.8	6.7	14	14	14	18.3	19	18.9	1.27	104.5
PT-PLMB-VDT-12	1	36	2.21	0.017	0.02	17.3	7.1	7.2	7.1	18	17	18	22.6	21.8	21.7	2.22	99.5
PT-CLL26-03	2	23	0.3	0.046	0.04	10.6	7.5	7.6	7.6	10	10	10	19.2	19.2	19.1	0.25	116.7
PT-AV68-2	2	50	2.84	0.095	0.09	28.4	7.6	7.6	7.6	99	92	93	18.3	18.3	18.8	2.81	101.1

Diam: Diámetro; Prof: Profundidad; NE: Nivel Estático; V.A: Volumen Almacenado; V.R: Volumen Retirado; ND: Nivel Dinámico; CE: Conductividad Eléctrica; T: Temperatura; Rec: Recuperación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Se aclara que no se realiza purga en los puntos AJ-12-0015 y PZ-14-0003 toda vez que, al tener uso diario, no se requiere purga, ya que el agua almacenada dentro de estas captaciones es recirculada a diario y por ende representativa de la unidad hidrogeológica captada.

#### 5.2.2.4.8 Condiciones hidrometeorológicas

El área de estudio, se encuentra enmarcada en la ciudad de Bogotá en la unidad fisiográfica planta que comprende el altiplano de la sabana de Bogotá localizados por debajo de la cota de 2600 m.s.n.m. (Bernal et al., 2007). Teniendo en cuenta las series de estaciones meteorológicas localizadas próximas al área de estudio y con períodos superiores a los 10 años para garantizar la confiabilidad de la información, se seleccionó la estación Apto el Dorado (Tabla 108 –), para el análisis climatológico.

Tabla 108 – Estación meteorológica representativa próxima al área de estudio

No	Estación	Latitud	Longitud	CAT.	Elevación	Código	Entidad
1	APTO EL DORADO	04°42'20,4"N	74°09'24,0"W	CP	2547	2520579	IDEAM

Fuente: Bernal et al. (2007).

► Temperatura

La temperatura media diaria multimensual presenta valores con poca variación durante el periodo OCT-DIC 2021, presentando un valor de  $16,0 \pm 0,9$  °C, lo cual da lugar a una zona isotermal donde la temperatura media no presenta grandes variaciones a través del año, con rangos entre 13,9°C a 17,9°C. Para los días cuando se realizaron los muestreos, la temperatura media fue de  $16,4 \pm 0,9$  °C (06/10/2021) y  $16,8 \pm 0,9$  °C (09/12/2021). En la Tabla 109 se presentan los valores promedio, máximos y mínimos de cada estación analizada.

Tabla 109 – Valores medios diarios multimensuales de la temperatura de las estaciones analizadas

T (°C)	Carvajal - Sevillana	Kennedy	Movil 7ma
$\bar{x} \pm SD$	$16,0 \pm 0,8$	$15,5 \pm 0,8$	$16,3 \pm 0,8$
Min	14,3	13,9	14,6
Max	17,5	17,1	17,9
06-10-2021	16,3	16,1	16,7
09-12-2021	16,8	16,4	17,1

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente (2022).

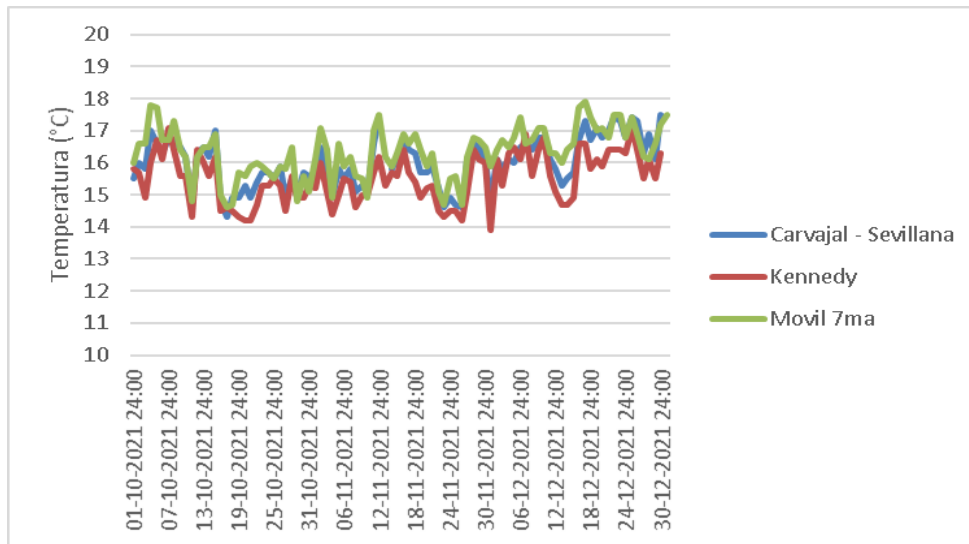


Figura 212 Comportamiento diario de la Temperatura (°C) en el periodo OCT-DIC 2021

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1



► Precipitación

La distribución de la precipitación media mensual en la zona es de carácter bimodal, influenciada por la ZICT la cual provocando dos periodos de baja precipitación: entre junio y septiembre, y entre diciembre y marzo, y dos periodos lluviosos: el primero, entre abril y mayo, cuando la ZICT se desplaza hacia el norte y el segundo entre octubre y noviembre, cuando la ZITC regresa a su posición norte más extrema; este segundo periodo lluvioso es el más fuerte (Eslava R., 1993; López Velandia, 2016a). Acorde a los datos de las estaciones analizadas, la precipitación media diaria multimensual es de  $4,0 \pm 7,8$  mm, presentándose variabilidad debido que más del 50% de los días del periodo analizado existieron lluvias (46 días Est. Carvajal; 49 días Est. Movil 7ma) con valores máximos de precipitación de 46,5 mm (Est. Carvajal) y 40,5 mm (Est. Movil 7ma).

Para los días cuando se realizaron los muestreos, se presentaron bajas precipitaciones durante los 5 días previos ( $< 1$  mm) y precipitaciones medias de  $1,5 \pm 1,9$  mm (06/10/2021) y  $2,2 \pm 2,8$  mm (09/12/2021). Así mismo se encuentra una mayor precipitación sobre la estación Est. Movil 7ma dada su cercanía con los cerros orientales y el efecto asociado a precipitaciones orogénicas que este genera. En la Tabla 110, se presentan los valores promedio, máximos y mínimos de cada estación analizada.

Tabla 110 –Valores medios diarios multimensuales de la precipitación de las estaciones analizadas

P (mm)	Carvajal - Sevillana	Movil 7ma
$\bar{x} \pm SD$	$3,7 \pm 7,8$	$4,2 \pm 7,8$
min	0,0	0,0
max	46,5	40,5
06-10-2021	0,1	2,8
09-12-2021	4,1	0,2

Nota: La estación de Kennedy no cuenta con datos de la variable de precipitación

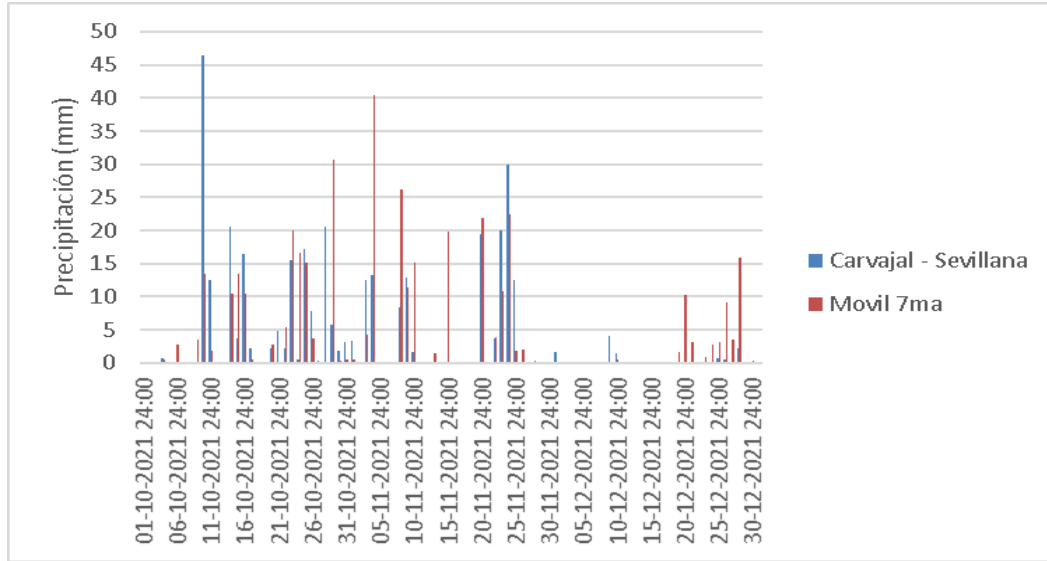


Figura 213 Comportamiento Mensual de la Precipitación (mm)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

► Humedad Relativa

La humedad relativa media diaria multimensual presenta valores con poca variación durante el periodo OCT-DIC 2021, presentando un valor de  $63 \pm 6 \%$ , fluctuando en un rango entre 47% - 77%. Para los días cuando se realizaron los muestreos, la humedad relativa media fue de  $61 \pm 3 \%$  (06/10/2021) y  $62 \pm 4 \%$  (09/12/2021). En la Tabla 111, se presentan los valores promedio, máximos y mínimos de cada estación analizada.

Tabla 111 – Valores medios diarios multimensuales de la humedad relativa de las estaciones analizadas

HR (%)	Kennedy	Móvil 7ma
$\bar{x} \pm SD$	66,79 $\pm$ 4,89	60 $\pm$ 5
min	53,12	47
max	76,84	72
06-10-2021	63,71	59
09-12-2021	64,87	59

Nota: La estación de Carvajal-Sevillana no cuenta con datos de la variable de humedad relativa.

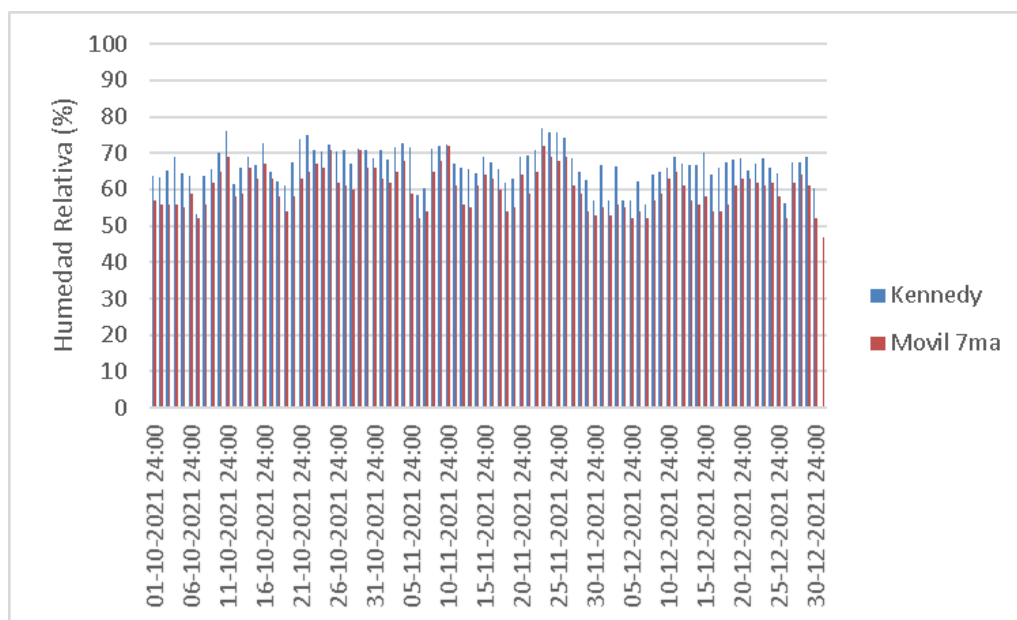


Figura 214 Comportamiento diario de la Humedad Relativa (%) en el periodo OCT-DIC 2021

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

#### 5.2.2.4.9 Resultados obtenidos

##### 5.2.2.4.9.1 Base de datos fisicoquímica y microbiológicas

Con la finalidad de caracterizar las propiedades hidroquímicas del agua subterránea obtenida, en aras de interpretar y caracterizar su origen y potencia evolución dadas las interacciones agua-roca (Edmunds & Smedley, 2000), se hizo uso de los resultados de laboratorio asociados a las variables fisicoquímicas y microbiológicas.

Para realizar un adecuado análisis de la data, los valores censurados que han sido reportados como “menores que” al límite de detección o cuantificación, fueron remplazados por valores no calificados iguales a cero, acorde a lo establecido por el laboratorio AGQLabs, adicionalmente, los valores mayores que el límite de cuantificación fueron remplazados por valores 1,7 veces el límite mayor de detección (Güler et al., 2002; Sanford et al., 1993).

##### 5.2.2.4.9.2 Validación de resultados

Para validar los resultados obtenidos por el laboratorio, se realizó el balance iónico tradicional (%CBE, por sus siglas en inglés: percent charge-balance error) el cual se basa en la diferencia entre las cargas totales positivas y las cargas totales negativas expresado en unidades de porcentaje (Fritz, 1994; Murray & Wade, 1996). La ecuación (1) de acuerdo a Freeze & Cherry (1979) es definida como:

$$\%CBE = \left| \frac{\sum z \cdot m_c - \sum z \cdot m_a}{(\sum z \cdot m_c + \sum z \cdot m_a)} \cdot 100\% \right| \quad (1)$$

En esta ecuación,  $z$  es el valor absoluto de la carga del ion;  $m_c$  y  $m_a$  son las concentraciones en meq/L de las especies catiónicas y aniónicas respectivamente. El criterio que ha sido usado para la aceptación de los datos analíticos es de  $\pm 10\%$ , producto de la utilización de diversas técnicas para la determinación de los numerosos parámetros analizados, las cuales traen consigo un aumento en la incertidumbre del análisis y en la precisión de los datos obtenidos en el mismo, así como por los valores medios de la conductividad eléctrica, acorde a lo establecido por Custodio & Llamas (1983) (Tabla 112).

Tabla 112 – Error admisible para análisis de muestras de agua

ECw ( $\mu S/cm$ )	50	200	500	2000	>2000
%CBE (%)	30	10	8	4	4

Fuente: Custodio & Llamas (1983)

De la aplicación del %CBE, se encuentra que el 85,7% (12 muestras) de las muestras presentan errores menores al 10%, adicionalmente las dos muestras restantes (PT-CLL26-03 y PT-AV68-2) se encuentra por debajo del error admisible establecido por Custodio & Llamas (1983) teniendo en cuenta la conductividad eléctrica de cada muestra analizada (Tabla 113), por lo anterior, la totalidad de las muestras serán tenidas en cuenta para el análisis hidrogeoquímico correspondiente al área de estudio.

Tabla 113 – Balance iónico para los datos fisicoquímicos obtenidos de los puntos de muestreo obtenidos en la primera campaña

Punto de Muestreo	ECw	%CBE	Punto de Muestreo	ECw	%CBE
PZ 2	1038	-4,62%	P-VDT-440	236	-6,93%
PZ 1	782	3,57%	P-VDT-413	355	9,90%
PZ 5	829	9,33%	P-VDT-297	372	-8,82%
P-VDT-044	1545	-9,56%	AJ-12-0015	152	-0,12%
P-VDT-043	660	9,87%	PT-PLMB-VDT-12	207	9,35%
P-VDT-016	474	8,22%	PT-CLL26-03	98	-12,53%
PZ-14-0003	184	-5,58%	PT-AV68-2	107	-10,08%
$\bar{x} + SD = -0,6 \pm 8,7\%$					

ECw: conductividad eléctrica del agua; %CBE: balance iónico;  $\bar{x}$ : media; SD: desviación estándar

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Teniendo en cuenta la validez de los datos, se realizó un análisis exploratorio de los datos obteniendo los siguientes resultados (Tabla 114).

Tabla 114 – Análisis exploratorio de las muestras de agua subterránea tomadas en el área de estudio

Var.	n	$\bar{x}$	SD	skew	Var.	n	$\bar{x}$	SD	skew
pH	14	7,36	1,05	1,19	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14	0,27	0,79	2,64
T	14	19,76	1,15	0,23	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	14	0,36	0,79	1,78
ECw	14	502,79	422,94	1,03	Na <sup>+</sup>	14	40,7	40,46	0,41
OD	14	3,32	1,39	-1,21	K <sup>+</sup>	14	15,16	33,85	2,82
SDT	14	251,36	245,87	0,84	Ca <sup>2+</sup>	14	29,89	24,94	1,17
SST	14	3695,43	9231,7	2,51	Mg <sup>2+</sup>	14	8,73	15,72	2,36
DBO <sub>5</sub>	14	25,57	47,81	2,66	Fe	14	52,86	126,82	2,7
DQO	14	251,21	327,83	1,31	Mn	14	0,42	0,57	1,58
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14	206,9	218,55	0,87	Col.F	14	872,34	1586,98	1,91
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	14	8	29,93	2,98	Col.T	14	63988,57	127355,76	2,22
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	14	8,3	12,7	1,5	E. Coli	14	222,86	442,68	1,93
Cl <sup>-</sup>	14	23,45	21,2	0,94	HC	14	2,6	3,61	1,12

Var.: variable; n: número de muestras;  $\bar{x}$ : media; SD: desviación estándar; Skew: coeficiente de asimetría; pH: potencial de hidrógeno; T: temperatura; ECw: conductividad eléctrica; OD: oxígeno disuelto; SDT: sólidos totales disueltos; SST: sólidos suspendidos totales; DBO<sub>5</sub>: Demanda biológica de oxígeno de 5 días; DQO: demanda química de oxígeno; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: bicarbonatos; CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>: carbonatos; Cl<sup>-</sup>: cloruro; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: sulfato; N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: Nitratos; P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>: Fosfatos; Na<sup>+</sup>: sodio; K<sup>+</sup>: potasio; Ca<sup>2+</sup>: calcio; Mg<sup>2+</sup>: magnesio; Fe: hierro total; Mn: manganeso total; Col.F: coliformes fecales; Col.T: coliformes totales; E.Coli: Escherichia coli; HC: Hidrocarburos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Los parámetros analizados (Figura 214) presentan distribuciones asimétricas a la derecha (Coeficiente de asimetría de Fisher:  $\gamma_1 > 0$ ), a excepción del OD ( $\gamma_1 < 0$ ).

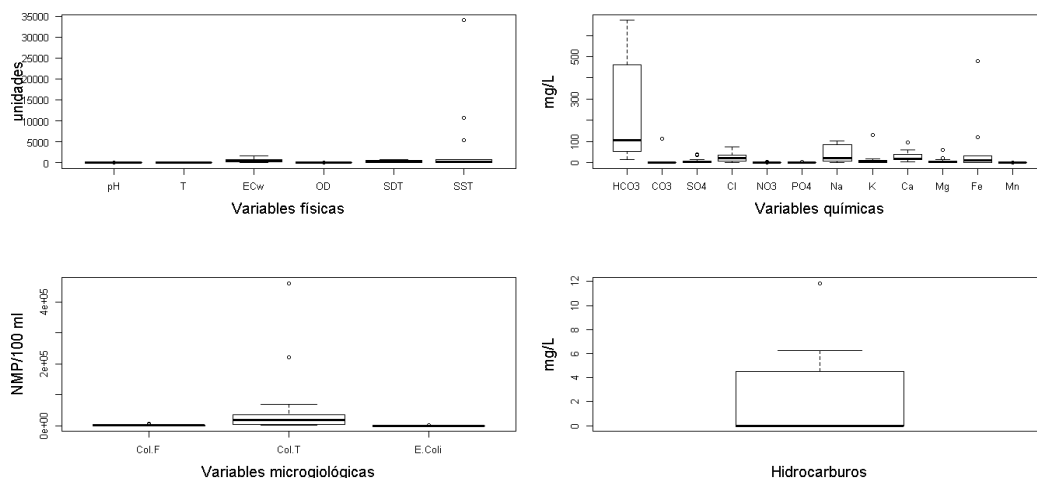


Figura 215 Boxplot de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas de los puntos de muestreo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.10 Comparación normatividad del agua

Al comparar la base de datos hidroquímica y microbiológica con los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico para uso agrícola (Decreto 1594 de 1984, Artículos 40) y para consumo humano (Resolución 2115 de 2007, Artículos 3, 4, 6, 7 y 11) (Tabla 115), así como con el índice de riesgo de calidad del agua - IRCA (Tabla 116), se establece que el agua extraída del área de estudio, no debería ser utilizada directamente para agua de riego al sobrepasar las criterios admisibles fisicoquímicos (pH → PT-PLMB-VDT-12; Mn → PZ 1, PZ 2, PZ 5, P-VDT-043, P-VDT-440, P-VDT-413, P-VDT-297) y microbiológicos (Col.Fec→ P-VDT-043, P-VDT-297; Col.Tot → PZ 1, PZ 2, PZ 5, P-VDT-043, P-VDT-044, P-VDT-413 y P-VDT-297).(Presidencia de la República de Colombia, 1984).

Tabla 115 – Comparación de la base de datos con la Resolución 2115/07.

Variable	R. 2115/07	PZ 1	PZ 2	PZ 5	P-VDT-044	P-VDT-043	P-VDT-016	PZ-14-0003	P-VDT-440	P-VDT-413	P-VDT-297	AJ-12-0015	PT-PLMB-VDT-12	PT-CLL26-03	PT-AV68-2
ECw (µS/cm)	1000	782	1038	829	1545	660	474	184	236	355	372	152	207	98	107
OD (mg/L)	-	0,230	3,440	0,480	3,550	3,540	4,510	2,630	3,320	3,380	4,300	4,540	4,780	3,820	4,020
pH (Unidades de pH)	6,5 - 9,0	7,3	7,1	7,0	7,6	7,1	7,4	6,3	6,5	6,8	6,5	6,4	10,0	9,0	8,1
T (°C)	-	19,9	21,4	19,7	19,7	18,7	19,3	18,6	20,7	21,2	20	17,9	21,7	19,1	18,7
Aceites y Grasas (mg/L)	-	< 4,0	< 4,0	< 4,0	6,5	19,06	<4,000	<4,000	5,61	6,17	<4,000	<4,000	13,18	10,74	9,6
Acidez Total (mg/L)		ND	ND	ND	148	9,71	12,7	6,75	< 5,00	6,12	67,7	< 5,00	< 5,00	7,39	7,39
Balance iónico (%)	-	3,68	4,55	9,28	9,69	9,89	8,48	6	7,41	9,65	8,73	1,77	9,42	12,3	9,93
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	-	488	462	671	473	123	158	13,6	15,3	89,9	185	52,2	56,2	57,7	51,7
Carbonatos (mg/L)	-	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	112	< 5,00	< 5,00
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	-	12,8	9,47	25,3	186	15,1	7,03	4,5	5,07	3,35	8,55	<2,00	26,6	7,12	47,1
DQO (mg/L)	-	843,9	168,1	1022	608	159	68,8	27,6	35,3	30,1	84,3	<10,0	180	68,8	221
SDT (mg/L)	-	490,0	610,0	501,0	778,0	316,0	228,0	41,0	83,0	76,0	132,0	77,0	84,0	52,0	51,0
SST (mg/L)	-	10680	162,0	> 20000	5313	108	355	57	144	57	786	<10,00	41	20	13
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	250,0	23	27	28	52	75	11	18	36	36	3	7,7	< 0,70	5,5	6,1
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	0,5	0,170	< 0,100	0,164	2,25	< 0,100	2,19	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	0,3	< 0,100	<0,100
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	10,0	< 0,30	< 0,30	0,84	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	2,9	< 0,30	< 0,30	< 0,30

Variable	R. 2115/07	PZ 1	PZ 2	PZ 5	P-VDT-044	P-VDT-043	P-VDT-016	PZ-14-0003	P-VDT-440	P-VDT-413	P-VDT-297	AJ-12-0015	PT-PLMB-VDT-12	PT-CLL26-03	PT-AV68-2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	250	3,42	1,12	< 0,800	< 0,800	34,9	< 0,800	< 0,800	4,91	6,62	1,89	15,4	38,3	6,73	2,97
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	60	58,7	40,0	95,0	8,2	45,6	6,9	4,4	14,1	39,8	19,5	16,6	36,2	15,8	17,7
Fe (mg/L)	0,3	120	30,5	480	18,6	8,52	8,27	32,7	27,2	12,9	0,11	<0,100	0,301	0,591	0,406
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	36	19,8	14,6	59,4	2,71	7,1	2,95	1,7	2,24	2,71	7,78	1,2	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Mn (mg/L)	0,1	0,779	1,127	2,025	0,137	0,624	0,099	0,15	0,294	0,353	0,348	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500
K <sup>+</sup> (mg/L)	-	11,0	9,44	18,3	131	14,3	7,25	< 4,00	< 4,00	5,06	6,98	8,93	< 4,00	< 4,00	< 4,00
Na <sup>+</sup> (mg/L)	-	104	96,1	94,6	83,4	62	60,9	6,71	6,97	19,9	19,6	5,39	6,13	4,05	< 4,00
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	-	1,30E+01	8,40E+02	7,80E+00	7,90E+02	5,40E+03	3,50E+02	1,50E+02	1,70E+02	4,90E+02	3,50E+03	<1,84	<1,84	1,20E+01	4,90E+02
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	0	4,60E+05	2,20E+05	7,00E+04	2,10E+04	3,50E+04	1,70E+04	1,30E+04	7,90E+03	2,00E+04	2,60E+04	5,40E+02	7,00E+02	1,20E+03	3,50E+03
E. Coli NMP/100 mL)	0	< 1,90	10,0	< 1,90	350	1500	55	63	63	91	920	<1,90	<1,90	<1,90	68
Hidrocarburos (mg/L)	0,01*	< 4,000000	< 4,000000	< 4,000000	4,05	11,84	< 4,000000	< 4,000000	< 4,000000	5,54	< 4,000000	< 4,000000	6,22	4,17	4,53

\*Datos en rojo son valores mayores que los criterios de calidad admisibles para consumo humano establecidos por la Resolución 2115 de 2007

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

De acuerdo con los resultados de la Tabla 115, no se recomiendan las aguas extraídas para consumo humano directo, debido a que sobrepasar los criterios admisibles asociados a conductividad eléctrica (PZ 2 y P-VDT-044), pH (PT-PLMB-VDT-12), alcalinidad total (PZ 1, PZ 2, PZ 5, P-VDT-044), fosfato (P-VDT-044, P-VDT-016), Calcio (PZ 5), hierro (PZ 1, PZ 2, PZ 5, P-VDT-044, P-VDT-043, P-VDT-016, PZ-14-0003, P-VDT-



440, P-VDT-413, PT-PLMB-VDT-12, PT-CLL26-03, PT-AV68-2), Magnesio (PZ 5), Manganeseo (PZ 1, PZ 2, PZ 5, P-VDT-044, P-VDT-043, P-VDT-016, PZ-14-0003, P-VDT-440, P-VDT-413, P-VDT-297). Coliformes Fecales (totalidad de los puntos de muestreo) e hidrocarburos (P-VDT-044, P-VDT-043, P-VDT-413, PLMB-VDT-12, PT-CLL26-03, PT-AV68-2), lo cual se refleja en un IRCA por muestra mayor al 80,0% para las muestras PZ 2, P-VDT-044, P-VDT-043, P-VDT-016, PZ-14-0003, P-VDT-440, P-VDT-413, P-VDT-297 y PT-AV68-2, lo que implica que el nivel de riesgo es “inviabile sanitariamente”, adicionalmente, los puntos PZ1 (36,3%), PZ 5 (40,2%) y PT-PLMB-VDT-12 (35,3%) presentan un IRCA entre 35,1% y 80%, lo que implica un nivel de riesgo alto y el punto AJ-12-0015 un IRCA de 29,4%. Lo anterior implica que el agua extraída de los puntos de muestreo no es apta para consumo humano (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)

Tabla 116 – Comparación de la base de datos con el IRCA para la destinación del recurso hídrico

Punto De Muestreo	IRCA	Nivel de Riesgo	Observación
PZ 1	36,3%	Alto	Agua no apta para consumo humano
PZ 2	85,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano
PZ 5	40,2%	Alto	Agua no apta para consumo humano
P-VDT-044	87,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos
P-VDT-043	83,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos
P-VDT-016	83,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano
PZ-14-0003	83,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano
P-VDT-440	83,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano con presencia de aceites y grasas
P-VDT-413	83,3%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos
P-VDT-297	80,4%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano
AJ-12-0015	29,4%	Medio	Agua no apta para consumo humano
PT-PLMB-VDT-12	35,3%	Alto	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos
PT-CLL26-03	32,4%	Medio	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos
PT-AV68-2	81,4%	Inviabile sanitariamente	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.10.1 Conclusiones de los resultados de monitoreo

Para validar los resultados obtenidos por el laboratorio mediante el balance iónico tradicional, se concluyó que la totalidad de las muestras se encuentran por debajo del error admisible establecido por Custodio & Llamas (1983) teniendo en cuenta la conductividad eléctrica de cada muestra analizada ( $|\%CBE| = 0,6 \pm 8,7 \%$ ).

Al comparar la base de datos fisicoquímica y microbiológica con los criterios de calidad admisibles para consumo humano (Resolución 2115 de 2007, Artículos 3, 4, 6, 7 y 11) se establece que el agua extraída de los puntos de muestreo no debería ser utilizada directamente para consumo humano al sobrepasar los criterios admisibles fisicoquímicos y microbiológicos, lo cual se refleja en IRCA's  $\geq 32,4\%$ . Adicionalmente, se evidencia un efecto antrópico sobre el acuífero, dada la presencia de hidrocarburos, aceites y grasas, Escherichia coli y Coliformes Totales, lo cual hace im potable y de necesario análisis dado el riesgo, del agua extraída de los puntos de muestreo P-VDT-044, P-VDT-043, P-VDT-440, P-VDT-413, PT-PLMB-VDT-12, PT-CLL26-03 y PT-AV68-2.

Teniendo en cuenta el origen de los elementos fisicoquímicos y microbiológicos que superan los criterios de calidad del agua establecidos en la Resolución 2115 de 2007, se puede asociar que los parámetros pH, fosfatos, hidrocarburos, coliformes totales y escherichia coli a procesos antrópicos como desagües y fugas en tuberías sanitarias, procesos industriales y actividades de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, los cuales pueden generar incrementos de estos en el agua subterránea, mientras que el aumento de las concentraciones de conectividad eléctrica, el calcio hierro y manganeso se presenta por procesos naturales de disolución de roca, intercambios catiónicos asociados a la dinámica del agua en la naturaleza.

En términos generales es importante precisar la necesidad de monitorear los parámetros ambientales que puedan ser afectados por la construcción del proyecto, ya que esto representa el mecanismo por medio del cual se pueden obtener los datos e información para comparar un antes y un después del estado de calidad del recurso y así poder definir si existió una posible afectación por el proyecto. Asimismo, como se mencionó anteriormente, los resultados de los monitoreos son la base para establecer las medidas más acordes para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos sobre los recursos ambientales y a su vez, con los indicadores será posible medir la eficacia de la implementación de las medidas de manejo para la preservación o restablecimiento de la calidad del agua, suelo y aire.

#### *5.2.2.4.11 Zonas de recarga de acuíferos*

La recarga se define como el proceso por el cual se incorpora agua a un acuífero procedente del exterior que lo limita; el agua de recarga puede provenir de la infiltración de la lluvia, del agua superficial o por transferencia desde otro acuífero (Custodio, 1983). Otros autores (Freeze y Cherry, 1979) definen este fenómeno como un proceso por el cual el exceso de infiltración sobre la evaporación drena desde la zona radicular y continúa circulando en dirección descendente a través de la zona no saturada hasta la capa freática.

Según el balance de aguas de una cuenca, la recarga del agua lluvia es igual a la infiltración, menos la evaporación y menos la escorrentía superficial; se mide como una tasa (altura, tiempo o un caudal) (UNESCO, 1998). Este proceso ocurre de manera natural cuando el agua lluvia se infiltra hacia el acuífero a través del suelo con alta capacidad de infiltración o la roca es suficientemente permeable; la zona en donde ocurre este proceso se define como el área o zona de recarga (Mateus, 2007).

La infiltración es el volumen de agua que procedente de las precipitaciones, en un determinado tiempo, atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo o de las formaciones geológicas subyacentes, este volumen es lo que se considera infiltración eficaz, recarga natural o recarga profunda, no toda la infiltración alcanza la zona saturada (Custodio, 1983).

La recarga natural tiene el límite de la capacidad de almacenamiento del acuífero de forma que en un determinado momento el agua que llega al acuífero no puede ser ya almacenada y pasa a otra área, superficie terrestre, río, lago, o incluso a otro acuífero; lo cual conforma la descarga natural de los acuíferos y en los sitios donde se da este proceso se denominan las recargas naturales; la capacidad de almacenamiento de un acuífero dependerá del espesor y profundidad, esto se refiere a la geometría de los acuíferos solos, en conjunto o interconectados, Faustino J. (2006) citado por Matus (Matus, 2007).

#### 5.2.2.4.12 Delimitación de las zonas de recarga potencial

La zona en donde ocurre el proceso de infiltración de agua hacia el acuífero, que presenta un suelo con alta capacidad de infiltración o roca suficientemente permeable se define como el área o zona de recarga.

Los métodos aplicados para la zonificación de las zonas de recarga se basan en la evaluación del potencial del terreno para permitir la infiltración del agua lluvia, analizando variables como la topografía, geología, suelos, uso del suelo y factores climáticos. La definición del tipo y cantidad de variables depende en gran medida de la escala del estudio y del objeto específico de esta zonificación; en general las zonas de recarga se presentan categorizadas como altas, medias o bajas.

Para determinar las zonas de recarga del área de estudio se utilizó la metodología desarrollada por Silva (2007), la cual clasifica el grado de capacidad de infiltración de un terreno con base en su potencial para funcionar como zona de recarga.

Esta metodología utiliza como variables el tipo de suelo, la cobertura vegetal, la unidad geológica, la pendiente del terreno y el uso del suelo. Cada una de estas variables es discretizada en cinco rangos. Para cada rango, dependiendo de su potencial para contribuir a la recarga se le asigna un valor de 1 a 5, siendo 5 el potencial “muy alto” y 1 “muy bajo”, como se presenta en la Tabla 117.

Tabla 117 – Valoración del potencial de recarga

Potencial de Recarga	Valor Resultante
Muy alta	4,1 – 5,0
Alta	3,5 – 4,09
Moderada	2,6 – 3,49
Baja	2,0 – 2,59
Muy baja	0,75 -1,99

Fuente: Matus, 2007

La suma de todos estos factores, cada uno con un peso diferente, determina el valor del potencial de recarga, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

### Ecuación 1

$$ZR = (0.27 * Pendiente) + (0.23 * Tipo\ de\ suelo) + (0.12 * Tipo\ de\ roca) + (0.25 * cobertura\ vegetal) + (0.13 * uso\ de\ suelo)$$

Una vez discretizada y ponderada cada variable, utilizando algebra de mapas, se obtuvo la delimitación de las zonas de recarga potencial. A continuación, se describen los valores asignados a cada variable en la metodología de Matus (2007) así como también y valores asignados según las características de la zona.

#### ► Pendientes

La pendiente se define como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal. Su valor se expresa en grados o en porcentaje (SGC, 2013). Provee información acerca de del tipo de material que conforma la unidad geomorfológica, así los valores de escorrentía de un área están fuertemente asociados al valor de la pendiente que presenta el área, por lo que suelos con relieves más planos no favorecen la escorrentía del agua y permiten un mayor tiempo de contacto del agua con el suelo favoreciendo la infiltración, mientras que suelos de altas pendientes aumentan la velocidad de la escorrentía, considerándose críticas estas áreas por el grado de degradación que pueden causar y la alteración de las condiciones de recarga.

Geomorfológicamente en el área predominan las pendientes Moderadamente inclinadas, abarcando el 61,70 % del área, seguidas de las pendientes ligeramente inclinadas las cuales cubren un 18,90% del área; los menores porcentajes corresponden a zonas Fuertemente inclinadas con 2,97% y a zonas planas con un porcentaje del 5,58%. El mapa de pendientes es una variable cuantitativa y continua, derivada del modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 12,5 m. Los rangos de pendientes que se emplean en esta variable corresponden a los rangos de inclinación de laderas relacionados en la (Tabla 118).

Tabla 118 – Rango de pendientes presente en el área de estudio

Pendiente (%)	Descripción	Potencial De Recarga	Ponderación	Área	
				ha	%
0-4	Casi a nivel o ligeramente inclinada	Muy alta	5	1395,60	45,50
4-8					
8-15	Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	Alta	4	1130,32	36,85
15-25	Moderadamente empinada	Moderada	3	412,92	13,46

Pendiente (%)	Descripción	Potencial De Recarga	Ponderación	Área	
				ha	%
25-50	Empinada	Baja	2	104,57	3,41
50-75	Muy empinada extremadamente empinada	Muy Baja	1	24,42	0,80
> 75					
<b>Total</b>				<b>3067,1</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.13 Unidades hidrogeológicas

A partir de la actualización de la geología y para la actualización del modelo hidrogeológico conceptual y numérico, se hace la clasificación de las unidades hidrogeológicas en el área de influencia.

#### 5.2.2.4.14 Definición de unidades hidrogeológicas y potencial acuifero

Por lo general, los resultados arrojados de las investigaciones de estudios hidrogeológicos son recopiladas y representadas mediante el modelo conceptual, el cual debe integrar un modelo geológico, un modelo hidrológico, un modelo hidráulico y un modelo hidrogeoquímico. El modelo conceptual se convierte en la base del modelo hidrogeológico numérico.

La definición de unidades hidrogeológicas se basa en la geología, las propiedades hidráulicas y otras condiciones del entorno, en este sentido la Asociación Internacional de Hidrogeología desarrolló una guía (IAH, 1995) para la clasificación de las unidades hidrogeológicas en la cual establece la siguiente clasificación:

- A. Rocas y sedimentos con flujo esencialmente intergranular.
  - A.1. Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.
  - A.2. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.
- B. Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas, incluidos los acuíferos kársticos.
  - B.1. Acuíferos altamente productivos, sistemas de acuíferos continuos.
  - B.2. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.
- C. Rocas y sedimentos con limitado recurso de agua subterránea o estratos esencialmente sin recursos de agua subterránea.
  - C.1. Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales.
  - C.2. Estratos o rocas sin recurso de agua subterránea (acuicludos).

Adicionalmente para la (IAH, 1995) ha definido las unidades hidrogeológicas bajo varios criterios, donde cabe resaltar la basada en los valores de conductividad hidráulica, definiendo: un acuífero de importancia hidrogeológica con una relativa alta permeabilidad y productividad a unidades con valores de conductividad hidráulica mayores a 1.0E-06 m/s. Acuíferos o acuitardos de baja productividad a los que presenten una conductividad entre 1.0E-06 m/s a 1.0E-9 m/s y clasifica las unidades con conductividades hidráulicas menores a 1.0E-9 m/s como de muy baja a nula productividad.

La definición de las unidades hidrogeológicas para el área de influencia se basa en el análisis geológico y estructural de las unidades presentes, como también en la evaluación de los resultados del inventario de puntos de agua subterránea, las correlaciones geológicas, la hidrología y en los resultados hidrogeoquímicos.

Siguiendo los lineamientos planteados por la Asociación Internacional de Hidrogeología (IAH, 1995) las unidades hidrogeológicas del área del proyecto se clasifican de acuerdo al tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (primaria o intergranular y secundaria o por fracturas), y a su potencialidad acuífera (según su capacidad específica).

Para el área de influencia se definen tres (3) unidades hidrogeológicas:

- ▶ A.2. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.
- ▶ C.1. Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea, sistemas locales.
- ▶ C.2. Estratos o rocas sin recurso de agua subterránea.

En la Tabla 119 se presenta la clasificación de las unidades hidrogeológicas y sus principales características litológicas e hidráulicas.

Tabla 119 – Clasificación de las unidades hidrogeológicas y sus principales características litológicas e hidráulicas

Clasificación IAH	Unidad Estratigrafía	Litología	K (m/d)	S	
<b>A. Rocas y sedimentos con flujo esencialmente intergranular</b>					
A.1.	Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.	Formación Sabana (Qsa2)	Acuífero multicapa regional conformado por arcillas, intercalaciones mientras de arcillas arenosas y arenas arcillosas. Desarrolla un espesor de 320 m. rendimiento de 0.1 a 5 lps.	1.0 a 4.0	1.00E-04
A.2.	Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.	Formación Río Tunjuelo (Qrtsa)	Acuífero libre, de tipo local conformado por gravas con intercalaciones menores de arenas arcillosas, arcillas, arcillas orgánicas y arcillas turbosas. Espesor hasta 80 m	0.1 a 1.0	1.00E-03

Clasificación IAH	Unidad Estratigrafía	Litología	K (m/d)	S	
	Depósitos de Pendiente (Qdp)	Acuíferos locales, discontinuos, conformados por limos y arenas. Espesor máximo de 30 m.	0.1 a 0.5	1.00E-02	
<b>B. Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas, incluidos los acuíferos kársticos.</b>					
B.1.	Acuíferos altamente productivos, sistemas de acuíferos continuos.	-	-	-	
B.2.	Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.	-	-	-	
<b>C. Rocas y sedimentos con limitado recurso de agua subterránea o estratos esencialmente sin recursos de agua subterránea</b>					
C.1.	Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales.	Formación Sabana (Qsa1)	Acuitardo conformado principalmente por arcillas y limos. Espesor hasta de 320 m y porosidad primaria.	1.0E-04 a 1.0E-06	1.00E-05
		Formación Chía (Qch1, Qch2, Qch3)	Acuitardo con porosidad primaria, local conformado por arcillas de inundación, arcillas orgánicas y limos fluviales. Espesor entre 5.0 m y 30 m.	1.0E-04 a 1.0E-05	1.00E-04
		Formación Bogotá (Tib)	Acuitardo sin importancia hidrogeológica compuestos por arcillolitas limosas y abigarradas, con lignitos y areniscas verdosas. Con espesor hasta de 1050 m.	1.0E-05 a 1.0E-07	1.00E-06
C.2.	Estratos o rocas sin recurso de agua subterránea (acuicludos).	-	-	-	
K (m/d): Conductividad Hidráulica; S: Coeficiente de Almacenamiento.					

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



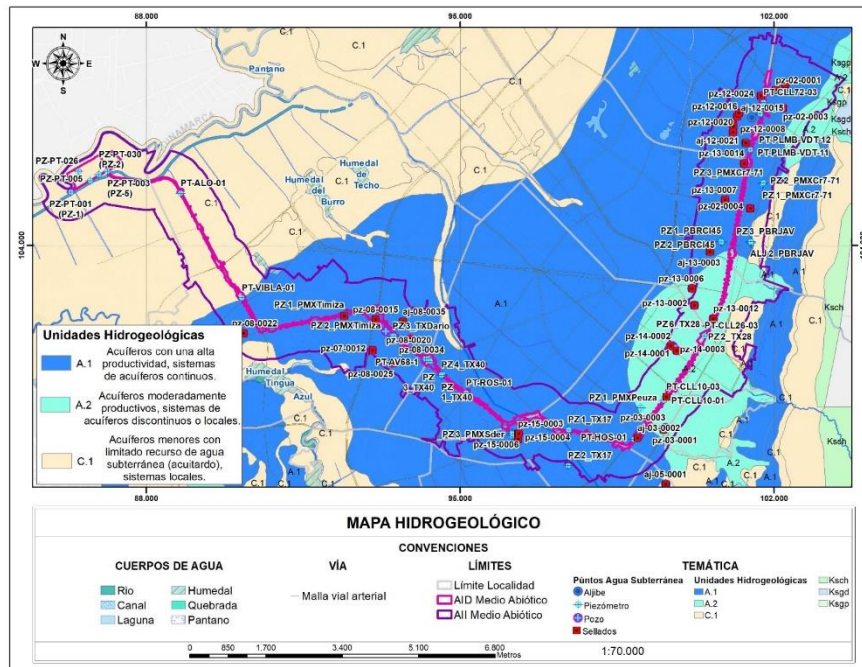


Figura 216 Mapa hidrogeológico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.15 Análisis de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de los acuíferos

La evaluación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de los acuíferos se basa en el análisis del índice de vulnerabilidad de los acuíferos mediante la metodología GOD (Foster, 1987).

#### 5.2.2.4.16 Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos

La vulnerabilidad ante la contaminación del agua subterránea es una propiedad cualitativa, relativa, no medible y adimensional, que tiene por objeto establecer el grado de defensa natural del sistema ante la alteración potencial de la calidad del agua subterránea, establecida por las propiedades físicas del medio no saturado, que lo convierten en una herramienta para la toma de decisiones frente a la protección del mencionado recurso. De forma genérica, el cálculo de la vulnerabilidad de un acuífero se puede realizar cualitativamente, estableciendo un índice de vulnerabilidad muy alta, alta, media, baja o nula.

La vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan degradar la calidad del agua subterránea, mediante infiltración directa a través del suelo o de la zona no saturada. Foster (1987) define la vulnerabilidad como la susceptibilidad del agua subterránea a ser afectada adversamente por cargas contaminantes aplicadas en la superficie.

► Metodología GOD

El método GOD, es un método sencillo y sistemático, usándose cuando se cuenta con escasos datos o no cubren la totalidad del territorio que se estudia. Considera tres parámetros de evaluación: “G” Ocurrencia del agua subterránea, hace relación al tipo de acuífero (confinado, semiconfinado, inconfinado.) o confinamiento hidráulico de las aguas subterráneas, en el acuífero considerado; “O” para los estratos suprayacentes (zona vadosa o lechos confinantes) en términos de carácter litológico y grado de consolidación que determinan la capacidad de atenuación de contaminantes; y, “D” para la profundidad a la que se halla el nivel del agua subterránea desde la superficie. El índice GOD da un puntaje a cada variable, una vez valorado cada parámetro se calcula el Índice de Vulnerabilidad total, multiplicando los valores asignados a cada parámetro, obteniéndose valores de cero “0” a uno “1”, donde un índice cero “0” indica una vulnerabilidad despreciable y un índice “1” una vulnerabilidad extrema a la contaminación. En la Figura 217, se muestra la Metodología GOD desarrollada por Foster (1987) para evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los Acuíferos.

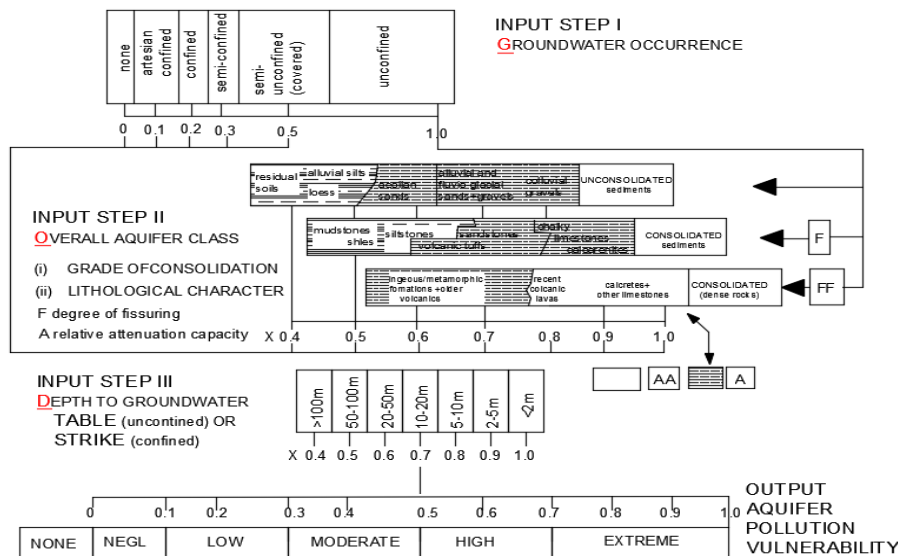


Figura 217 Metodología GOD (Foster, 1987)

Fuente: Foster 1987

► Ocurrencia del Agua Subterránea. - Parámetro “G”

La condición de confinamiento de los Acuíferos es una función que interviene directamente en la vulnerabilidad natural del agua subterránea ante una contaminación potencial, ya que en general en acuíferos confinados o cautivos, con un espesor considerable de capa confinante el acceso de posibles contaminantes es más restringido.

► Substrato Litológico Suprayacente. - Parámetro “O”

Este parámetro incluye una caracterización global de la zona que suprayace al acuífero o zona no saturada, evaluando el grado de consolidación y el tipo de litología que conforma la cobertura del

acuífero considerado y teniendo en cuenta también el grado de fisuramiento y la capacidad de atenuación relativa del material geológico de la zona de aireación, evaluando indirectamente características como porosidad, permeabilidad y retención específica de humedad.

La importancia de la zona no saturada en la evaluación de la vulnerabilidad radica en su potencial para la intercepción, sorción y eliminación de bacterias y virus patógenos; para la atenuación de minerales pesados y químicos orgánicos a través de precipitación, para la sorción e intercambio catiónico y para la sorción y biodegradación de algunos compuestos orgánicos de origen natural o sintético. Sin embargo, la zona no saturada puede en ocasiones actuar sólo como un retardante del efecto contaminante, cuando se enfrenta a contaminantes móvil y persistente.

► Profundidad de la Tabla de Agua o Techo del Acuífero Confinado. - Parámetro “D”

Esta hace referencia a la profundidad del nivel del agua subterránea o nivel freático para acuíferos libres y el techo del acuífero, si éste es confinado. Para lo cual Foster (1987) ha definido estos rangos:

< 2 metros = calificación de 1

2 – 5 m = calificación de 0.9

5 – 10 metros = calificación de 0.8

10 – 20 m = calificación de 0.7

20 – 50 metros = calificación de 0.6

50 – 100 m = calificación de 0.5

> 100 metros = calificación de 0.4

De forma lógica entre más profunda se encuentre la superficie freática el Acuífero es menos vulnerable a la contaminación.

► Evaluación de la Vulnerabilidad intrínseca a la Contaminación de la Unidad Hidrogeológica A.1 (Qsa2)

La unidad hidrogeológica A.1., la integra la Formación Sabana (Qsa2) y se considera como un acuífero con alta productividad de tipo continuo y semi libre, ya que presenta una cobertura en su mayoría arcillosa, por estas características se le asigna al Parámetro “G” un valor de 0.5, teniendo en cuenta que el material geológico que cubre dicho acuífero está conformado principalmente por arcillas y limos arcillosos, al parámetro “O” se le confiere un valor de 0.4. La profundidad del nivel estático en esta unidad hidrogeológica varía entre 0.38 m a 14.97 m, ya que es un acuífero multicapa, esta unidad presenta una profundidad promedio del nivel estático de 2.27 confiriéndole al parámetro “D” un valor de 0.9. De esta manera se tiene la siguiente operación:

$$IV = \text{Ocurrencia del agua subterránea} \times \text{Sustrato litológico} \times \text{Distancia al agua}$$

$$IV = 0.5 \times 0.4 \times 0.9 = 0.18$$

De acuerdo con la ecuación del índice de vulnerabilidad para la unidad hidrogeológica A.1., es de 0.18, indicando con ello que la vulnerabilidad a la contaminación es baja.

- ▶ Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca a la Contaminación de la Unidad Hidrogeológica A.2. (Qrtsa, Qdp)

Los depósitos cuaternarios asociados a la Formación Río Tunjuelo (Qrtsa) y Depósitos de Piedemonte (Qdp) conforman la unidad hidrogeológica A.2., en la zona de influencia. Dicha unidad hidrogeológica se clasifica como un acuífero local de tipo libre por lo cual se le confiere un valor de 1.0 al Parámetro “G”. Al Parámetro “O” se le asigna un valor de 0.8 ya que esta unidad hidrogeológica está conformada por gravas con intercalaciones de arenas y limos arenosos principalmente. Los piezómetros que se encuentran sobre esta unidad hidrogeológica muestran que la profundidad del agua subterránea esta entre 3.4 m y 6.0 m, con una profundidad promedio de 4.4 m lo cual hace que para el parámetro “D” se le asigne un valor de 0.9. Según lo anterior obtenemos la siguiente operación:

$$IV = \text{Ocurrencia del agua subterránea} \times \text{Sustrato litológico} \times \text{Distancia al agua}$$

$$IV = 1.0 \times 0.7 \times 0.9 = 0.63$$

El resultado final del cálculo para el índice de GOD es de 0.72, lo cual indica que el grado de vulnerabilidad para esta unidad hidrogeológica es alta.

- ▶ Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca a la Contaminación de la Unidad Hidrogeológica C.1. (Qch1, Qch2, Qch3, Qsa1, Tib)

La unidad hidrogeológica C.1., se clasifica como un acuitardo dado su limitada capacidad de almacenar y retener agua subterránea, teniendo en cuenta que eventualmente puede llegar a presentar algunas capas de limos saturados se le asigna para el parámetro “G” un valor de 0.3, considerándolo como un acuífero semi confinado. La parte superior de esta unidad hidrogeológica se identifican capas de arcilla, limos arcillosos y en algunas zonas suelos orgánicos, por lo cual se le otorga al parámetro “O” el valor de 0.5, para el parámetro “D” se le otorga un valor de 1.0 ya que la profundidad de la tabla de agua está en promedio en 1.85 m.

De esta manera se tiene la siguiente operación:

$$IV = \text{Ocurrencia del agua subterránea} \times \text{Sustrato litológico} \times \text{Distancia al agua}$$

$$IV = 0.3 \times 0.5 \times 1.0 = 0.15$$

Considerando el resultado de la valoración de los tres parámetros para el índice de Vulnerabilidad del Acuífero, se obtiene un valor de 0.15, indicando que la unidad hidrogeológica C.1., presenta una vulnerabilidad a la contaminación baja.

En la Tabla 120 y Figura 218 se presentan los índices de vulnerabilidad a la contaminación de cada una de las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia.

Tabla 120 – Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas mediante la metodología - GOD

Unidad Hidrogeológica	Índice de Vulnerabilidad	Grado de Vulnerabilidad
A.1. (Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.)	0.18	Bajo
A.2. (Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.)	0.63	Alta
C.1. (Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales)	0.15	Baja

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

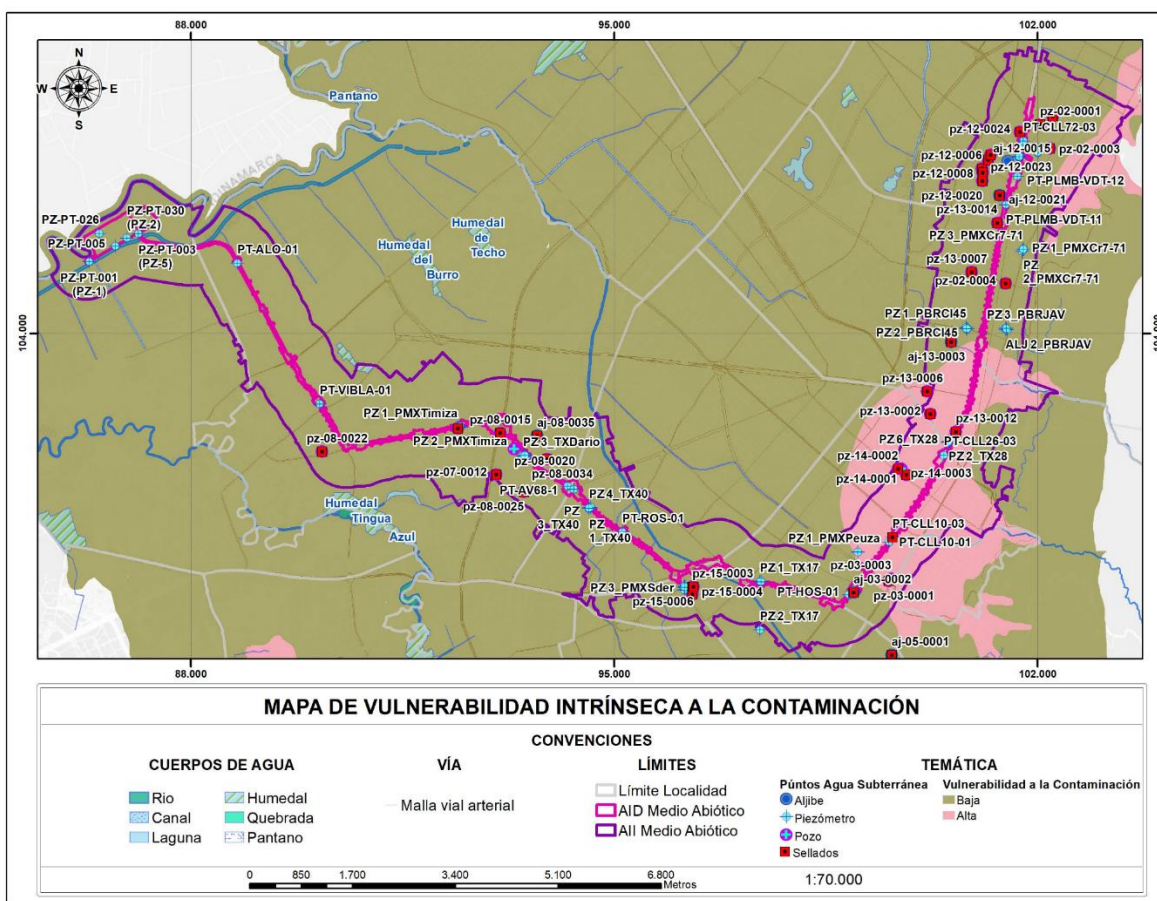


Figura 218 Mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.2.4.17 *Modelo hidrogeológico conceptual*

El modelo hidrogeológico conceptual se convierte en la compilación y presentación de los resultados de un estudio hidrogeológico, se presenta de forma concisa, soportado mínimo en la caracterización geológica, hidrogeológica e hidrogeoquímica.

Para el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2019), los modelos hidrogeológicos conceptuales son la representación de sistemas hidrogeológicos los cuales deben incluir la geometría de los acuíferos, delimitación de unidades hidrogeológicas de acuerdo a su potencial acuífero, características hidráulicas de los acuíferos, profundidad de los niveles piezométricos, direcciones de flujo y su relación con los componentes del ciclo hidrológico, características hidroquímicas y eventualmente isotópicas y delimitación de zonas de recarga, tránsito y descarga.

El modelo hidrogeológico conceptual para el área de influencia busca describir el comportamiento del recurso hídrico subterráneo en la zona por donde que se proyectan las actividades, de forma tal que permita estimar si las actividades pudieran generar alguna alteración al comportamiento del recurso hídrico subterráneo.

El área de influencia presenta una topografía entre los 2595 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la parte nororiental a la altura de la calle 76 con Av. Carcas y en la zona suroccidental (donde se localizará el Patio Taller) cotas que rondan los 2530 msnm. En general la zona de estudio se caracteriza por ser plana y en su gran mayoría se encuentra urbanizada.

Basados en la caracterización geológica, el inventario de puntos de agua, la caracterización hidrogeoquímica y demás información relacionada con la hidrología de la zona, se establecieron las unidades hidrogeológicas presentes a lo largo del trazado, siguiendo el estándar propuesto por la (IAH, 1995).

A lo largo del trazado, se identifican tres unidades hidrogeológicas: la que abarca la mayor cantidad de área y por ende la que tendrá mayor intervención por el proyecto es la unidad hidrogeológica A.1., se presenta en la parte nororiental desde la calle 76 hasta la calle 39, nuevamente aparece en el trazado en la Av. Carcas con Calle 6 hasta la Carrera 80. En la parte oriental del proyecto (sobre la Av. Caracas) entre Calle 39 y Calle 6, se localiza la unidad hidrogeológica A.2., y desde la Carrera 80 hasta el Río Bogotá se presenta la unidad hidrogeológica C.1.

La unidad hidrogeológica A.1., se clasifica como un acuífero de tipo continuo con una alta productividad, está asociada a la Formación Sabana (Qsa2), litológicamente se configura como un acuífero multicapa regional conformado por arcillas, intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas. Desarrolla un espesor de 320 m., un rendimiento de 0.1 a 5 lps, valores de conductividad hidráulica entre 1.0 a 4.0 m/d y un almacenamiento específico alrededor de 1.0E-4.

La Formación Río Tunjuelo (Qrtsa) y Depósitos de Pendiente (Qdp) conforman la unidad hidrogeológica A.2., clasificada como un acuífero moderadamente productivo de tipo discontinuo o local, el cual está conformado por gravas con intercalaciones menores de arenas arcillosas, arcillas, arcillas orgánicas y

arcillas turbosas con un espesor que puede llegar hasta los 80 m, desarrolla una conductividad hidráulica entre 0.1 m/d y 1.0 m/d y un coeficiente de almacenamiento de 1.0E-03.

Para el caso de la unidad hidrogeológica C.1., se encuentra conformada por la Formación Sabana (Qsa1), la Formación Chía (Qch1, Qch2, Qch3) y la Formación Bogotá (Tib) clasificándolo como una acuitardo con limitado recurso de agua subterránea y un sistema de tipo local, cuya conductividad hidráulica va desde 1.0E-04 m/d hasta 1.0E-07 m/d y coeficientes de almacenamiento de 1.0E-04 hasta 1.0E-06.

Basados en los niveles piezométricos a lo largo del trazado se estimó que el movimiento del agua subterránea en la zona se produce de forma general desde el oriente hacia el occidente de la zona.

Hidrogeoquímicamente se evidencia que las aguas subterráneas en el área de influencia presentan una facie bicarbonatada – sulfatada cálcica ( $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$ ) hacia la zona nororiental, composición característica de aguas con poco tiempo de recorrido y asociada a aguas de precipitación y sulfatada posiblemente por recarga lateral desde las rocas terciarias localizadas al oriente de esta zona. En la zona centro se presenta una facie bicarbonatada cálcico – sódica ( $\text{Ca/Na-HCO}_3$ ) o cálcica ( $\text{Ca-HCO}_3$ ) primordialmente, características propias de flujos locales, de cortos tiempos de residencia y con una alta influencia de aguas meteóricas y las muestras en la zona sur presentan facies bicarbonatadas sódicas y/o cálcicas ( $\text{Na/Ca-HCO}_3$ ) y un comportamiento asociado a aguas de tránsito – descargas influenciadas por flujos locales o de cortos tiempos de residencia y de aguas meteóricas.

El análisis hidrogeoquímico y el mapa de direcciones de flujo muestran como principal zona de recarga de los acuíferos, los cerros orientales y zonas de contacto de los depósitos cuaternarios, ya que, basado en el mapa de zonas potenciales de recarga el 100% del área de influencia se presenta como zonas con bajo y muy bajo potencial de recarga. La principal zona de descarga de los acuíferos en el área de influencia es el Río Bogotá, con las demás corrientes superficiales que recorren la zona de oriente a occidente no se estima interacción río-acuífero, toda vez que estas se encuentran revestidas o canalizadas en concreto, limitando al máximo el intercambio del agua subterránea y superficial.

El modelo hidrogeológico conceptual establece que el comportamiento del agua subterránea en las unidades hidrogeológicas de importancia (A.1 y A.2.) que intervendrá el proyecto, está asociado con flujos locales de poco tránsito relacionadas con aguas meteóricas, cuya principal zona de recarga se localiza en el piedemonte de los Cerros Orientales y un tránsito en dirección al occidente donde se da una zona de descarga en el Río Bogotá. Donde dadas las condiciones litológicas, la profundidad del agua subterránea y las características hidrogeológicas la mayoría del área presenta un grado de vulnerabilidad baja a la contaminación.

Teniendo en cuenta el comportamiento hidrogeológico descrito en el presente capítulo y que actualmente en el área de influencia directa e indirecta del proyecto no se tiene uso del agua subterránea, que el trazado del proyecto se presenta sobre zonas ya intervenidas y urbanizadas y que el diseño comprende intervenciones puntuales, se puede establecer que las actividades proyectadas en el marco del actual EIAS no tendrá influencia sobre el comportamiento hidrogeológico natural de la zona.

### 5.2.3 Componente Atmosférico

#### 5.2.3.1 Meteorología

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y área específica, y controlado por factores forzantes y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera) (IDEAM, 2019).

El régimen climático en el área de estudio es de importancia para la programación de las actividades del proyecto, permitiendo su ejecución de manera satisfactoria.

En el presente numeral se analizarán las siguientes variables climáticas:

- ▶ Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución en el área de influencia.
- ▶ Temperatura: media, mínima y máxima, y su distribución espacial.
- ▶ Viento: Dirección y velocidades, identificando la variación mensual y, presentando rosa de vientos.
- ▶ Humedad Relativa: media, máxima y mínima mensual multianual.
- ▶ Presión atmosférica: horaria y mensual multianual.
- ▶ Radiación solar: media mensual y anual
- ▶ Nubosidad
- ▶ Evaporación y evapotranspiración potencial

Para caracterizar el clima del área de estudio, se realizó una búsqueda de información de El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA (a través de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá, RMCAB) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB. Es así como se partió de la revisión y análisis de información de 34 estaciones meteorológicas. Después de una verificación, complementación y análisis de consistencia, homogeneidad y depuración de la información, la caracterización climática es definida por la información de 23 estaciones.

En la Tabla 121 y Figura 219 se presenta la totalidad de las estaciones analizadas inicialmente. En la tabla se especifica las estaciones iniciales, descartadas y finales que definen el análisis de cada variable.



Tabla 121 – Estaciones Meteorológicas Analizadas

Estación	Entidad	Código o Sigla Entidad	Categoría	Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		Elevación	Precipitación	Temperatura	Viento	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Radiación Solar	Nubosidad	Evaporación y Evapotranspiración
				Este	Norte									
El Dorado Catam	IDEAM	21205791	Sinóptica Principal	91882,59	112097,37	2547	1			1			1	
IDEAM Bogotá	IDEAM	21206960	Climática Principal	101207,17	100417,62	2646	2			2				
Universidad Nacional	IDEAM	21205012	Climática Principal	98718,41	104630,38	2556	X			3		1		
Jardín Botánico	IDEAM	21205710	Climática Ordinaria	97210,42	108087,33	2552	3	1					2	
Sede IDEAM Calle 25d Kra	IDEAM	21202280	Pluviométrica	94287,46	109709,72	2589	4	X						
Venado Oro Vivero	IDEAM	21205580	Climática Ordinaria	101774,56	100236,39	2725	5	2				2	3	
Col H Duran Dusan	IDEAM	21206620	Climática Ordinaria	89320,24	104246,06	2562	X							
Ciudad Bolívar	IDEAM	21206940	Climática Principal	88983,88	97857,45	2687	X							
Inem Kennedy	IDEAM	21206560	Climática Ordinaria	93646,2	107177,6	2580	X	3				3	4	
Sede IDEAM Kra 10	IDEAM	21201600	Pluviográfica	100516,37	101204,22	2685	X							
Unisalle Centro	IDEAM	21206970	Climática Ordinaria	100797,12	99864,45	2700	X							
Col Santiago Pérez	IDEAM	21206660	Climática Ordinaria	94074,98	97786,72	2565	X	X						
Aeropuerto El Dorado	IDEAM	21205790	Sinóptica Principal	91882,59	112097,37	2541			1			4		1
Observatorio Meteorológico Nacional	IDEAM	21205230	Climática Principal	97506,67	104104,82	2556						5		
El Dorado Didáctica	IDEAM	21205520	Climática Principal	91956,58	111479,71	2546						6		
Rad.Dorado	IDEAM	21206130	Radiosonda	91882,59	112097,37	2546						7		

Estación	Entidad	Código o Sigla Entidad	Categoría	Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		Elevación	Precipitación	Temperatura	Viento	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Radiación Solar	Nubosidad	Evaporación y Evapotranspiración
				Este	Norte									
Centro Gaviotas	IDEAM	21206240	Meteorológica Especial	101207,17	100417,62	2700						8		
Edificio CAR	CAR	2120058	Pluviográfica	101213,94	103038,5	2644	X							
Casita La	CAR	2120112	Pluviométrica	106375,87	104409,55	3100	X							
Colegio Sorrento (Sede B San Rafael) (IED)	IDIGER	51	Pluviométrica	96039,35	102583,94	2561	6							
Colegio Inem Francisco De Paula Santander (IED)	IDIGER	49	Pluviométrica	91402,45	103134,84	2557	7							
Colegio Rafael Uribe Uribe (IED)	IDIGER	43	Pluviométrica	93903,52	98555,87	2564	8							
Colegio Chucua (IED)	IDIGER	50	Pluviométrica	92122,12	100811,08	2562	X							
San Diego	EAAB	2120023	Pluviométrica	101206,96	102261,39	2700	9							
Saucedal 2	EAAB	20207 P-094	Pluviométrica	91956,55	105948,41	2900	10							
Cama Vieja	EAAB	20569 P-030	Climática ordinaria	97506,79	102261,06	2640	11							
Salitre Casa Bomba	EAAB	20196 P-004	Pluviográfica	101206,34	107792,68	2580	12							
San Luis 1 Y 2	EAAB	20040 P-041	Pluviográfica	104906,84	104105,65	2959	13							
La Vieja	EAAB	20066 P-038	Pluviográfica	103056,55	105949,15	2720	X							
La Isla	EAAB	20209 P-083	Pluviométrica	84556,38	104105,03	2537	X							
Tunal	SDA	TUN	De fondo	94070,66	97787,02	2589					1			
Estación Móvil 7ma	SDA	MOV	De tráfico	99286,32	105111,35	2583					2			

Estación	Entidad	Código o Sigla Entidad	Categoría	Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		Elevación	Precipitación	Temperatura	Viento	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Radiación Solar	Nubosidad	Evaporación y Evapotranspiración
				Este	Norte									
El Jazmín	SDA	JAZ	Residencial	95847,92	101357,52	2559					3			
Ciudad Bolívar	SDA	CBV	Residencial	100899,08	97962,31	2661					4			

Estación descartada inicialmente para la variable	Estación descartada por análisis de consistencia y homogeneidad para la variable	Estación final que define el análisis climatológico para la variable de estudio
---	--	---

Fuente: IDEAM, 2021, CAR, 2021, IDIGER, 2021, EABB, 2021, SDA, 2021; elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

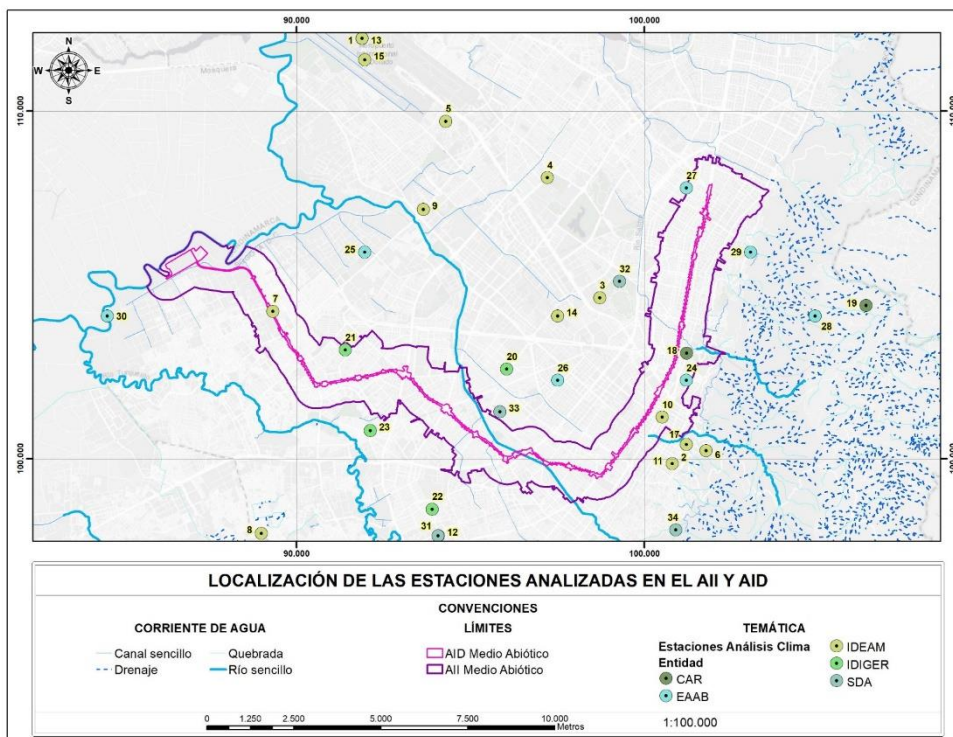


Figura 219 Localización de las Estaciones Analizadas en el AII y AID

Fuente: IDEAM, 2021, CAR, 2021, IDIGER, 2021, EAAB, 2021, SDA, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.1 Temperatura

La temperatura es una medida del estado térmico de la materia, la cual está relacionada con la energía cinética que tienen las moléculas. Este elemento varía en función de factores no meteorológicos tales como la altura sobre el nivel del mar, orografía, vegetación predominante, la clase del suelo, entre otros; y en función de variables meteorológicas se encuentra ampliamente relacionada con la radiación solar, viento, nubosidad, humedad del aire y la contaminación atmosférica (IDEAM, 1989)

Inicialmente se revisó información de cinco (5) estaciones. Tal como se relaciona en la Tabla 121, en un inicio se descartaron dos (2) estaciones por presentar un gran porcentaje de datos faltantes o series fuera del periodo en común analizado. En general, el periodo de análisis comprende desde enero de 1999 a diciembre de 2019, con intermitencias, examinando los años 1999 a 2004, 2009 a 2011 y 2015 a 2019. Finalmente, se analizaron las estaciones Inem Kennedy, Jardín Botánico y Venado Oro Vivero del IDEAM.

La técnica utilizada para la estimación de datos faltantes (no mayor al 10%) es la razón de valores normales, de acuerdo con lo establecido por el (HIMAT, 1990).

Si bien, en el área de influencia del proyecto, por ser urbe, existen factores que inciden en la variación de la temperatura, tales como los cambios en la cobertura del suelo e infraestructura existente (asfalto, avenidas, edificios), cuyos albedos diferentes para cada material influyen en la fracción de radiación solar reflejada y absorbida por la superficie, produciendo las conocidas “Islas de Calor”, que a la vez tienen influencia de otras actividades antrópicas como emisión de gases, fuentes móviles, entre otros.

Sin embargo, se realizó un análisis de la variación de la temperatura media con la elevación, identificando una relación altamente significativa, tal como se evidencia en la Figura 220.

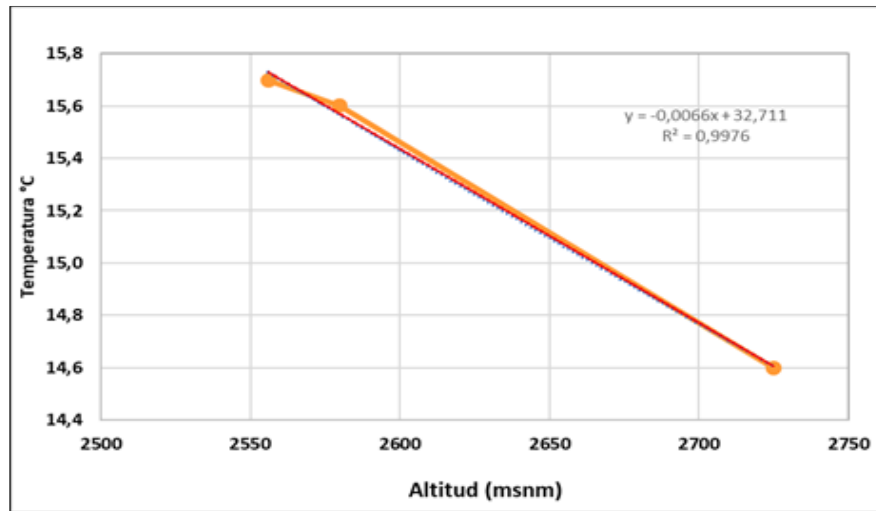


Figura 220 Relación de la Temperatura Media Anual con la Altura en las Estaciones

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

De acuerdo con la variación inversamente proporcional entre temperatura y altitud, sustentado en (Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010), el valor R2 obtenido es de 0,9976, determinando una alta correlación. La ecuación permite evidenciar la disminución de la temperatura media del aire con el aumento de la altitud, es decir, representa el gradiente vertical de la temperatura, que en este caso tiene un valor de 0,66 °C/100 m, lo que significa que por cada 100 metros que aumenta la altura en el área de estudio, aproximadamente la temperatura disminuye en 0,66 °C.

#### 5.2.3.1.1.1 Temperatura mínima y máxima diaria registrada

De acuerdo con los datos diarios analizados, se han registrado temperaturas mínimas de 1,4 °C y temperaturas máximas de 25 °C.

#### 5.2.3.1.1.2 Temperatura media mensual

En general, la temperatura media mensual multianual en el área de estudio es de 15,4 °C. La temperatura media en la zona es muy uniforme, con valores que oscilan entre 13,7 °C (mínima media mensual registrada en enero en la estación Venado Oro Vivero) y 16,2 °C (máxima mensual registrada

en mayo en la estación Jardín Botánico), con una amplitud de 2,5 °C, con lo cual se caracteriza al área de influencia como zona de carácter Isotermal, indicando que la temperatura media no presenta grandes variaciones a través del año. Retomando a las temperaturas máximas y mínimas, ambos registros son consistentes con las altitudes, en ese sentido, la estación Venado Oro Vivero está localizada a 2725 msnm (registrando la menor temperatura media) y Jardín Botánico está localizada a 2556 msnm (registra la temperatura media más cálida).

En general, se presentan los meses más cálidos de febrero a mayo, con un leve descenso o meses más fríos en julio y agosto, volviéndose a incrementar de septiembre a diciembre. Los meses más fríos del año son enero, julio y agosto, coincidiendo con el comportamiento descrito en el análisis de temperatura de 2000-2020 de la (SDA). En particular, los meses más fríos se relacionan directamente con los vientos alisios, los cuales inciden en la temperatura (ver Figura 221).

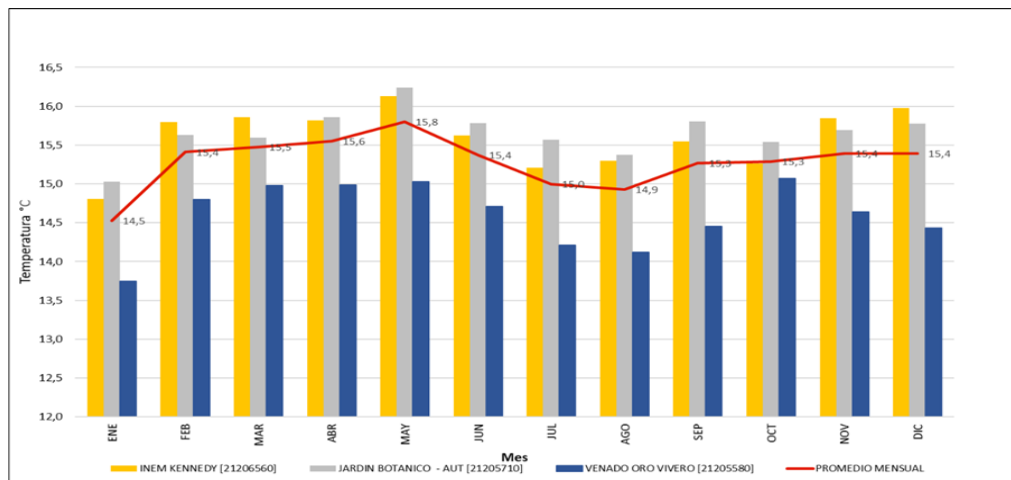


Figura 221 Variación de la Temperatura Media Mensual (°C)

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.1.3 Temperatura media máxima y media mínima

En la Figura 222 se presenta la variación mensual de temperatura media máxima y media mínima durante del periodo de análisis. Se infiere que la temperatura mínima extrema se reporta en el mes de agosto (11,6 °C); por otra parte, la temperatura media máxima se registra en el mes de diciembre (20,9 °C).

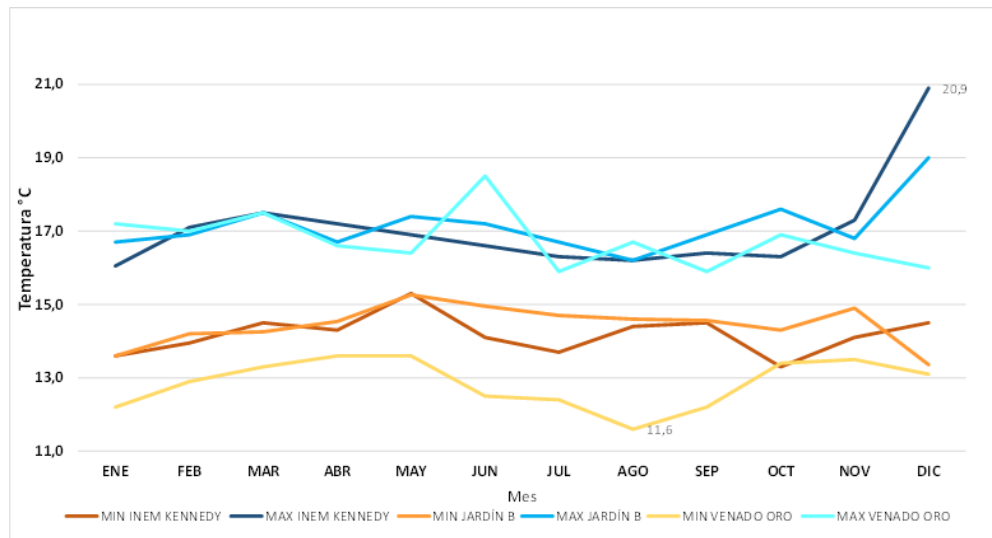


Figura 222 Variación Mensual de las Temperaturas Máximas y Mínimas Mensuales (°C) – Período 1999 – 2019

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.1.4 Temperatura media multianual

En la Figura 223 se presenta la distribución de la temperatura media a escala temporal para las estaciones analizadas. En general, la temperatura media multianual oscila entre 13,4 °C y 16,4 °C.

En el periodo analizado, los años 1999 y 2000 registran las temperaturas medias más frías, con 14,6 °C. De acuerdo con el (IDEAM, 2007) estos registros tienen incidencia climatológica del fenómeno La Niña presentado en el país en este periodo, y caracterizados en Colombia en una disminución de la temperatura. Por otra parte, los años más cálidos de la serie analizada corresponden al 2009 y 2016, con un registro medio de 15,9 °C, coincidiendo con el fenómeno climático El Niño presentado en el país (IDEAM, 2016).

En general, la temperatura media a través del tiempo se ha incrementado, presentando registros de 14,6 °C, desde el año 1999 y manteniéndose superior a 15,0 °C a partir del año 2002.

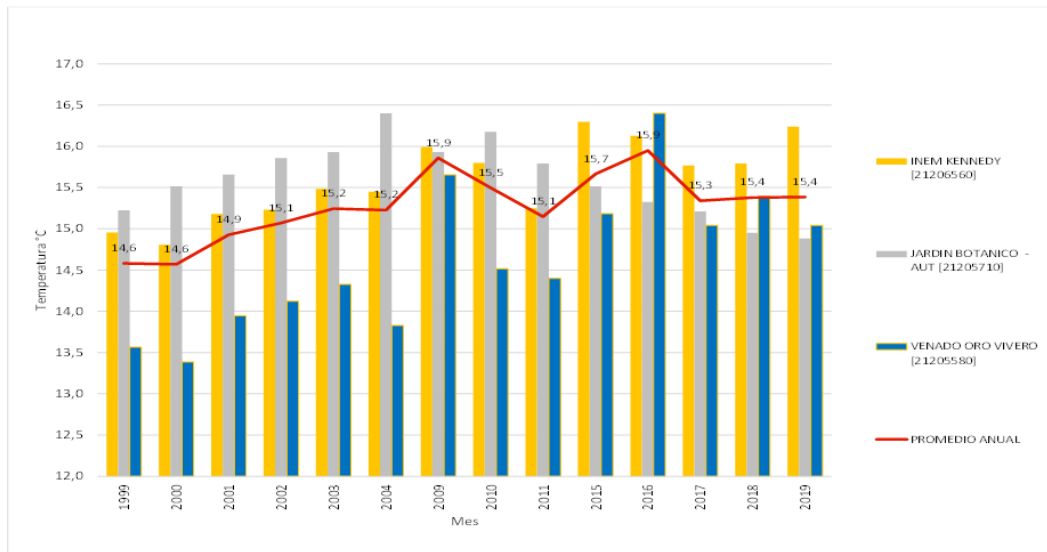


Figura 223 Temperaturas Multianuales °C. Periodo 1999 – 2019

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.1.5 Distribución espacial de la temperatura

En la Figura 224 se observa la variación de la temperatura en el área de estudio generada a partir de la interpolación de los promedios multianuales. A saber, la temperatura multianual media más baja es de 14,6 °C y se presenta hacia el tramo 4 y 5 del proyecto. Por otra parte, hacia el costado norte y costado sur occidental (tramo 6 y tramos 1,2,3 respectivamente) se evidencian temperaturas medias entre 15 – 15,7 °C.



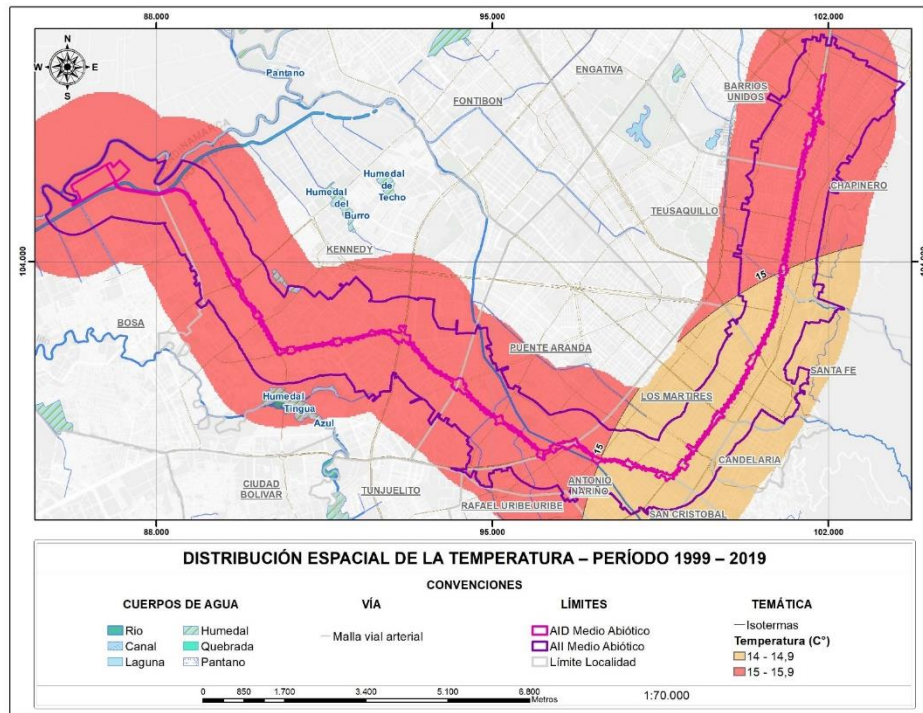


Figura 224 Distribución Espacial de la Temperatura – Período 1999 – 2019

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.2 Presión atmosférica

En virtud de su peso, la atmósfera gaseosa de la tierra ejerce una presión sobre la superficie terrestre. Esta presión es igual al peso de una columna vertical de aire de sección transversal unitaria, que actúa por arriba de la superficie de la Tierra, extendiéndose hasta los límites exteriores de la atmósfera (IDEAM, 2019).

De acuerdo con la SDA, en su (Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2020), la presión atmosférica en un área determina, no solo la ocurrencia de lluvias, sino también la dispersión de contaminantes en la atmósfera, altamente vinculado con la temperatura del aire se debe a que cuando el aire está frío, éste desciende, aumentando la presión atmosférica y estabilizando la atmósfera. Por el contrario, cuando el aire está caliente, asciende, disminuyendo la presión y volviendo inestable la atmósfera.

El análisis de presión atmosférica en el área de estudio se basó en los registros publicados en el Informe anual de calidad del aire de Bogotá - Año 2020, de la (SDA), de cuatro (4) estaciones: Tunal, Estación Móvil 7ª, El Jazmín y Ciudad Bolívar.

Se analizó el comportamiento horario, mensual y multianual se analizaron los datos del año 2020 y para el comportamiento multianual, se utilizaron los datos de 11 años, desde el 2010 al 2020.

### 5.2.3.1.2.1 Presión atmosférica horaria

En la Tabla 122 y Figura 225 se presenta el comportamiento horario de la presión atmosférica, el cual varía regularmente en un período de 12 horas, presentándose dos (2) máximos: a las 10 de la mañana y 10 de la noche y dos (2) mínimos, siendo el más bajo a las 4 de la tarde, y el siguiente alrededor de las 4 de la mañana.

Tabla 122 – Variación de la Presión Horaria (mm Hg)– Año 2020

Hora	Tunal	Estación Móvil 7ma	El Jazmín	Ciudad Bolívar	Promedio hora
1:00	564	562,8	563,7	556,8	561,8
2:00	563,6	562,4	563,3	556,4	561,4
3:00	563,3	562,1	563,1	556,1	561,2
4:00	563,2	562	563	556,1	561,1
5:00	563,3	562,1	563,2	556,2	561,2
6:00	563,6	562,3	563,5	556,5	561,5
7:00	563,9	562,7	563,9	556,9	561,9
8:00	564,3	563,1	564,3	557,4	562,3
9:00	564,6	563,4	564,6	557,7	562,6
10:00	564,6	563,4	564,6	557,6	562,6
11:00	564,4	563,2	564,3	557,5	562,4
12:00	564	562,8	563,8	556,9	561,9
13:00	563,5	562,3	563,2	556,4	561,4
14:00	562,9	561,8	562,6	555,7	560,8
15:00	562,5	561,3	562,1	555,4	560,3
16:00	562,2	561,1	561,9	555	560,1
17:00	562,2	561,1	562	555,2	560,1
18:00	562,5	561,4	562,3	555,5	560,4
19:00	563	561,8	562,8	555,9	560,9
20:00	563,5	562,3	563,4	556,5	561,4

Hora	Tunal	Estación Móvil 7ma	El Jazmín	Ciudad Bolívar	Promedio hora
21:00	564	562,8	563,9	557	561,9
22:00	564,4	563,2	564,2	557,3	562,3
23:00	564,5	563,3	564,2	557,3	562,3
0:00	564,3	563,1	564,1	557,2	562,2
<b>Promedio</b>	<b>563,6</b>	<b>562,4</b>	<b>563,4</b>	<b>556,5</b>	<b>561,5</b>

Fuente: SDA,2020

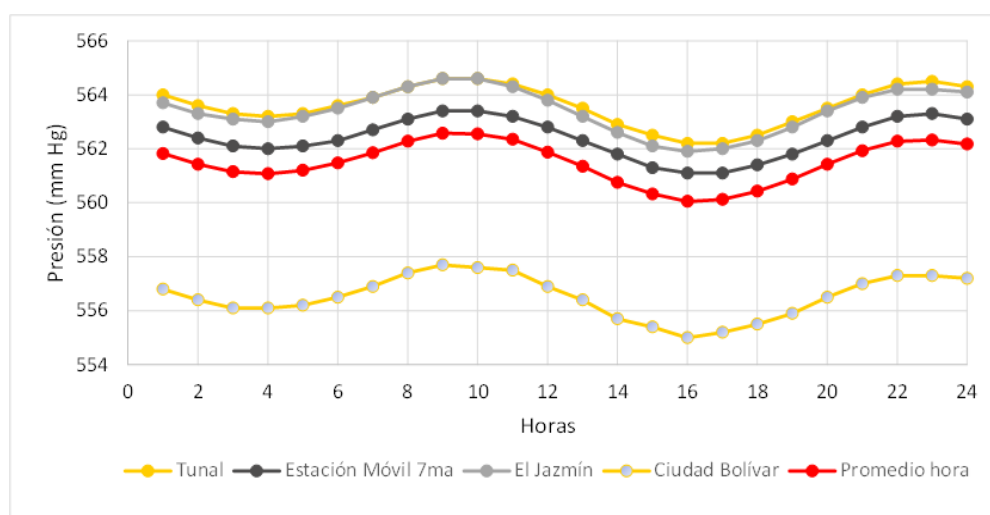


Figura 225 Ciclo Horario de la Presión Atmosférica

Fuente: SDA,2020, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.2.2 Presión atmosférica mensual

En general, la presión media mensual en las estaciones del área de influencia fluctúa entre 556,4 mm Hg (en diciembre) y 564,3 mm Hg (en mayo), con una amplitud de 7,9 mm Hg (ver Figura 225). Los valores más bajos de presión se registran en la estación Ciudad Bolívar y los valores más altos son registrados en la estación Tunal, coincidiendo con la altitud (m.s.n.m). En el área de estudio, y durante el año 2020, esta variable se caracteriza por poseer un incremento hacia los meses de abril, mayo y junio (este comportamiento puede relacionarse con las lluvias escasas presentadas en mayo de 2020, con relación al comportamiento histórico) y un descenso en diciembre.

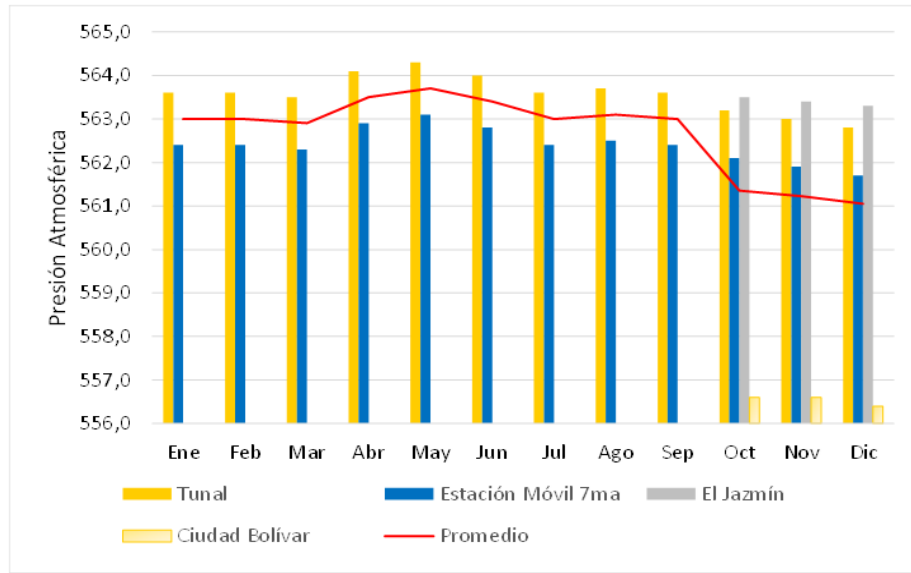


Figura 226 Comportamiento Mensual de la Presión Atmosférica en el Área de Estudio – Año 2020

Fuente: SDA,2020, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.2.3 Presión atmosférica multianual

Con el fin de profundizar en el comportamiento de la variable a través del tiempo, se tomó como referencia los valores medios mensuales multianuales registrados en el (Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2020) de todas las estaciones de Bogotá D.C. (ver Figura 227). En general, durante el 2020 se presentó un descenso de la presión, con relación a los años anteriores, evidenciando una disminución a partir de mayo, que se hizo aún más pronunciada a finales del año, registrando los valores mínimos del periodo analizado (2010-2020).

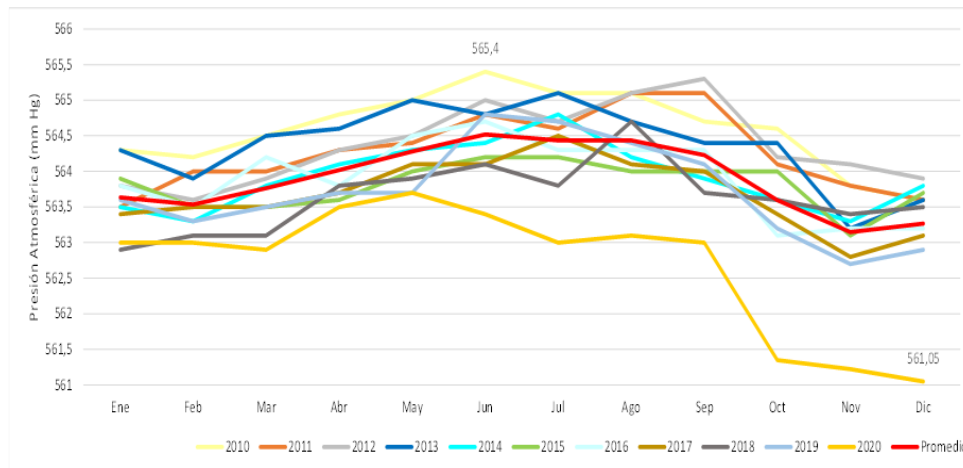


Figura 227 Comportamiento de la Presión Media Mensual en Bogotá – Periodo 2010-2020

Fuente: SDA,2020, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.3 Precipitación

El análisis de precipitación comprende un periodo de cuatro (4) años, desde enero de 2017 a diciembre de 2020 (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3).

Primeramente, se contó con datos de precipitación de 25 estaciones de cinco (5) entidades diferentes: IDEAM, CAR, IDIGER, SDA y la EAAB. En un momento inicial se descartaron 11 estaciones por presentar datos faltantes y discontinuos, así como datos sin un periodo en común. Así, se analizaron 14 estaciones para la variable precipitación procedente de tres (3) entidades, descartando las estaciones de la CAR debido a insuficiencia de datos en el periodo de análisis.

A modo general, se completaron datos faltantes (menores al 10% del total de 1461 datos diarios por estación o 48 datos mensuales), haciendo uso de los valores medios mensuales obtenidos de la serie original, de tal manera que no se genere alteraciones, y cuya consistencia es posteriormente evaluada mediante el análisis de homogeneidad.

En particular, mediante las gráficas de distribución de precipitaciones mensuales se observa el comportamiento mensual de las precipitaciones a lo largo de toda la serie para cada estación de manera independiente. Posteriormente y con el objeto de realizar el análisis de homogeneidad, se realiza para cada estación la regresión gráfica sobre una curva de masa sencilla, es así como los cambios debidos a inconsistencias en los datos se identifican fijando una línea de tendencia ajustada mediante mínimos cuadrados, y evaluando el coeficiente de determinación de la regresión lineal efectuada. En este análisis se identificó que la estación Universidad Nacional presenta datos inconsistentes para el periodo de análisis, por lo tanto, fue descartada.

También se realiza un análisis de consistencia que permite evaluar la homogeneidad de una serie con respecto a otra que se conoce es homogénea, para ello se aplica el método de la curva de doble masa

en el cual las parejas de valores en la estación analizada y en la estación índice (considerada homogénea) se acumulan y representan gráficamente. Así, se tomó la estación IDEAM Bogotá como estación índice, basada en la homogeneidad gráfica presentada en la distribución de precipitaciones mensuales y la tendencia más lineal en la gráfica de masa simple, asimismo presenta una posición relativamente central en el área de estudio y cercana a otras estaciones, y altura media (2646 msnm) con relación a la altitud del área del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la estación IDEAM Bogotá es comparada con las demás estaciones mediante el método de la curva de doble masa. El método consiste en que, mediante la adición sucesiva de valores, los errores aleatorios tienden a cancelarse unos con otros, y en este caso la relación lineal se ve reforzada mediante la repetición efectuada. Un cambio importante en esa relación lineal, o diferentes tendencias sostenidas y pronunciadas, pueden ser un indicativo de inconsistencia o no homogeneidad de los datos.

Finalmente, y como resultado de este análisis, la variable climatológica precipitación es definida por la información resultante de 13 estaciones, tal como se visualiza en la Tabla 121.

No se considera realizar ajustes de datos en las estaciones debido a que los valores del coeficiente de determinación o R2 son superiores a 0,990; indicando que los datos de las estaciones analizadas se ajustan bien al modelo o estación índice.

#### 5.2.3.1.3.1 Precipitación media diaria

En la Tabla 123 se resumen los porcentajes de días con y sin precipitaciones en las estaciones que presentan datos diarios (estaciones del IDEAM). Se infiere que, durante el mayor porcentaje de días del periodo analizado, se presentan precipitaciones, con una media del 68,74% con eventos. A excepción y por un pequeño porcentaje, la estación IDEAM Bogotá registró mayor porcentaje de días sin precipitaciones.

Tabla 123 – Porcentaje de Días Con y Sin Precipitaciones Media Diaria – Periodo 2017-2020

Estaciones	Porcentaje Días Sin Precipitaciones	Porcentajes Días Con Precipitaciones
El Dorado Catam	43,3	56,7
IDEAM Bogotá	50,9	49,1
Jardín Botánico	17,5	82,5
Sede IDEAM Calle 25D Kra	36,8	63,2
Venado Oro Vivero	28,1	71,9
<b>Media</b>	<b>35,3</b>	<b>64,7</b>

Fuente: IDEAM, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.3.2 Precipitación media mensual

La distribución de lluvias en el área de estudio es de tipo bimodal, con una primera temporada de precipitaciones de marzo a mayo. El segundo periodo de lluvia comienza a finales de septiembre, extendiéndose hasta noviembre. El primer periodo seco inicia en diciembre, enero y febrero, y el segundo periodo de sequía se extiende de junio a agosto. Existen meses de transición entre los periodos tales como febrero, junio, septiembre y diciembre, los cuales se presentan con días alternados de lluvias y tiempo seco. En la Tabla 124 y Figura 227 se resumen los valores medios mensuales de la serie analizada. La precipitación media anual en el área de estudio es de 1013,9 mm. En general, el mes que registra mayores precipitaciones es el mes de noviembre, sin embargo, el primer periodo de lluvias registra mayor precipitación acumulada (374,5 mm) que el segundo periodo (293,5 mm). Por otra parte, ambos periodos de sequía son similares, con diferencias mínimas entre ambos; el mes con menor precipitación media es enero.

Tabla 124 – Precipitación Media Mensual (mm) Período 2017-2020

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado Anual (mm)
El Dorado Catam	26,8	34,5	116,3	141,5	138,2	78,6	53,1	48,0	73,3	79,5	113,7	31,7	935,2
IDEAM Bogotá	40,0	62,8	109,0	93,0	73,3	54,0	41,3	34,6	31,6	68,9	133,2	42,6	784,2
Jardín Botánico	37,6	64,9	155,2	129,2	183,5	76,7	44,8	45,7	60,9	88,0	179,4	75,7	1141,4
Sede IDEAM Calle 25d Kra	23,8	58,7	112,3	111,6	152,2	70,9	53,9	60,0	70,1	79,7	156,4	47,0	996,5
Venado Oro Vivero	65,3	92,8	137,9	132,9	106,0	99,0	74,7	62,3	75,6	81,4	214,3	70,4	1212,4
Colegio Sorrento (Sede B San Rafael) (IED)	23,9	60,5	113,2	98,0	125,4	69,8	43,2	41,3	59,6	73,4	143,2	59,2	910,6
Colegio Inem Francisco De Paula Santander (IED)	15,8	41,0	88,3	61,5	95,6	63,1	53,0	45,7	44,4	59,8	119,8	38,1	726,2
Colegio Rafael Uribe Uribe	15,9	30,3	137,1	98,1	96,6	83,9	38,6	60,5	42,9	92,8	101,1	74,2	871,9
San Diego	86,1	89,9	142,2	136,3	144,8	71,1	41,5	55,0	64,7	79,5	200,3	64,4	1175,8
Saucedal 2	24,1	28,7	109,4	96,2	141,8	59,2	56,9	44,5	31,3	59,1	101,4	30,8	783,3

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado Anual (mm)
Camavieja	49,5	79,5	148,1	120,3	151,2	66,2	44,1	55,3	57,0	67,7	177,6	56,1	1072,5
Salitre Casa Bomba	46,6	92,6	167,3	149,2	156,3	63,6	50,0	40,0	70,9	82,7	190,5	66,7	1176,4
San Luis 1 Y 2 - Pg	116,4	95,5	157,0	120,0	122,4	103,4	128,7	81,9	98,2	102,2	189,3	79,1	1393,9
<b>Promedio</b>	<b>44,0</b>	<b>64,0</b>	<b>130,2</b>	<b>114,4</b>	<b>129,8</b>	<b>73,8</b>	<b>55,6</b>	<b>51,9</b>	<b>60,0</b>	<b>78,0</b>	<b>155,4</b>	<b>56,6</b>	<b>1013,9</b>

Fuente: IDEAM, 2021, IDIGER, 2021, EAAB, 2021, SDA, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

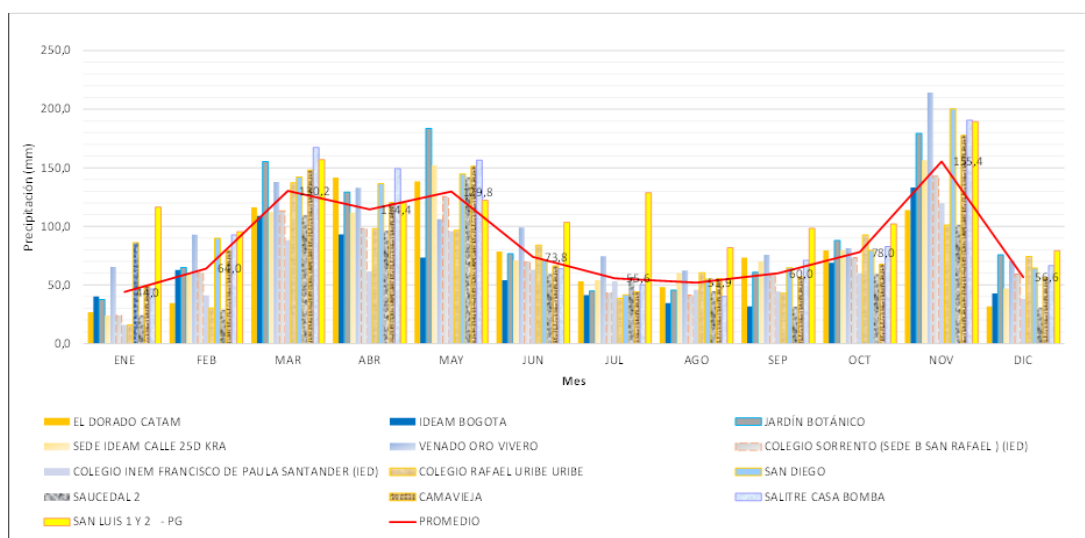


Figura 228 Distribución Temporal de la Precipitación Media Mensual (mm). Periodo 2017-2020

Fuente: IDEAM, 2021, IDIGER, 2021, EAAB, 2021, SDA, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.3.3 Distribución espacial de la precipitación

En la Figura 229 se observa la distribución espacial de la precipitación, la cual, en términos generales, aumenta hacia el norte y este del proyecto, en los tramos 4, 5 y 6. Es decir, hacia el costado occidental del área de estudio (tramos 1 y 2) y en el área central (tramo 3) se registran precipitaciones medias anuales con un rango de 720 - 950 mm; y a partir del área de influencia del tramo 4 se registran precipitaciones desde 1000 mm y un incremento hasta alcanzar registros anuales de 1390 mm en el tramo 6 (extremo norte del proyecto).



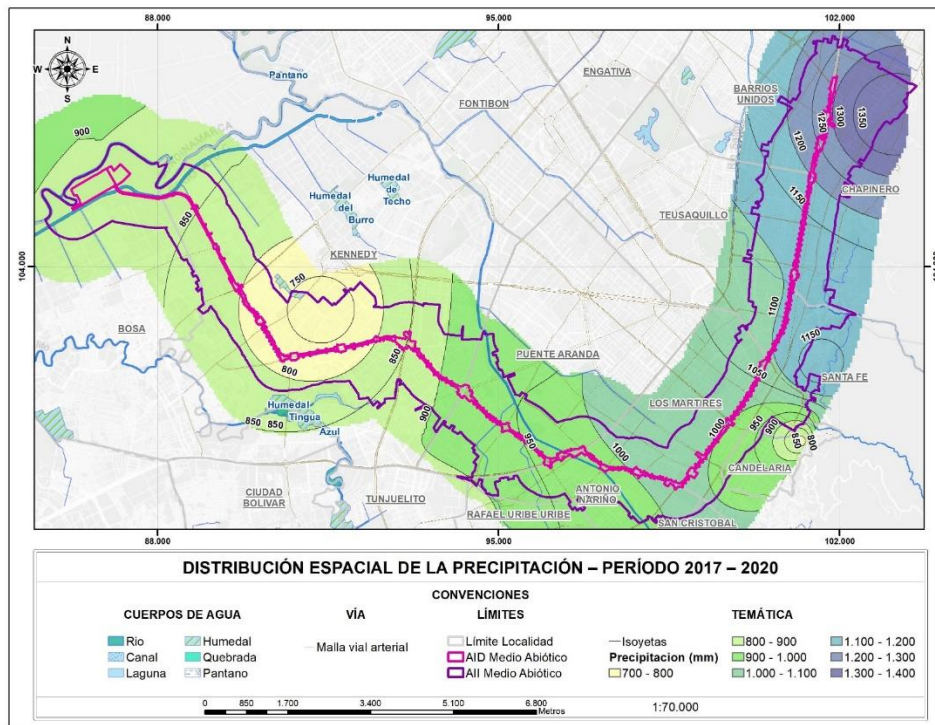


Figura 229 Distribución Espacial de la Precipitación – Período 2017 – 2022

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.4 Humedad relativa

La humedad relativa hace referencia a la relación porcentual entre la masa de vapor contenida actualmente en un volumen de aire y la que tendría el mismo volumen si estuviese saturado a la misma temperatura, se indica en porcentaje (%) (IDEAM, 2019).

Para el área de estudio, el análisis de esta variable se realiza a partir de registros de las estaciones del IDEAM: El Dorado Catam, IDEAM Bogotá y Universidad Nacional, en un periodo de análisis de siete (7) años (2014 a 2020) (ver Tabla 125).

Tabla 125 – Humedad Relativa Media, Máxima y Mínima Período 2014-2020

Humedad R	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>El Dorado Catam - Aut [21205791]</b>												
Medios	75,92	76,01	78,14	79,38	79,69	77,40	75,77	75,21	75,65	79,28	82,60	78,25
Máximos	82,30	80,78	85,93	86,78	87,43	88,57	89,07	87,13	88,44	88,48	93,85	91,21
Mínimos	71,16	71,87	73,70	74,41	72,71	72,83	71,83	69,15	68,18	71,66	76,70	68,09

Humedad R	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>IDEAM Bogotá - Aut [21206960]</b>												
Medios	65,65	64,70	67,81	69,56	69,65	68,17	67,67	64,94	63,90	68,19	73,41	67,13
Máximos	68,92	67,14	75,02	74,63	73,61	70,72	70,40	69,70	69,00	70,70	78,10	71,40
Mínimos	63,29	62,71	58,72	66,07	65,46	62,65	65,19	59,60	58,91	63,70	69,93	60,29
<b>Universidad Nacional - Aut [21205012]</b>												
Medios	72,74	72,10	75,63	75,89	76,14	74,10	72,00	70,40	70,60	73,98	78,86	73,23
Máximos	76,09	75,70	81,27	81,51	80,61	77,85	73,87	71,42	72,43	76,82	82,22	77,89
Mínimos	69,03	67,05	72,05	72,80	70,93	71,78	69,88	69,01	66,96	70,17	74,84	67,18
<b>Promedio</b>	<b>71,44</b>	<b>70,93</b>	<b>73,86</b>	<b>74,94</b>	<b>75,16</b>	<b>73,22</b>	<b>71,81</b>	<b>70,18</b>	<b>70,05</b>	<b>73,82</b>	<b>78,29</b>	<b>72,87</b>

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.4.1 Humedad relativa media mensual

Como se puede observar en el histograma de Figura 230, el comportamiento de la humedad relativa a lo largo del año presenta variaciones directamente relacionadas con los períodos de precipitación.

A modo general, el tiempo de humedad se extiende un poco más al periodo de lluvias, evidenciando altos porcentajes en los meses de marzo a junio, y de octubre a noviembre. La humedad relativa media anual presenta un valor de 73,05%. El valor medio más bajo se presenta en septiembre (70,05%), seguido de agosto, febrero, enero y julio, mientras que el mayor valor se registra en noviembre (78,29) seguido de mayo y abril.

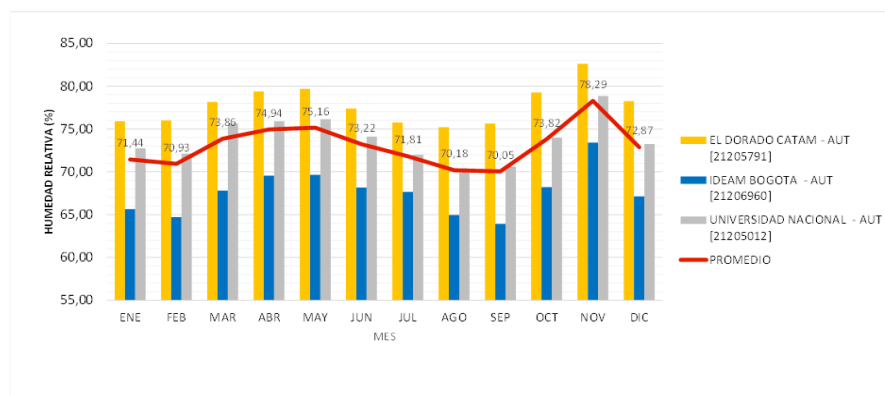


Figura 230 Humedad Relativa Media Mensual (%) – 2014 -2020

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.4.2 Humedad relativa máxima y mínima mensual

En la siguiente figura se esquematizan los valores medios máximos y medios mínimos. Los comportamientos son similares frente a los valores medios, presentándose las humedades altas extremas en noviembre, en la estación El Dorado Catam, con un máximo de 93,85%, y valores de humedad mínima extrema en los meses de marzo y septiembre, con un porcentaje de humedad relativa alrededor del 58 %, en la estación IDEAM Bogotá.

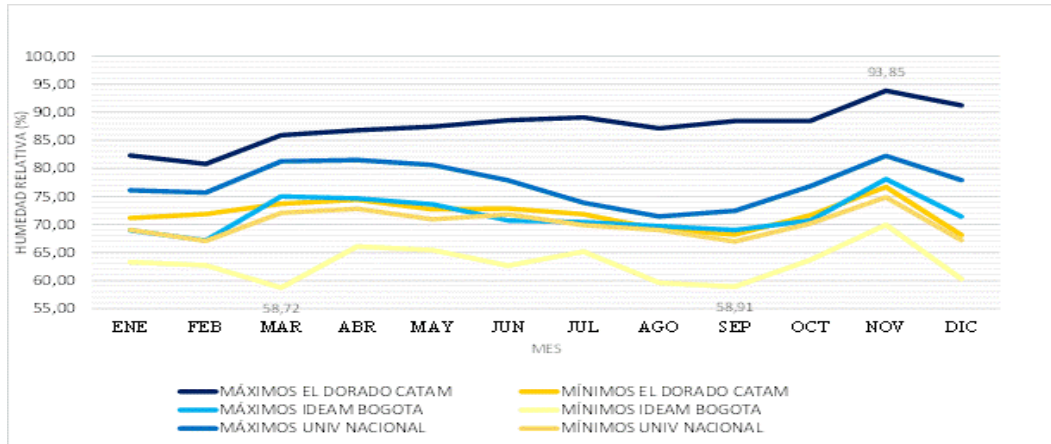


Figura 231 Humedad Relativa Media Máxima y Media Mínima Mensual (%) 2014 – 2020

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.5 Viento

El viento es el movimiento natural del aire, éste transporta energía, masa. Las mediciones del viento se hacen de acuerdo con dos criterios: a la velocidad la cual determina su fuerza y se mide en unidades de m/s (metros por segundo) y la dirección, es decir, desde donde sopla el viento (orientación del vector), ésta se mide en grados (°) tomando como origen el Norte geográfico (IDEAM).

El análisis de viento se realizó con base en la información la estación del IDEAM Aeropuerto El Dorado (periodo de análisis de 1982 a 2010), del (Atlas de Viento de Colombia); basados en que otras estaciones presentan información escasa o no cuentan con la medición de este parámetro.

##### 5.2.3.1.5.1 Rosa de vientos

En la figura siguiente se representa gráficamente la dirección predominante de las diferentes velocidades del viento, reportadas en la estación El Dorado.

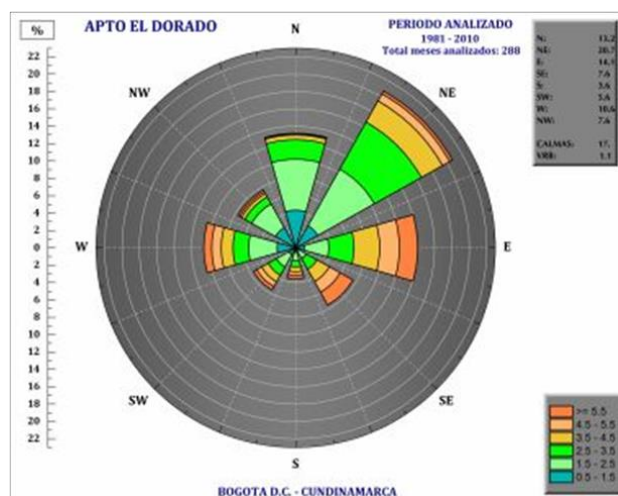


Figura 232 Rosa de Vientos Estación Apto El Dorado. Período 1981-2010

Fuente: IDEAM, 2021

De acuerdo con la figura, los vientos predominantes provienen del noreste, y en menor medida registra diversas direcciones, procedentes desde el este, oeste y norte, entre otras. Las velocidades predominan entre el rango de 1,5 y 2,5 m/s, seguida de velocidades entre 2,5 y 3,5 m/s; y en menor medida, vientos entre 0,5-1,5 m/s y periodos de calma (velocidad inferior a 0,5 m/s). Se registran con menor frecuencia vientos superiores a 5,5 m/s, así como velocidades entre 4,5 y 5,5 m/s.

Basado en la escala Beaufort, en el área de influencia prevalecen brisas muy débiles (IDEAM, 2021).

### 5.2.3.1.5.2 Tabla de frecuencias

La Tabla 126 de frecuencias es un arreglo tabular de las frecuencias con que se presentan los datos analizados en cada uno de los intervalos en que se agrupan los mismos (IDEAM, 2021). Para dar sustento al anterior análisis de la rosa de vientos, en la Tabla 126 se presentan las frecuencias de la estación analizada.

Tabla 126 – Tabla de Frecuencias Estación Apto El Dorado

Vel-Dir	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	VRB	Calma	Total
0.5-1.5	5	3	1	0	1	1	2	3	0	0	16
1.5-2.5	6	7	3	1	1	2	3	3	0	0	26
2.5-3.5	2	6	3	1	1	1	2	1	0	0	17
3.5-4.5	1	3	3	2	1	1	1	1	0	0	13
4.5-5.5	0	1	2	1	0	1	1	0	0	0	6
≥5.5	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	6

Vel-Dir	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	VRB	Calma	Total
Calma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

Fuente: IDEAM, 2021

### 5.2.3.1.5.3 Ciclo mensual

De acuerdo con los registros de la estación Apto El Dorado, la velocidad media mensual del viento varía de 2,1 m/s a 2,7 m/s (ver Figura 232). El comportamiento de la velocidad del viento muestra un periodo principal de vientos fuertes en julio y agosto y un segundo máximo, poco notorio, hacia el inicio de año. Los vientos más débiles se presentan en las dos (2) temporadas lluviosas: marzo, abril y mayo; y septiembre, octubre y noviembre.

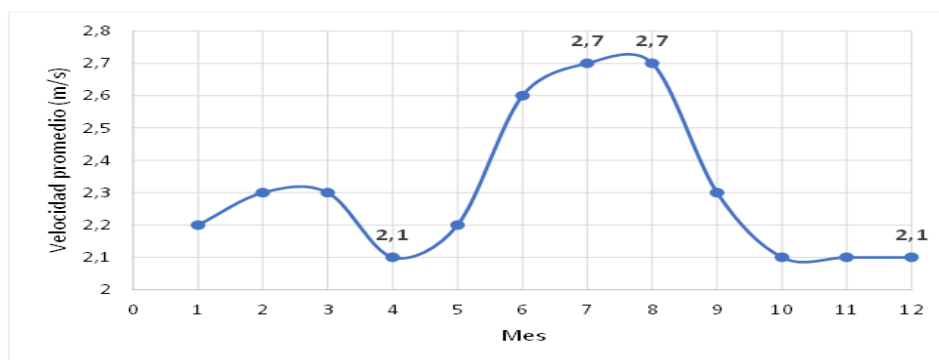


Figura 233 Distribución Mensual de la Velocidad del Viento – Estación

Apto El Dorado

Fuente: IDEAM, 2021

Respecto a la distribución mensual de la dirección del viento, tal como se evidencia en la Tabla 127 y Figura 234, registran una procedencia desde el noreste evidenciándose durante siete (7) meses del año, constituyendo una clara tendencia, con el 58,3 % de registros al año en esta dirección, seguido por vientos procedentes del este y sureste, con una distribución de tres (3) y dos (2) meses respectivamente.

Tabla 127 – Distribución Mensual de la Dirección del Viento

Estaciones	Dirección Viento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto El Dorado: 21205790	Grados	35	44	36	47	69	94	114	119	92	46	36	42
	Abreviatura Dirección*	NE	NE	NE	NE	E	E	SE	SE	E	NE	NE	NE

\*Abreviatura Dirección: NE: Nor Este, E: Este, SE: Sur Este

Fuente: IDEAM, 2021

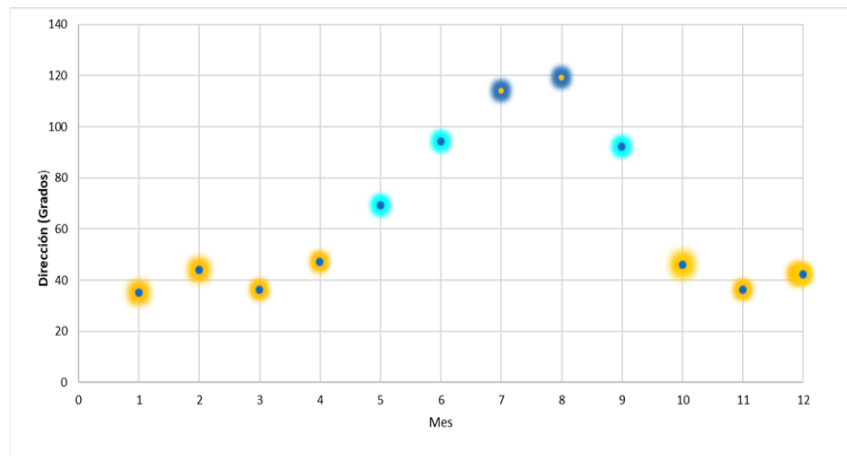


Figura 234 Distribución Mensual de la Dirección del Viento

Fuente: IDEAM, 2021

#### 5.2.3.1.6 Radiación Solar

Para caracterizar el comportamiento de la radiación solar del área de estudio, se analizan dos (2) indicadores comúnmente utilizados: la radiación global y el brillo solar. La información analizada proviene del (Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia) del IDEAM

La irradiación global horizontal es el parámetro más importante para evaluar el potencial de la energía solar en un área en particular. Esta magnitud de radiación instantánea está expresada en unidades de potencia por unidad de superficie ((Energía / (Área \* Tiempo)) y es medida en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>). A nivel global, la irradiación oscila desde un máximo entre 6,8 y 7,2 kWh/m<sup>2</sup> por día en las regiones despejadas de nubosidad del Sahara, Arabia y el desierto de Atacama, hasta un mínimo de 1,3 kWh/m<sup>2</sup> por día en las islas brumosas del Ártico. La media global está alrededor de los 4,0 kWh/m<sup>2</sup> por día) (IDEAM, 2021).

Por otra parte, el brillo solar es la medición del tiempo de sol efectivo o cantidad de tiempo durante el cual la superficie del suelo es irradiada por la radiación solar directa (IDEAM, 2019).

En ese sentido, el análisis de radiación global realizado para el proyecto se basa en los resultados de las estaciones Universidad Nacional de Colombia y Apto El Dorado. Y el brillo solar es analizado de las estaciones Inem Kennedy, Observatorio Meteorológico Nacional, Centro Gaviotas, Venado Oro Vivero, El Dorado Didáctica y Radiosonda El Dorado, así como las dos (2) estaciones usadas para la radiación global, todas del IDEAM.

### 5.2.3.1.6.1 Irradiación global

La radiación global de la zona de estudio se obtiene a partir de dos (2) estaciones, sin embargo, la estación Universidad Nacional presenta información de promedios horarios mensuales de radiación que se tabulan en la Tabla 128.

A nivel diario, la radiación es medible a partir de las 5 horas hasta las 18 horas. A modo general, los valores más altos de radiación fluctúan entre 400 y 600 Wh/m<sup>2</sup> y se presentan entre las 9 y 14 horas, extendiéndose hasta las 15 horas en el mes de julio. Sólo en enero se registran valores levemente superiores a los 600 Wh/m<sup>2</sup>. A nivel mensual, la mayor radiación media en la estación Universidad Nacional se registra en enero (4,20 kWh/m<sup>2</sup>) y la menor en abril (3,27 kWh/m<sup>2</sup>).

Tabla 128 – Promedio Horario de la Radiación Wh/m<sup>2</sup> Estación Universidad Nacional

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0-1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3
1-2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,4
2-3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3
3-4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3
4-5	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3
5-6	0,2	0,1	0,3	1,3	2,5	1,9	1,2	1,2	2,0	3,0	2,7	0,7
6-7	31,8	28,1	39,5	52,9	66,3	62,0	55,2	50,6	60,2	71,0	61,4	50,2
7-8	184,9	162,3	149,3	177,2	188,3	188,0	191,0	172,9	180,6	205,6	198,3	208,9
8-9	351,3	342,2	264,3	309,3	294,4	291,3	313,7	290,8	284,5	346,4	356,3	378,8
9-10	507,6	455,8	366,7	388,1	391,4	389,5	399,7	387,8	399,5	457,6	458,6	504,3
10-11	589,9	543,7	469,8	425,6	431,5	447,8	476,8	467,0	460,2	501,8	519,1	545,5
11-12	607,4	544,1	483,3	433,2	455,7	497,2	520,6	491,4	489,4	458,0	488,2	533,5
12-13	560,1	503,8	433,2	412,9	464,7	490,0	544,6	494,3	481,1	442,4	414,1	491,1
13-14	475,7	465,6	389,8	365,9	404,2	476,3	499,4	457,5	432,5	393,3	355,3	423,4
14-15	375,9	357,0	313,5	307,7	334,2	391,8	404,2	392,0	398,2	315,9	274,7	348,9
15-16	304,4	275,2	231,1	225,1	245,4	275,5	292,9	305,2	298,4	209,9	188,3	254,7
16-17	171,2	145,7	145,0	135,4	143,1	158,6	177,2	168,1	168,4	111,0	90,2	124,9
17-18	46,4	48,7	47,7	35,6	35,7	46,3	59,4	48,9	34,5	16,7	13,0	26,0
18-19	0,5	0,9	0,7	0,2	0,3	0,5	1,1	0,9	0,4	0,3	0,4	0,4
19-20	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
20-21	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3
21-22	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2
22-23	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3
23-0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3	0,2
Acumulada diaria (Wh/m <sup>2</sup> )	4209,4	3875,3	3336,3	3272,5	3459,7	3718,5	3939,9	3732,3	3693,8	3534,9	3423,7	3894,1
Acumulada KWh/m <sup>2</sup>	4,21	3,88	3,34	3,27	3,46	3,72	3,94	3,73	3,69	3,53	3,42	3,89
Promedio anual	3674,2											
Entre 0 y 200 (Wh/m <sup>2</sup> )	Entre 200 y 400 (Wh/m <sup>2</sup> )			Entre 400 y 600 (Wh/m <sup>2</sup> )			Entre 600 y 800 (Wh/m <sup>2</sup> )			Mayor a 800 (Wh/m <sup>2</sup> )		

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Ahora bien, de acuerdo con la figura siguiente, se concluye que el comportamiento de la radiación global es bimodal, la mayor radiación media mensual se presenta en enero con una media de 4,69 KWh/m<sup>2</sup> (época seca), y la menor radiación se presenta en mayo con 3,51 KWh/m<sup>2</sup>, con una fluctuación de 1,18 KWh/m<sup>2</sup>. La radiación media en el área es de 4,04 kWh/m<sup>2</sup>.

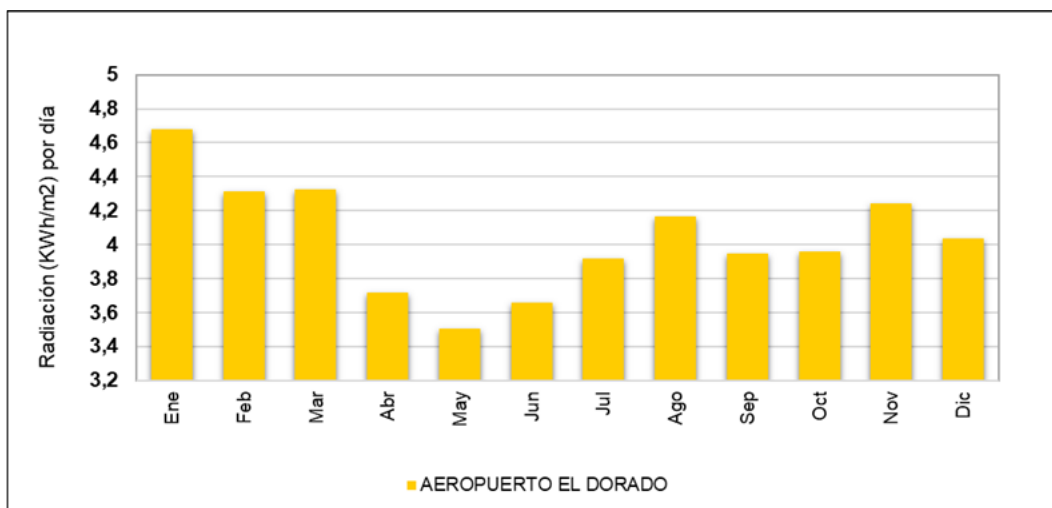


Figura 235 Radiación Media Mensual Wh/m<sup>2</sup>

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.6.2 Brillo Solar

Los valores medios mensuales de brillo solar se presentan en la figura siguiente, demostrando que, durante el año, predominan los máximos de diciembre a marzo y se presenta otro pico de brillo solar,



aunque menos predominante que el anterior, de julio a agosto. En promedio, el número de horas-sol oscila entre 3,1 y 5,4 durante el día.

Por otra parte, los mínimos se presentan en abril-mayo-junio para el primer semestre, y octubre-noviembre en el segundo. En estos periodos la insolación media presenta un rango de 3,1 a 3,7 horas-sol diarias. El comportamiento presenta una relación con el régimen de lluvias, evidenciando que el brillo solar disminuye en periodo de lluvias (marzo a mayo y septiembre a noviembre) y aumentan en los periodos de sequía (diciembre a febrero y junio a agosto).

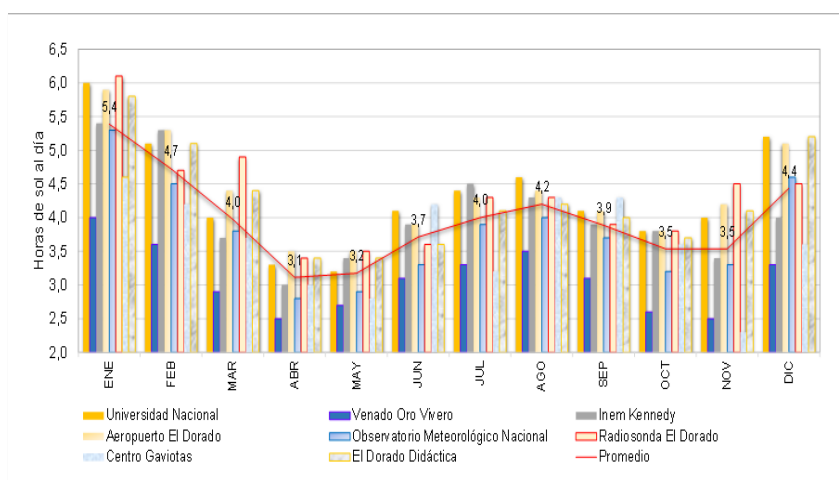


Figura 236 Promedios Mensuales de Brillo Solar en Horas de Sol al Día

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.1.7 Nubosidad

La nubosidad es la fracción del cielo (o bóveda celeste en término instrumental) que se encuentra cubierta por nubes, por tanto, para realizar la medición de nubosidad, el cielo se divide en 8 partes u octas. La cantidad de octas del cielo que se encuentren cubiertas determinan el nivel de nubosidad. En la Tabla 129 se presenta los parámetros establecidos para interpretar la nubosidad (Organización Meteorológica Mundial, OMS, 2021).

Tabla 129 – Interpretación de la Nubosidad

Octas	Definición	Categorías
0	Despejado	Despejado /Sin nubes / Buen tiempo
1	1/8 de cielo cubierto o menos, pero no cero	Ligeramente despejado
2	2/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado

Octas	Definición	Categorías
3	3/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
4	4/8 de cielo cubierto	Parcialmente nublado
5	5/8 de cielo cubierto	Parcialmente nublado
6	6/8 de cielo cubierto	Mayormente nublado
7	7/8 de cielo cubierto o más, pero no 8/8	Mayormente nublado
8	8/8 de cielo completamente cubierto, sin claros	Cubierto

Fuente: Basado en (Organización Meteorológica Mundial, OMS, 2021), recategorización propuesta por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Para el análisis de la nubosidad se tuvo en cuenta la información de ocho (8) años (2009 a 2016) de cuatro (4) estaciones: El Dorado Catam, Inem Kennedy, Jardín Botánico y Venado Oro Vivero; con la evaluación del comportamiento por rangos de cubrimiento horario, con tres (3) horas de lectura diaria: 07:00, 13:00 y 19:00.

En la Tabla 130 se presentan los valores medios mensuales multianuales de nubosidad para las estaciones cercanas al proyecto. Tal como se ve en la Figura 237, el valor promedio mensual multianual de nubosidad para el área de influencia del proyecto es de 2 octas, siendo este un cielo ligeramente nublado. En general, los valores de nubosidad diarios fluctúan entre ligeramente despejado (1) y parcialmente nublado (4).

Tabla 130 – Valores Medios Mensuales Multianuales de Nubosidad

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
El Dorado Catam	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Inem Kennedy	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Jardín Botánico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Venado Oro Vivero	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Promedio	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2

Fuente: IDEAM, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

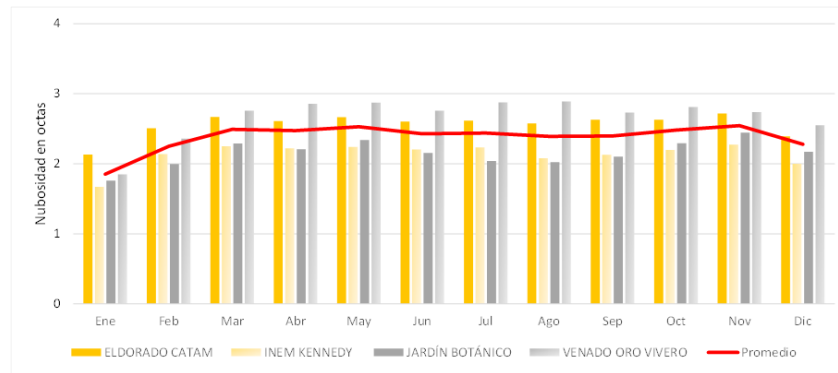


Figura 237 Distribución Media Mensual de Nubosidad en Octas

Fuente: IDEAM, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Aunque la nubosidad no fluctúa en gran medida, está relacionada directamente con la precipitación, evidenciando la media más alta en mayo y noviembre, es decir, directamente relacionada con los periodos de lluvia, e inversamente al comportamiento del brillo solar.

#### 5.2.3.1.8 Evaporación y evapotranspiración potencial

En meteorología, se entiende por evaporación a la emisión de vapor desde una superficie líquida de agua libre, a temperatura inferior al punto de ebullición. La cantidad de agua evaporada es expresada en milímetros (mm) (IDEAM). De acuerdo con el (IDEAM, 2007), la evaporación depende de factores climáticos como la temperatura, radiación solar, insolación, humedad y viento; y de factores no climáticos como la elevación o altitud del lugar.

Por otra parte, la evapotranspiración potencial (ETP) es la cantidad máxima de agua que puede evaporarse en un clima dado por una cubierta vegetal continuo bien dotada de agua. Es un proceso que comprende la evaporación de todos los tipos de superficie (agua-vegetación-suelo), en un intervalo de tiempo dado y en una región determinada. También se expresa en altura de agua (mm). En la ETP influyen factores meteorológicos (radiación solar y terrestre, temperatura del aire y de la superficie evaporante, velocidad del viento, humedad relativa del aire en contacto con la superficie y la presión atmosférica), factores del suelo (contenido de agua, propiedades físicas, exposición) y factores de la vegetación (sistema radicular, extensión, morfología del área foliar) (IDEAM).

Ambos indicadores son analizados con los datos de la estación Apto El Dorado, los registros de los datos de evaporación provienen del Estudio de la caracterización climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo del (IDEAM, 2007) y la evapotranspiración potencial es analizada de los datos consolidados en el (Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010) del IDEAM.

A modo general, a medida que la incidencia de horas de brillo solar se incrementa, también lo hace la evaporación y la evapotranspiración potencial, y en relación inversa con la humedad relativa de la atmósfera y las precipitaciones. Asimismo, se evidencia que tanto la evaporación como la evapotranspiración potencial entre enero y marzo es superior con respecto a los otros meses del año, siendo el periodo de sequía en el cual el mayor volumen de agua se transforma en vapor.

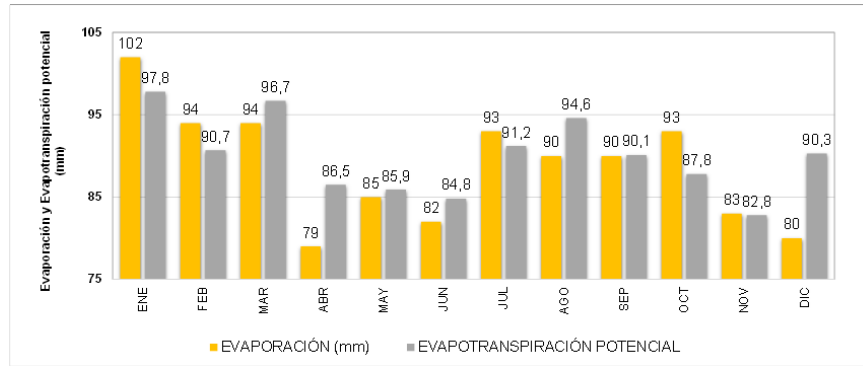


Figura 238 Medio Multianual de Evaporación y Evapotranspiración Potencial. Aeropuerto El Dorado

Fuente: IDEAM ,2007 y Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.1.9 Zonificación climática

La información analizada permitió la aplicación de la clasificación climática de Caldas-Lang, teniendo como soporte un sistema de información geográfico donde se correlacionaron espacialmente las variables precipitación, temperatura y altura.

Para el procesamiento de los datos se combinaron técnicas de agrupamiento estadístico, la información obtenida se desplegó en el sistema de información geográfica ARC/MAP, realizando interpolación mediante distancia inversa ponderada (IDW) por sus siglas en ingles.

Para la clasificación de los pisos térmicos, se tuvo en cuenta la elevación del área de estudio (2564 a 2611 msnm), así como la distribución espacial de la temperatura, obteniendo valores medios entre 14,6 °C y 15,7 °C, con una media total mensual multianual de 15,3°C, para posteriormente determinar el piso térmico presente en la zona en general.

Dadas las condiciones climáticas en el área de estudio, y según la clasificación Caldas- Lang, citado por (Gutierrez Rey, 1991), el proyecto se encuentra en piso térmico “Frío” (rango de altura entre 1800 y 2800 msnm y temperatura entre un rango de 12 y 17,5 °C).

Ahora bien, el factor de Lang está determinado por la relación existente entre la precipitación y la temperatura (P/T), por tal motivo se utilizó la distribución espacial de las precipitaciones donde se presentan variaciones entre 726,2 mm a 1393,9 mm anual, al igual que la distribución espacial de la temperatura donde se obtuvo un promedio mensual multianual de 15,3 °C. En la Tabla 131 se presenta la clasificación climática por Caldas – Lang, tenida en cuenta para este análisis.

Tabla 131 – Clasificación Climática de Caldas – Lang

Factor Lang P/T	Clasificación Climática
0-20	Desértico
20-40	Árido
40-60	Semiárido
60-100	Semihúmedo
100-160	Húmedo
>160	Superhúmedo

Fuente: Caldas- Lang, citado por Gutiérrez Rey, 1991

Dado lo anterior, se define el área de estudio del proyecto entre frío semihúmedo y frío semiárido (ver Figura 239). En general, en el área de influencia del tramo 1 y 2 se categoriza como frío semiárido y hacia el costado oriental del proyecto, a partir del tramo 3 al 6 se encuentra en categoría frío semihúmedo.

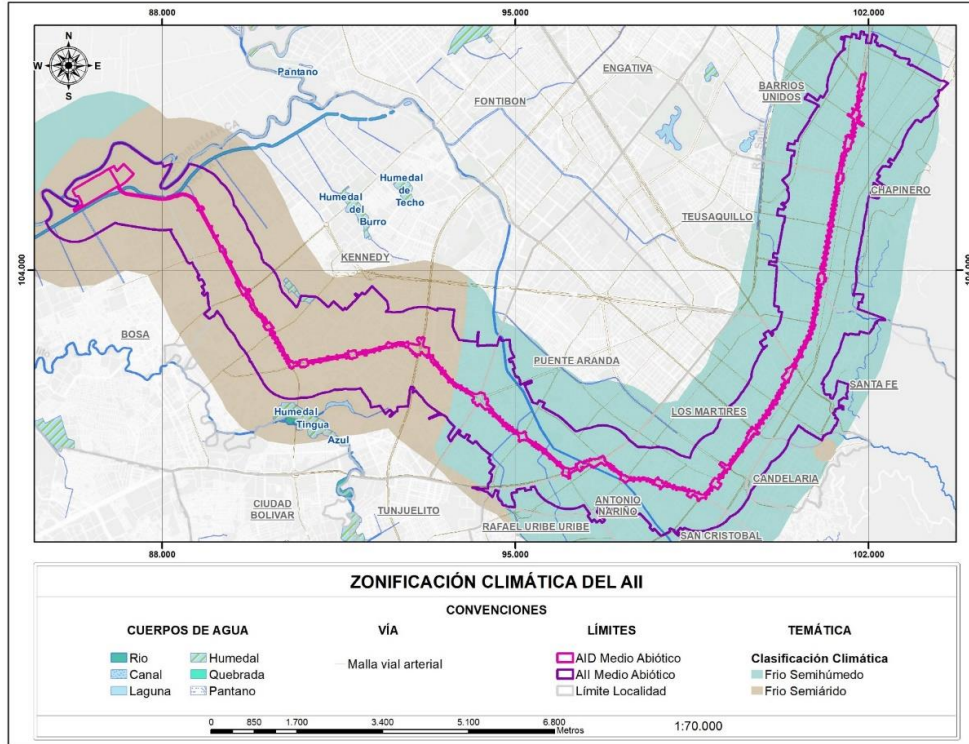


Figura 239 Zonificación Climática del AII

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.2 Identificación de las fuentes de emisiones

A continuación, se describen los diferentes tipos de fuentes contaminantes establecidas según el Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS.

- ▶ Fuentes de emisiones fijas: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.
- ▶ Fuentes de emisiones fijas puntuales: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.
- ▶ Fuentes de emisiones fijas dispersas o difusas: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción.
- ▶ Fuentes de emisiones móviles: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Durante la campaña de calidad de aire efectuada por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá; se realizó la identificación y georreferenciación de las fuentes de emisiones atmosféricas del área de influencia del componente atmosférico, utilizando información secundaria de la Secretaria Distrital de Medio Ambiente se identificaron y localizaron las principales fuentes fijas de emisión sobre el trazado del proyecto: Fijas (dispersas, de área y/o puntuales) y las fuentes móviles definidas anteriormente y se definen sus respectivos aforos, siguiendo los lineamientos del numeral 5.2.3.2 del anexo 1 AT 15.

#### 5.2.3.2.1 Identificación y georreferenciación de las fuentes de emisión

El Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) clasifica los diferentes tipos de fuentes de emisión de contaminantes en las siguientes clases:

- ▶ Fuentes fijas: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.
  - ▶ Fuentes fijas puntuales: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.
  - ▶ Fuentes fijas dispersas o difusas: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción.
- ▶ Fuentes de emisiones móviles: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Durante el desarrollo de la línea base del componente Atmosférico se identificó y georreferenció las fuentes de emisiones atmosféricas del área de influencia del componente atmosférico, a partir del inventario de fuentes de emisión elaborado por la Secretaría Distrital de Medio Ambiente de Bogotá

(SDA) se identificaron y localizaron las principales fuentes fijas de emisión sobre el área de influencia del proyecto. Las fuentes móviles se definieron a partir de los aforos vehiculares desarrollados según los Lineamientos expuestos en el numeral 5.2.3.2 del Anexo 1 *Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)*, Apéndice Técnico 15.

### 5.2.3.2.2 Fuentes de emisiones fijas

Dentro del área de influencia de acuerdo con la información emitida por la Secretaría Distrital de Ambiente, hay 249 establecimientos comerciales en los que se distribuyen 380 fuentes fijas de emisión en el trazado del proyecto, las cuales operan con calderas, estufa industrial, horno, tostador, secadora, torre de secado, rama termofijado, marmita, peletizadora, cabina, otros.

En la Figura 239, se muestra la ubicación geográfica de las fuentes fijas y en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 / 7\_3 el inventario de estas, diferenciándolas para cada uno de los tramos establecidos para el EIAS.

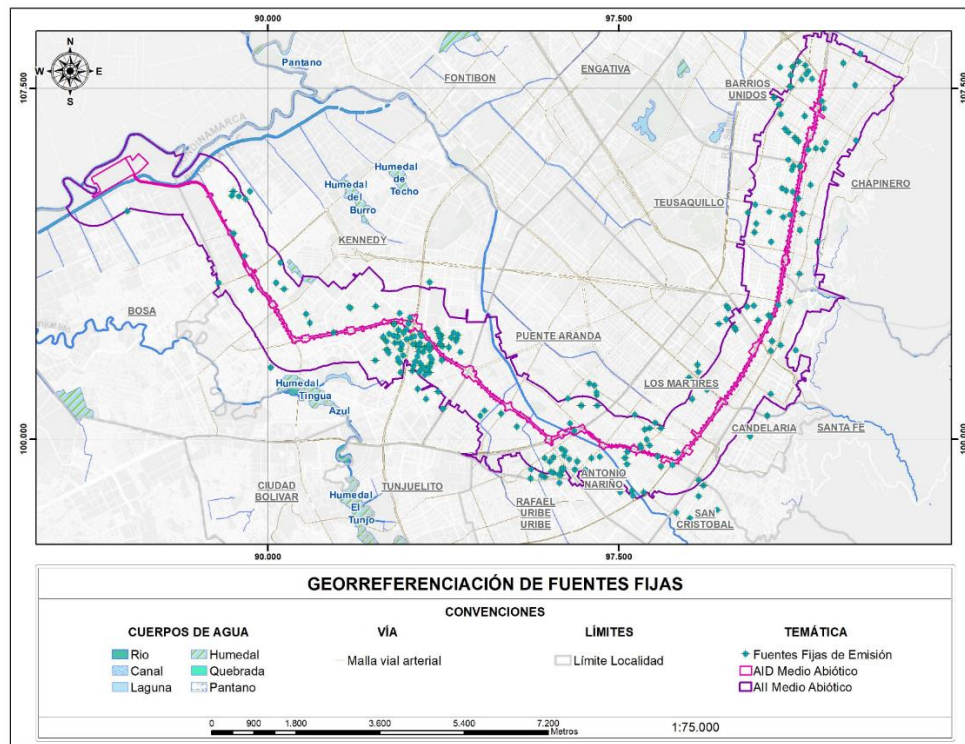


Figura 240 Georreferenciación de Fuentes Fijas

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021

En la siguiente figura se muestran la cantidad de fuentes fijas que se encuentran presentes en el área de influencia del trazado del proyecto por localidades.

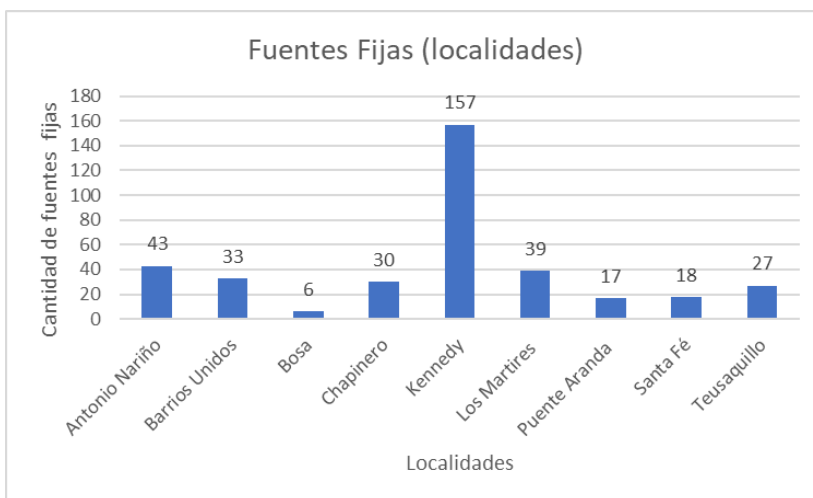


Figura 241 Cantidad de fuentes fijas por localidad

Fuente: Consorcio Ambiental Línea Metro de Bogotá, 2022

Por otra parte, dentro de las localidades existen unas unidades administrativas de llamadas Unidades de Planificación Zonal las cuales se definen como unidades de análisis para comprender el tejido urbano y establecer mejores condiciones de vida de la población de Bogotá, las UPZ permiten establecer con mayor detalle cómo funcionan los barrios y cómo funciona la vinculación y la sinergia con otros barrios debido a su estratificación, comercio, el suelo y sus usos, las viviendas y condiciones de vida de sus habitantes. En la Figura 240 y Figura 241 se presenta el número de fuentes fijas localizadas por UPZ ubicadas dentro del área de estudio del presente EIAS, de allí se puede destacar que la UPZ que más contiene fuentes fijas es Carvajal con 109 fuentes (28,2%), esta UPZ está ubicada dentro de la localidad de Kennedy la cual a su vez es la localidad con más fuentes; es tal la cantidad de fuentes de esta UPZ que en proporción tiene más fuentes que las localidades Los Mártires, Puente Aranda y Teusaquillo juntas.

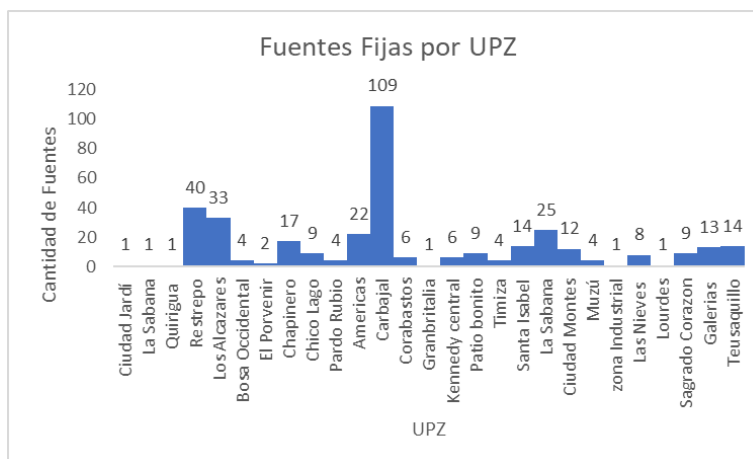


Figura 242 Cantidad de fuentes fijas por localidad

Fuente: Consorcio Ambiental Línea Metro de Bogotá, 2022



En la siguiente tabla se encuentran segregadas los tipos de fuentes que se halló en inventario de fuentes de emisión por localidades. De allí se destaca que la fuente más frecuente que se halló dentro del área de estudio es la caldera (187) y el horno (126); la localidad que más posee calderas es Kennedy con 60 (32,08%) y le sigue la localidad de Chapinero con 25 (13,36%). Las calderas y los hornos son las fuentes más frecuentes dentro del inventario con 313 unidades, lo que equivale a un 82,36%. Dentro del área de estudio y específicamente en la UPZ Carvajal de la localidad de Kennedy, las fuentes que más predominan son las asociadas a las actividades de Elaboración de productos de molienda, de panadería y el procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos; en este sector se contabilizaron 12 fuentes de cada una de estas actividades económica.

Tabla 132 –Tipos de Fuentes por Localidad

FUENTE DE EMISIÓN	Localidad									
	ANTONIO NARIÑO	BARRIOS UNIDOS	BOSA	CHAPINERO	KENNEDY	LOS MÁRTIRES	PUENTE ARANDA	SANTA FE	TEUSAQUILLO	TOTAL
CABINA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CALDERA	23	12	2	25	60	19	11	8	17	187
CALENTADOR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ESTUFA INDUSTRIAL	0	8	0	3	5	0	0	10	2	28
HORNO	17	3	4	2	76	16	6	0	2	126
INTERCAMBIADOR DE CALOR	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
MARMITA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
OTRA	1	0	0	0	3	0	0	0	0	4
PELETIZADORA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
QUEMADOR	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
RAMA DE TERMOFIJADO	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
SECADORA	1	0	0	0	2	0	0	0	2	5
TORRE DE SECADO	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
TOSTADORA	0	8	0	0	4	4	0	0	1	17

FUENTE DE EMISIÓN	Localidad									
	ANTONIO NARIÑO	BARRIOS UNIDOS	BOSA	CHAPINERO	KENNEDY	LOS MÁRTIRES	PUENTE ARANDA	SANTA FE	TEUSAQUILLO	TOTAL
VULCANIZADOR A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>33</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>157</b>	<b>39</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>380</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Por otra parte, la Secretaría Distrital de Ambiente, como respuesta al radicado ML121-IC-03350, en donde la empresa Metro Línea 1 S.A.S. solicita información de calidad del aire para el Desarrollo del presente EIA, lista las fuentes fijas que cuentan con permiso de emisión y que están dentro del área de estudio determinada para la caracterización del componente abiótico, este listado se puede ver en la Tabla 134; allí se puede destacar que 9 de las 17 fuentes Elaboran productos de molinería, adicionalmente es de resaltar que 7 de las 17 fuentes se ubican dentro de la localidad de Puente Aranda.

Tabla 133 – Fuentes Fijas con Permiso de Emisiones

RAZÓN SOCIAL	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	ACTIVIDAD ECONÓMICA	TIPO DE FUENTE
<b>ORGANIZACIÓN SOLARTE Y CIA. S.C.A. - MOLINOS RICAURTE</b>	Carrera 26 No. 11 – 71	LOS MÁRTIRES	Elaboración de productos de molinería	Banco de Molienda (Filtro Favini) Banco de Molienda (Filtro Ocrim)
<b>PRODUCTORA COLOMBIANA DE HARINAS - PROCOHARINAS S.A</b>	Calle 15 No. 32 A –36	PUENTE ARANDA	Elaboración de productos de molinería Equipos de molienda (bancos de molienda)	Equipos de limpieza del trigo (la vibración, la deshinadora, la turbina neumática y el separador de granos)
<b>UAESP - CEMENTERIO NORTE</b>	Carrera 36 No. 68 –10	BARRIOS UNIDOS	Pompas fúnebres y actividades relacionadas	Horno Crematorio 1 Marca Proindul, referencia CV-TM 200-2015 Horno Crematorio 2 Marca Proindul, Referencia CV-TM 200-2015 Modelo 2 Horno Crematorio 3, Marca Proindul, Referencia CV-TM 200-2015, Modelo 3
<b>UAESP (CEMENTERIO SUR)</b>	Avenida 27 No. 37 –83 Sur	ANTONIO NARIÑO	Pompas fúnebres y actividades relacionadas	Horno crematorio No 1, Marca Proindul CV-TM 200-2015 Horno Crematorio No. 2, Marca Proindul, CVTM-200 de serie 046- 2015-020- 20-2S

RAZÓN SOCIAL	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	ACTIVIDAD ECONÓMICA	TIPO DE FUENTE
<b>TEXTILES LAFAYETTE SAS</b>	Calle 15 No. 72 – 95	KENNEDY	Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles	Caldera JCT modelo PV600
<b>MOLINO EL LOBO S.A</b>	Calle 16 No. 16 - 68	LOS MÁRTIRES	Elaboración de productos de molinería	Bancos de molienda Sabores y cernidores Plansifters
<b>ORGANIZACIÓN MARTÍNEZ SOLARTE &amp; CIA - MOLINOS SAN MARTIN – MARTÍNEZ MARTÍNEZ MANUEL SALVADOR</b>	Carrera 35 No. 17 A-03	PUENTE ARANDA	Elaboración de productos de molinería	Bancos de molienda (ducto turbina neumático)
<b>HARINERA INDUPAN S.A.S.</b>	Carrera 22 No. 14 – 12	LOS MÁRTIRES	Elaboración de productos de molinería	Bancos de Molienda
<b>COMPAÑÍA MANUFACTURERA DE PAN COMAPAN S.A</b>	Calle 15 No. 34 – 26	PUENTE ARANDA	Elaboración de productos de molinería	Molino Boo Bühler
<b>MOLINOS SAN LUIS S.A. - IMELDA ALBARRACÍN DE RODRÍGUEZ</b>	Carrera 32 A No. 17– 27	PUENTE ARANDA	Elaboración de productos de molinería	Bancos de molienda
<b>FÁBRICA DE DETERGENTES Y MINERALES S.A. – FADE MINERALES S.A. O NC &amp; M S A O X &amp; S</b>	Carrera 69 B No. 21– 20 Sur	KENNEDY	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador	Torre de secado
<b>DETERGENTES DERSA S.A</b>	Carrera 36 No. 5 C –09	PUENTE ARANDA	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador	Torres de secado Planta de Sulfonación
<b>MOLINOS LAS MERCEDES</b>	Calle 17 A No. 32 A – 38	PUENTE ARANDA	Elaboración de productos de molinería	Bancos de Molienda y los cernidores (desfogan por el mismo ducto)
<b>MOLINOS LA AURORA S A</b>	Calle 17 B No. 33 -42	PUENTE ARANDA	Elaboración de productos de molinería	Bancos de molienda (Molino Polar Molino Nacional)
<b>ALUMETALES</b>	Calle 16 No. 17 – 44	LOS MÁRTIRES	Fundición de aluminio	Horno Tipo Reverbero No. 2
<b>ACERIAS DE LOS ANDES S.A.S</b>	Carrera 68 No. 39 I -65 Sur	KENNEDY	Fundición de hierro y de acero	Horno de Inducción (cubas 1, 2 y 3) que opera con energía eléctrica

RAZÓN SOCIAL	DIRECCIÓN	LOCALIDAD	ACTIVIDAD ECONÓMICA	TIPO DE FUENTE	
INDUSTRIAS VICTORIA S.A.	LA	Carrera 68 A No. 39 I - 55 Sur	KENNEDY	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador	Torre de secado

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 5.2.3.2.3 Fuentes móviles

Para realizar la caracterización de las fuentes móviles conforme a lo estipulado en el Anexo 1 del Apéndice Técnico 15 (Primera línea Metro de Bogotá, 2021) se realizó en el mes de julio de 2021 una serie de aforos vehiculares en 30 puntos localizados a lo largo del trazado de diseño de la Primera Línea Metro de Bogotá. Las mediciones se realizaron en 10 estaciones manuales y 19 estaciones automáticas durante periodos de 4 horas por día en 4 días de medición en días hábiles y días festivos tanto en jornada diurna como en jornada nocturna (Ver anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 / 7\_3 Atmosférico). En cada punto de aforo se clasificaron los vehículos por tipo, de igual manera describió las características de las vías: ancho, y número de carriles. La ubicación de los puntos de monitoreo se puede ver a continuación.

Tabla 134 – Estaciones de Conteo Vehicular Manual

No.	Intersección	Fecha y hora de medición	Punto de Medición			
			Vía	Sentido	Tipo Vía	Carriles
M4	Av. Villavicencio con Cra. 80	23 a 26 de julio de 2021	Villavicencio	Occidente-Oriente	Principal	3
			Villavicencio	Oriente Occidente	Principal	3
			Cra. 80	Norte Sur	Principal	2
			Cra. 80	Sur-Norte	Principal	2
M7	Av. Primera de Mayo	24/07/21 16:30-17:30	Av. 1 de Mayo	Norte-Sur	Principal	3
		26/07/21 00:15-01:15 26/07/21 11:55-12:55 27/07/21 13:00-14:00	Av. 1 de Mayo	Sur-Norte	Principal	3
M10	Av. Primera de Mayo con Cra. 69B	23/07/21 11:20-12:20	Av. 1 de Mayo	Occidente-Oriente	Principal	3
		24/07/21 11:20-12:20	Av. 1 de Mayo	Oriente-Occidente	Principal	3
		25/07/21 17:15-18:15	Cra. 69B	Norte-Sur	Secundaria	2
		26/07/21 13:42-14:42	Cra. 69B	Sur-Norte	Secundaria	2
		23/07/21 11:20-12:20	Av. 1 de Mayo	Occidente-Oriente	Principal	3

No.	Intersección	Fecha y hora de medición	Punto de Medición			
			Vía	Sentido	Tipo Vía	Carriles
	Avenida Primera de Mayo con Cra. 68i	24/07/21 11:20-12:20	Av. 1 de Mayo	Oriente-Occidente	Principal	3
		25/07/21 17:15-18:15	Cra. 68i	Norte-Sur	Secundaria	2
M12	Av. Primero de Mayo con Cra. 51F	29/07/21 10:35-11:35	Av. 1 de mayo	Occidente-Oriente	Principal	3
		30/07/21 09:45-10:45	Av. 1 de mayo	Occidente-Oriente	Principal	3
M14	Av. Primero de Mayo con Cra. 39	24/07/21 18:05-19:05	Av. 1 de Mayo	Occidente-Oriente	Principal	3
		25/07/21 11:00-12:00	Av. 1 de Mayo	Occidente-Oriente	Principal	3
		26/07/21 15:00-16:00	Cra. 39	Norte-Sur	Principal	3
		27/07/21 11:37-12:37	Cra. 39	Sur-Norte	Principal	3
M20	Av. Caracas con Cll 2	29/07/21 13:10-14:10	Av. Caracas	Norte-Sur	Principal	4
		30/07/21 08:30-09:30	Av. Caracas	Sur-Norte	Principal	4
		31/07/21 17:17-18:17	Cll 2	Occidente-Oriente	Secundaria	2
M24	Av. Caracas con Cll 45 y Cra. 13 con 45	29/07/21 15:09-16:09	Av. Caracas	Norte-Sur	Principal	4
		24/07/21 07:40-08:40	Av. Caracas	Sur-Norte	Principal	4
		25/07/21 09:15-10:15	Cll 45	Occidente-Oriente	Secundaria	2
		26/07/21 16:32-17:32	Cll 45	Oriente-Occidente	Secundaria	2
		27/07/21 10:10-11:10	Cra. 13	Norte-Sur	Principal	3
M25	Av. Caracas con Cll 53 y Cra. 13 con 53	29/07/21 14:55-15:55	Av. Caracas	Norte-Sur	Principal	4
		30/07/21 07:00-08:00	Av. Caracas	Sur-Norte	Principal	4
		31/07/21 07:12-08:12	Cll 53	Occidente-Oriente	Secundaria	2
		02/08/21 13:15-14:15	Cll 53	Oriente-Occidente	Secundaria	2
			Cra. 13	Norte-Sur	Principal	3
M26	Av. Caracas con Cll 63 y Cra. 13 con Cll 63	30/07/21 16:38-17:38	Av. Caracas	Norte-Sur	Principal	4
		31/07/21 08:47-09:47	Av. Caracas	Sur-Norte	Principal	4
		02/08/21 11:15-12:15	Cll 63	Occidente-Oriente	Secundaria	3
		03/08/21 10:12-11:12	Cra. 13	Norte-Sur	Principal	3

No.	Intersección	Fecha y hora de medición	Punto de Medición			
			Vía	Sentido	Tipo Vía	Carriles
M27	Av. Caracas con CII 72, Cra. 15 con CII 72 y CII 72 con Cra. 20	30/07/21 15:20-16:20 31/07/21 10:08-11:08 02/08/21 10:00-11:00 03/08/21 11:28-12:28	Av. Caracas	Norte-Sur	Principal	4
			Av. Caracas	Sur-Norte	Principal	4
			CII 72	Occidente-Oriente	Secundaria	3
			CII 72	Oriente-Occidente	Secundaria	3
			Cra. 15	Norte-Sur	Principal	3
			CII 72	Occidente-Oriente	Secundaria	2
			CII 72	Oriente-Occidente	Secundaria	2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Una vez desarrollados estos aforos se procedió a tabular la información de los aforos manuales y de los aforos automáticos, esta información se encuentra compilada y resumida en la Tabla 135, allí se muestran los conteos clasificando las fuentes móviles por tipo de vehículos según la clasificación de cada uno de ellos.

Tabla 135 – Estaciones de Conteo Vehicular Manual

Punto	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones de dos ejes	Camiones de tres ejes	Camiones de cuatro ejes	Camiones de cinco y más ejes
M1	12	50	0	5	5	0	0
M2	312	205	1	9	0	0	0
M3	231233	226906	35421	24355	1454	362	1326
M4	39261	63456	6150	3966	710	96	288
M5	199371	271812	33535	26082	1305	191	704
M6	144417	185587	25885	14036	437	46	209
M7	24696	48288	6200	3850	720	65	108
M8	133921	157850	25516	12124	262	40	211
M9	452138	755107	80511	68818	7462	1076	6253
M10	29360	72688	75820	4724	410	75	225
M11	399729	615471	58435	37598	3342	252	1434
M12	37664	654884	61201	28564	3521	189	1540

Punto	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones de dos ejes	Camiones de tres ejes	Camiones de cuatro ejes	Camiones de cinco y más ejes
<b>M13</b>	196572	351928	23366	24578	2092	70	654
<b>M14</b>	184560	360145	25478	32144	2145	103	847
<b>M15</b>	222324	355856	37819	23318	1285	245	2821
<b>M16</b>	303686	448331	33362	34428	3187	284	4415
<b>M17</b>	137173	254124	9624	13807	1101	40	73
<b>M18</b>	118347	248806	25905	12416	262	14	28
<b>M19</b>	117333	224839	17460	7782	250	12	21
<b>M20</b>	135780	217892	23547	8591	308	26	48
<b>M21</b>	156780	202999	30317	11952	528	24	121
<b>M22</b>	131310	155452	16877	7541	215	3	35
<b>M23</b>	159985	349858	35021	10150	489	8	33
<b>M24</b>	189478	301476	20147	8452	321	6	28
<b>M25</b>	210478	271458	18952	8647	189	11	14
<b>M26</b>	120145	214785	20145	9541	152	6	12
<b>M27</b>	145461	278541	22547	7541	101	4	8
<b>M28</b>	110926	316519	31026	5874	386	6	266
<b>M29</b>	74933	234700	17058	5177	275	8	456
<b>M30</b>	135879	371489	14872	3521	293	9	521

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 136 – Registro fotográfico del muestreo de tráfico



Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En el conteo automático se puede observar que sobre la Avenida Boyacá se registró la mayor cantidad de vehículos dentro del tiempo de conteo con 693.458 vehículos contabilizados, seguido por el punto de medición en la Av. 1 de mayo con carrera 86 con 617.389 vehículos; en general las vías principales con más de 3 carriles ya que todas estuvieron por encima de los 100.000 vehículos. De las vías secundarias la que más registros alcanzó fue la Av. 1 a la altura de la carrera 22 con 211.162 vehículos en las 96h de conteo.

Por otra parte, en el conteo manual, se presentan 10 estaciones con 24 puntos de conteo. Este aforo fue desarrollado con 4 sesiones de medición de 1 hora de duración por punto, allí se demostró que en la Avenida primero de mayo con carrera 51f es donde existe más flujo vehicular dentro de las calles aforadas con 15.752 vehículos seguido del punto localizado sobre la misma avenida con carrera 69b con 15.623 vehículos. Este conteo cubrió principalmente la parte sur del trazado del metro, cubriendo Avenida Primera de Mayo la Avenida Villavicencio y en la parte norte del trazado las Avenida Caracas desde la calle 2 hasta la calle 72. Sobre la Av. Primero de Mayo y sobre la Av. Caracas se ubicaron 5 puntos de conteo, en las estaciones de la primero de mayo se contabilizaron 70.436 vehículos mientras que en la Av. Caracas 49.336 vehículos, esto demuestra la mayor densidad de tráfico en la Av. Primero de Mayo. De las vías secundarias, la que mayor flujo alcanzó fue la calle 53 con 6.229 vehículos.

Otro punto de vista que se puede examinar en los aforos realizados es el de la frecuencia por tipos de vehículos, para esto se generaron 2 gráficas, una para determinar la frecuencia de los tipos de vehículos



en el conteo automático (Figura 242) y otra para mostrar la misma distribución para el conteo manual, se presenta la distribución de los conteos realizados. En el conteo automático sobresalen los vehículos y las camionetas con 55,97% seguido por las motocicletas con 34,38% y desde el conteo manual también sobresalen los vehículos y las camionetas con 59,83% y las motocicletas con 29,71%, aquí se puede notar unas proporciones parecidas en los dos conteos, con una diferencia cercana al 4% en las dos categorías de vehículos predominantes.

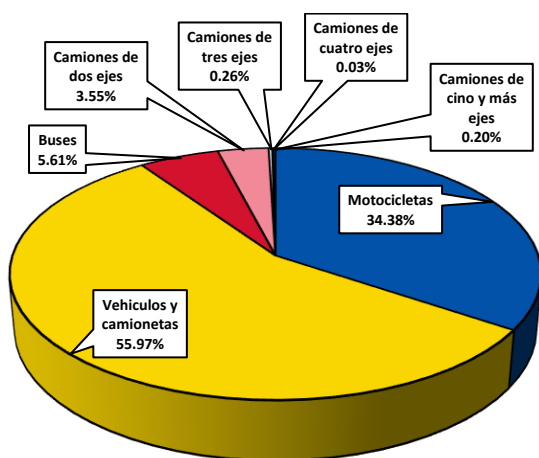


Figura 243 Proporción del Conteo Automático vehicular por tipo de Vehículo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

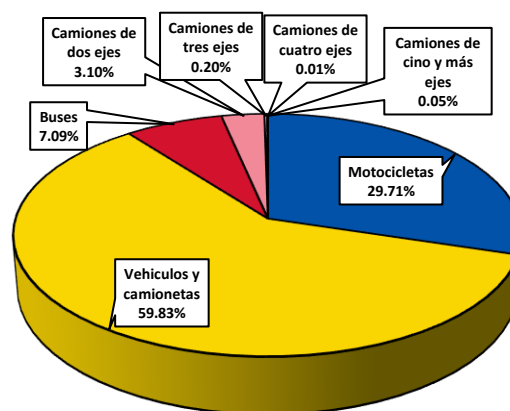


Figura 244 Proporción del Conteo Manual vehicular por tipo de Vehículo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 137 – Conteo Vehicular Automático por Tipo de Vehículo

Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones de dos ejes	Camiones de tres ejes	Camiones de cuatro ejes	Camiones de cinco y más ejes
3.290.455	5.356.416	537.139	340.137	24.486	2.684	19.060

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 138 – Conteo Vehicular Manual por Tipo de Vehículo

Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones de dos ejes	Camiones de tres ejes	Camiones de cuatro ejes	Camiones de cinco y más ejes
56855	114493	13571	5935	374	27	95

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.2.4 Receptores Sensibles

Los efectos de la contaminación atmosférica, dentro de estos se pueden incluir a las personas con condiciones adversas relacionadas con el sistema respiratorio y circulatorio, personas de la tercera edad sensibles al aire contaminado, niños menores a 5 años y personas enfermas que reciben atención médica. Por lo tanto, los sitios que alojen o permitan la aglomeración de este tipo de personas son de especial atención cuando se realizan estudios de calidad de aire, pues son estos sitios en donde se deben evaluar las concentraciones de contaminantes criterio cuando se realicen monitoreos y modelos de dispersión de emisiones de los proyectos, por esta razón se construyó un inventario de los receptores sensibles ubicados dentro del área de estudio y se presenta a continuación. En la Tabla 139 y en la Figura 245 se realiza la segregación de los receptores sensibles encontrados por sector económico y por carácter (privado o público); de allí se puede resaltar que la mayor parte (65,37%) de instituciones pertenecen al sector educativo y el 21,46% son instituciones de salud por otra parte los ancianatos que en total sumaron 3 establecimientos pertenecen al sector social que en proporción representan el 3,90% de los receptores sensibles.

Tabla 139 – Clasificación de Receptores Sensibles por Sector y carácter

Sector	carácter		Total	
	Privado	Público		
Comunitario	1	7	8	3,90%
Educativo	89	45	134	65,37%
Protección	2	4	6	2,93%
Religioso	5		5	2,44%
Salud	35	9	44	21,46%
Social	5	3	8	3,90%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>205</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

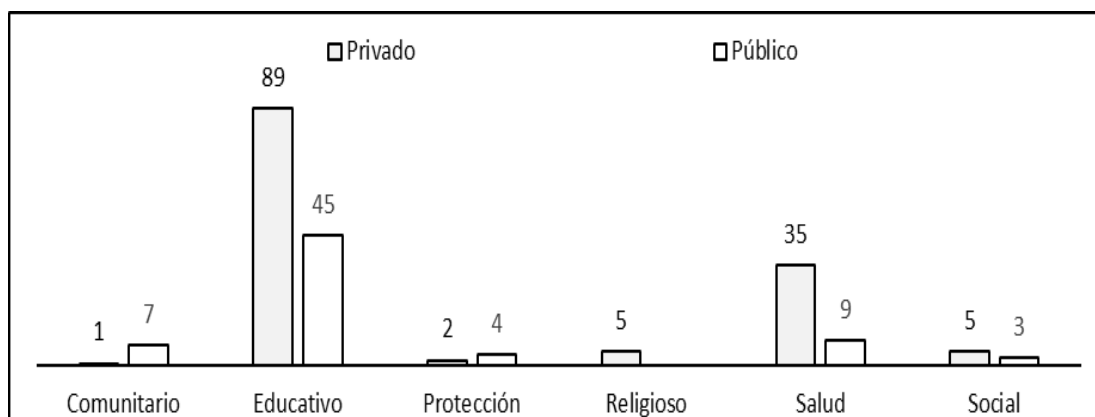


Figura 245 Receptores Sensibles por Sector y Carácter

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.3 Calidad del aire

En el *Informe de Resultados de Monitoreo de Calidad del Aire para la Actualización de Los Estudios de la Línea Base EIA-PLMB L1T1-CON-AMB-IN-0020* se encuentran los resultados del monitoreo. Estos fueron ejecutados en 30 puntos a lo largo del trazado del proyecto de acuerdo con lo establecido en el ítem 5.2.3.3 del anexo 1 del apéndice técnico 15.

#### 5.2.3.3.1 Ubicación geográfica y descripción de las estaciones de monitoreo

##### 5.2.3.3.1.1 Macrolocalización

Para la macrolocalización de los receptores sensibles, se inició con la identificación de elementos afectados por contaminación atmosférica, entre ellos son: viviendas e infraestructura social, económica, educativa, cultural, recreativa y de salud, entre otros.

Este análisis se realiza mediante imágenes satelitales y cartografía base donde se georreferencia los principales receptores ubicados en el área de estudio (1Km) considerando los criterios como la dinámica de los vientos y la distribución simétrica de los puntos o estaciones de monitoreo abordando el área de influencia.

Con base a esta información, la ubicación de los sitios tuvo en cuenta que se pudiera capturar las concentraciones vientos debajo de la fuente de emisión (línea proyectada del metro); el comportamiento de los vientos tiene una variabilidad de la dirección que puede tener una resolución horaria o diaria o mensual, lo cual puede cambiar permanentemente el concepto de vientos arriba y vientos debajo de la fuente de emisión, se determinó que la disposición de las estaciones de calidad de aire se ubicaran alternadamente cerca de la línea del metro, al norte y al sur de la línea del metro a la altura de la Avenida Primera de Mayo y al Oriente y Occidente de la línea eje del metro que recorre la avenida Caracas de manera zigzagueante. La Propuesta de la ubicación de los 30 puntos se pueden apreciar en la Tabla 140 y en la Figura 246.

Tabla 140 – Ubicación de Estaciones de Calidad de Aire

Estación	Coordenadas Planas MAGNA Ciudad Bogotá	
	Este	Norte
Colegio San José	90.264,32	102.177,03
Colegio Jackeline	90.609,66	101.385,43
Colegio Los periodistas	91.054,31	102.338,03
Residencial	93.480,41	101.188,14
Residencial	100.663,82	103.651,53
Universidad Santo Tomás	101.453,06	104.638,64
Residencial	101.114,09	105.566,32
Universidad de la Salle	102.015,07	105.339,95
SDA Móvil Cra 7 <sup>a</sup>	101.773,95	105.417,36
SDA Min Ambiente	101.172,01	103.237,04
SDA Kennedy	90.698,50	103.188,32
SDA Carvajal Sevillana	92.123,04	99.956,19

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

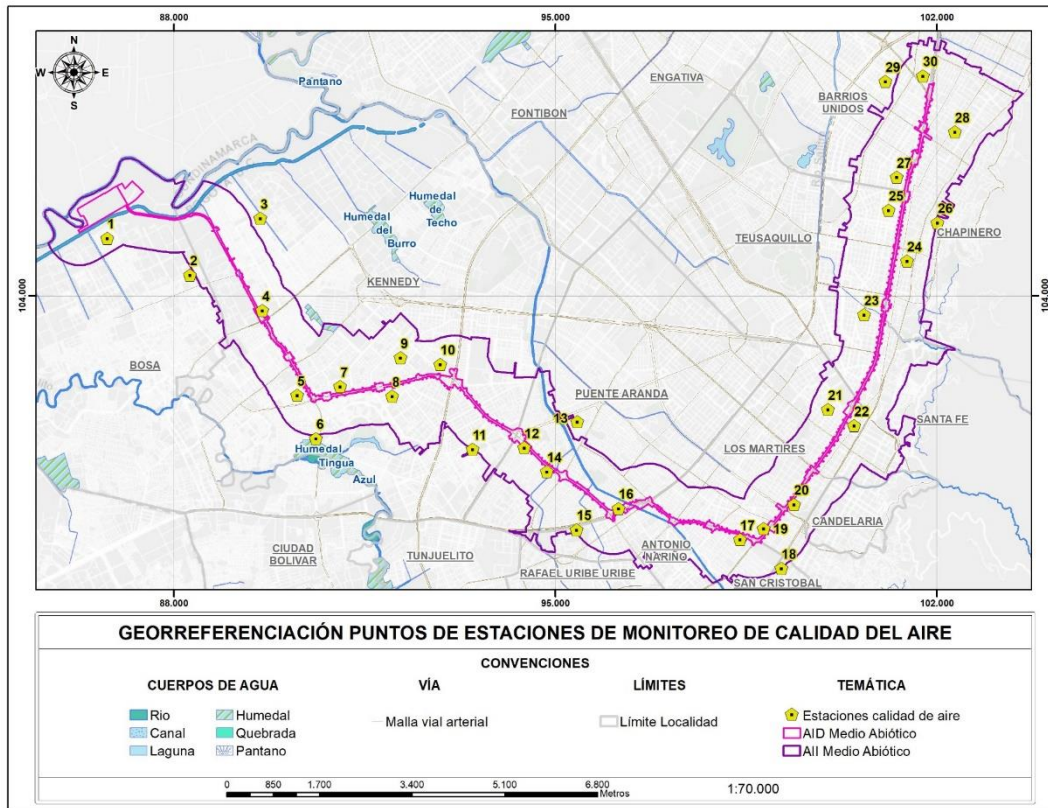


Figura 246 Georreferenciación Puntos Estaciones de Monitoreo de CA

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.3.2 Análisis de resultados de los monitoreos

#### 5.2.3.3.2.1 Material particulado PM10

El material particulado cuyo diámetro de partícula varía entre 2,5 y 10  $\mu\text{m}$  se denomina PM10, este material puede ser inhalado y penetra fácilmente el sistema respiratorio, causando efectos adversos a la salud de las personas, específicamente a la salud respiratoria, debido a que viajan profundamente en los pulmones y porque está compuesto de elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos que podrían causar cáncer). En la Figura 247 y Figura 248 se presentan los resultados de las concentraciones dadas por los respectivos laboratorios sin procesar o sin tratamiento estadístico; en estas tablas se pueden resaltar algunos resultados que fueron anulados por fallas técnicas de los equipos de medición relacionadas con interrupciones en el suministro del fluido eléctrico. Según el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, en el apartado de Operación, se recomienda que, para evaluar la consistencia de los datos relacionados con calidad del aire, es aconsejable elaborar diagramas de caja por contaminante y por tipo de promedio a analizar, posteriormente se debe identificar los valores extremos o valores atípicos y buscar información adicional (metadata) que permita identificar las causas de la información detectada.

5.2.3.3.2.1.1 Validación de datos PM10

La validación de datos se realiza conforme a lo establecido en el manual de operación (*Consistencia De Los Datos Relacionados Con La Calidad Del Aire*) donde se define, a partir de una evaluación estadística por diagrama de cajas, la consistencia de los datos medidos de calidad del aire de acuerdo con su variabilidad y tendencia durante el proceso de medición; se debe identificar los valores extremos o valores atípicos y estos no se tendrán en cuenta para los análisis posteriores como la comparación frente a los niveles permisibles de la resolución 2254 de 2017. El diagrama de cajas resultante de los datos de concentración de PM10 se presenta en la Figura 246. Luego de este análisis, es importante mencionar que esta información será empleada para el análisis normativo conforme a lo establecido en la normatividad vigente (límite máximo permisible de 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS).

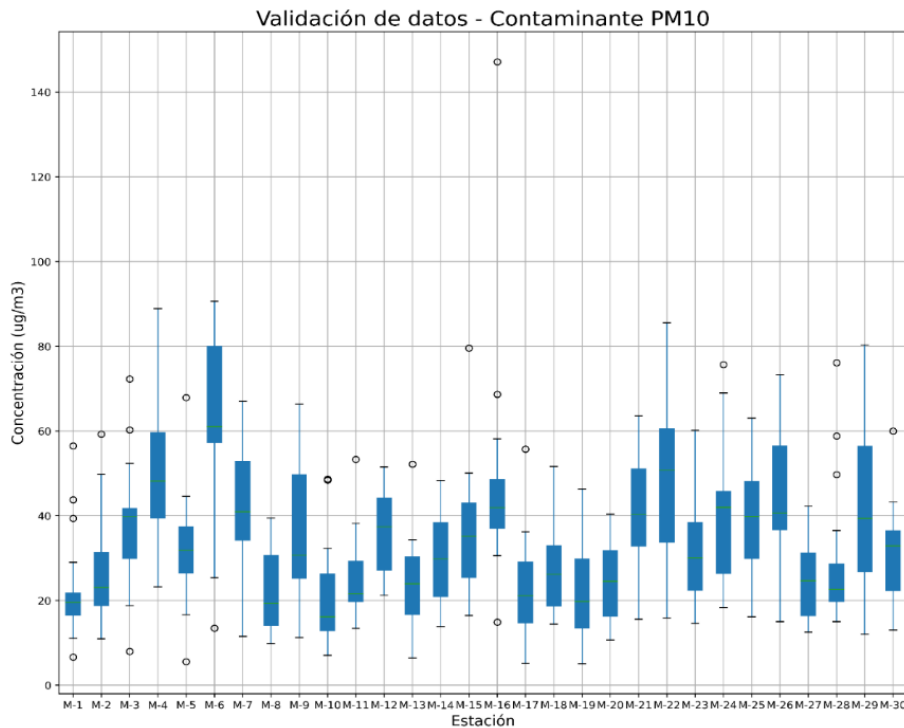


Figura 247 Validación de datos PM10

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021 Cumplimiento Normativo

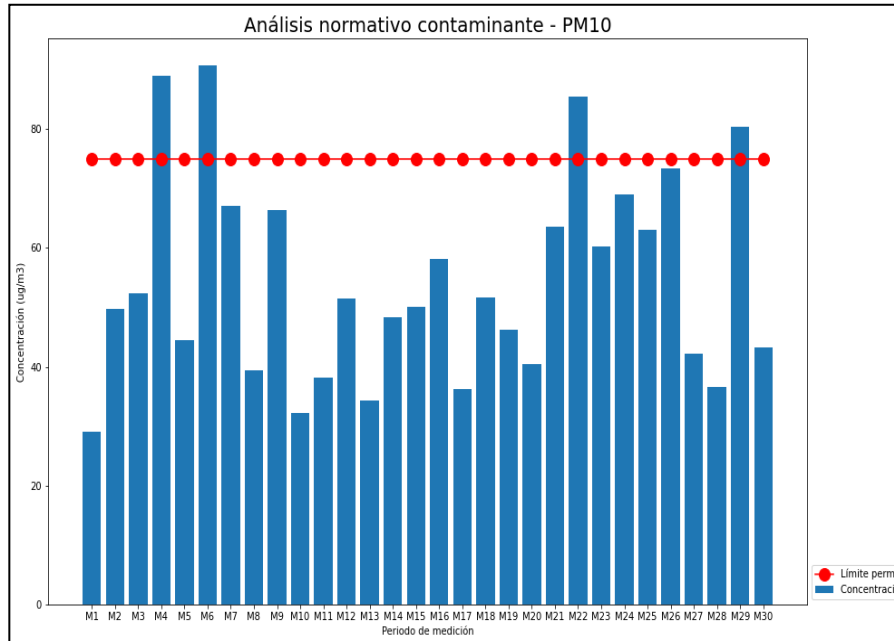


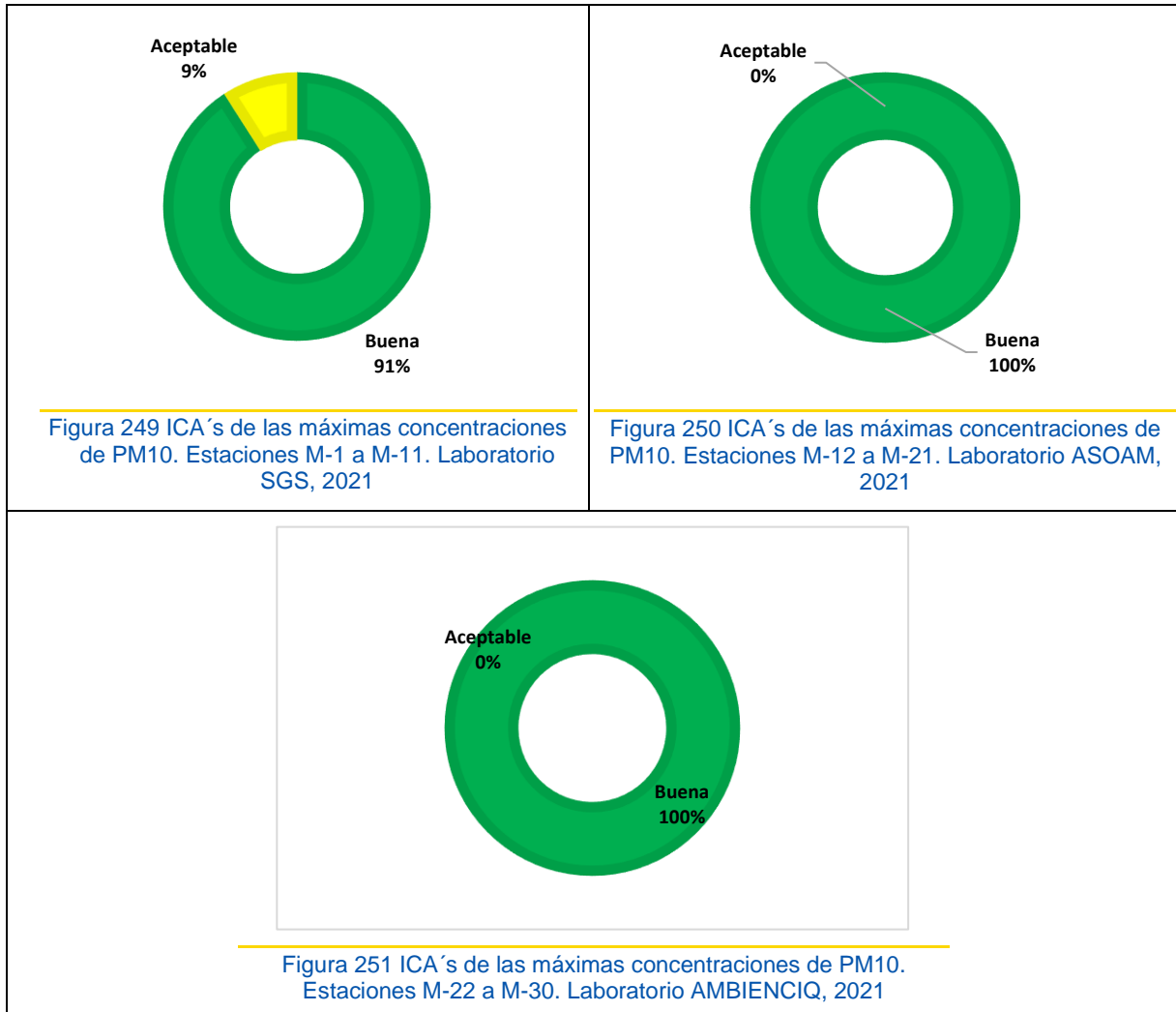
Figura 248 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.1.2 Índice de calidad de aire

Teniendo en cuenta el Capítulo IV de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del MADS, el Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire. Es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire en función de un código de colores al que están asociadas unos efectos generales que deben ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población. El ICA es calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos, el ICA del material particulado PM10 presente en la mayoría de los casos una calidad del aire buena y aceptable (por tanto, se pueden presentar posibles síntomas respiratorios en grupos sensibles).

Tabla 141 – ICA´s de las máximas concentraciones de PM10 reportadas por laboratorio



### 5.2.3.3.2.2 Material particulado PM2.5

El material particulado cuyo diámetro de partícula es menor o igual a 2,5 se denomina PM2.5 y generalmente es producido por procesos de combustión de combustibles fósiles, a partir de la condensación de gases, de reacciones químicas en la atmósfera, la inhalación puede ocasionar enfermedades pulmonares y cardiovasculares. Los reportes de concentraciones sin procesamiento de PM2,5 provenientes de los registros de laboratorio se presentan en la Figura 252.

#### 5.2.3.3.2.2.1 Análisis de relación de PM2.5 y PM10

De las mediciones realizadas durante la campaña de monitoreo para determinar la concentración de material particulado inferior a 2.5 micras se observa que los promedios diarios de PM2.5 de la estaciones E5, M8, M10, M12, M13, M14, M16, M17, M19 Y M25 presentan valores de concentración superiores a los promedios diarios de PM10 para el mismo día de monitoreo, este singular comportamiento en la



medición del contaminante material particulado, se asocia principalmente a la diferencia que se presenta para las mediciones de PM10 y PM2.5. Para determinar la carga contaminante de PM10 en la atmosfera se emplea un equipo manual de alto volumen, cuyo funcionamiento de flujo debe estar entre 1,02 m<sup>3</sup>/min – 1,24m<sup>3</sup>/min; en tanto que la medición para determinar la disponibilidad de PM2.5 en la atmosfera se realiza a partir de una medición semiautomática con un equipo de bajo volumen con rangos de flujo que oscilan entre 16,67 L/min ± 5% (1,667m<sup>3</sup>/min), esta diferencia de los flujos implica que a mayor captación de masa de aire, es más probable tener mayor filtración de PM<sub>2.5</sub> en el filtro, si bien estudios como (Nestor & Galvis, 2005) establecen linealidad de la relación PM2.5/PM10 es importante tener en cuenta que esta aseveración está sujeta a la ejecución de la medición que para el caso corresponde a “mediciones simultaneas de PM2,5 y PM10 en tres estaciones de monitoreo de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá (RMCAB) con monitores automáticos de atenuación beta BAM”(p.56) es decir la medición se efectuó bajo el mismo estándar de tecnología.

#### 5.2.3.3.2.2.1.1 Diagrama de Cajas – Consistencia de datos PM 2.5

Luego de este análisis, es importante mencionar que esta información será empleada para el análisis normativo conforme a lo establecido en la normatividad vigente (límite máximo permisible de 37 µg/m<sup>3</sup> establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS).

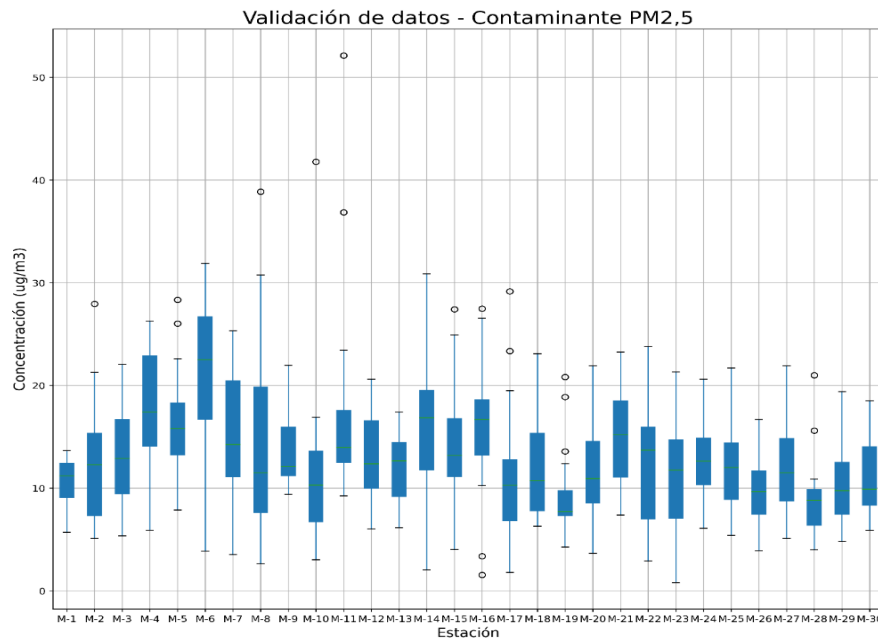


Figura 252 Validación de datos PM2.5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

## 5.2.3.3.2.2.1.2 Cumplimiento Normativo

En la figura siguiente se observan grafican la variación los valores de las concentraciones diarias reportadas y validadas estadísticamente y en la Figura 252 se presentan las concentraciones máximas validadas registradas en la campaña de monitoreo comparados contra el nivel máximo permisible establecido para tiempos de exposición de 24 horas ( $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) por la Resolución 2254 de 2017 del MADS a condiciones normales ( $25^\circ\text{C}$  y  $760 \text{ mmHg}$ ). Es destacable que de los registros validados solamente uno de ellos sobrepasó el máximo permisible, esta lectura fue registrada en la estación M-8 en el cuarto día de medición ( $38,8637 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); esta estación fue instalada y operada por el laboratorio SGS se ubicó en la localidad Kennedy sobre la carrera 73A a 12m de una vía pavimentada en la cual se da el paso de vehículos livianos. En cuanto a los promedios aritméticos se resalta que la estación con el mayor promedio de concentraciones de  $\text{PM}_{2,5}$  24 horas es la estación M-6, la cual fue operada por el laboratorio SGS y se ubicó en la localidad de Kennedy sobre la carrera 77q a 10 metros de una vía pavimentada con 8 metros de ancho, con paso de vehículos livianos y de carga. La estación con menor promedio de concentraciones es M-28 con  $7,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; esta estación fue operada por el laboratorio Ambienqi y se localizó en la institución educativa Gimnasio Moderno sobre la calle 76 junto a la carrera 1, la cual es una vía con flujo vehicular de transporte público y de vehículos livianos, el laboratorio reportó que alrededor de la institución existen barreras como edificios y árboles de gran altura, lo que puede menguar las concentraciones de  $\text{PM}_{2,5}$ .

Como se mencionó anteriormente la concentración máxima registrada en la campaña de monitoreo y que sobrepasó el límite permisible fue 38,86 y pertenece a la estación M-8; por otra parte, la concentración mínima se reportó en la estación M-23 el día 11 de medición ( $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El promedio de concentraciones por estaciones arroja que para el laboratorio SGS (M-1 a M-11) el promedio fue de  $14,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , para las estaciones instaladas por el laboratorio ASOAM (M12 a M-21) fue de  $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y del laboratorio AMBIENCIQ (M-22 a M-30) fue  $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; las concentraciones promedio más altas se calculó por las concentraciones de las estaciones de SGS en la zona Suroccidental de la zona de estudio.

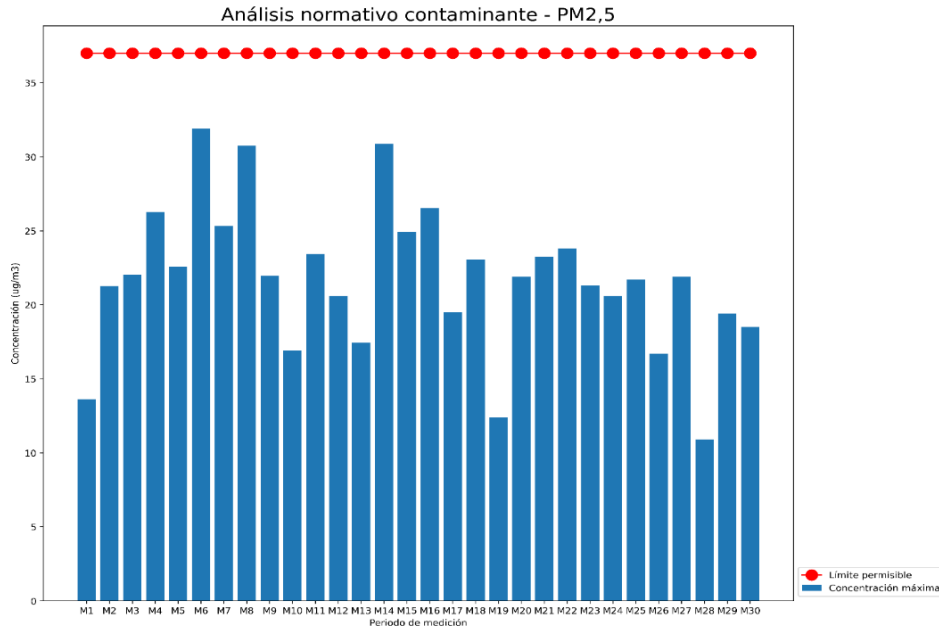


Figura 253 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo

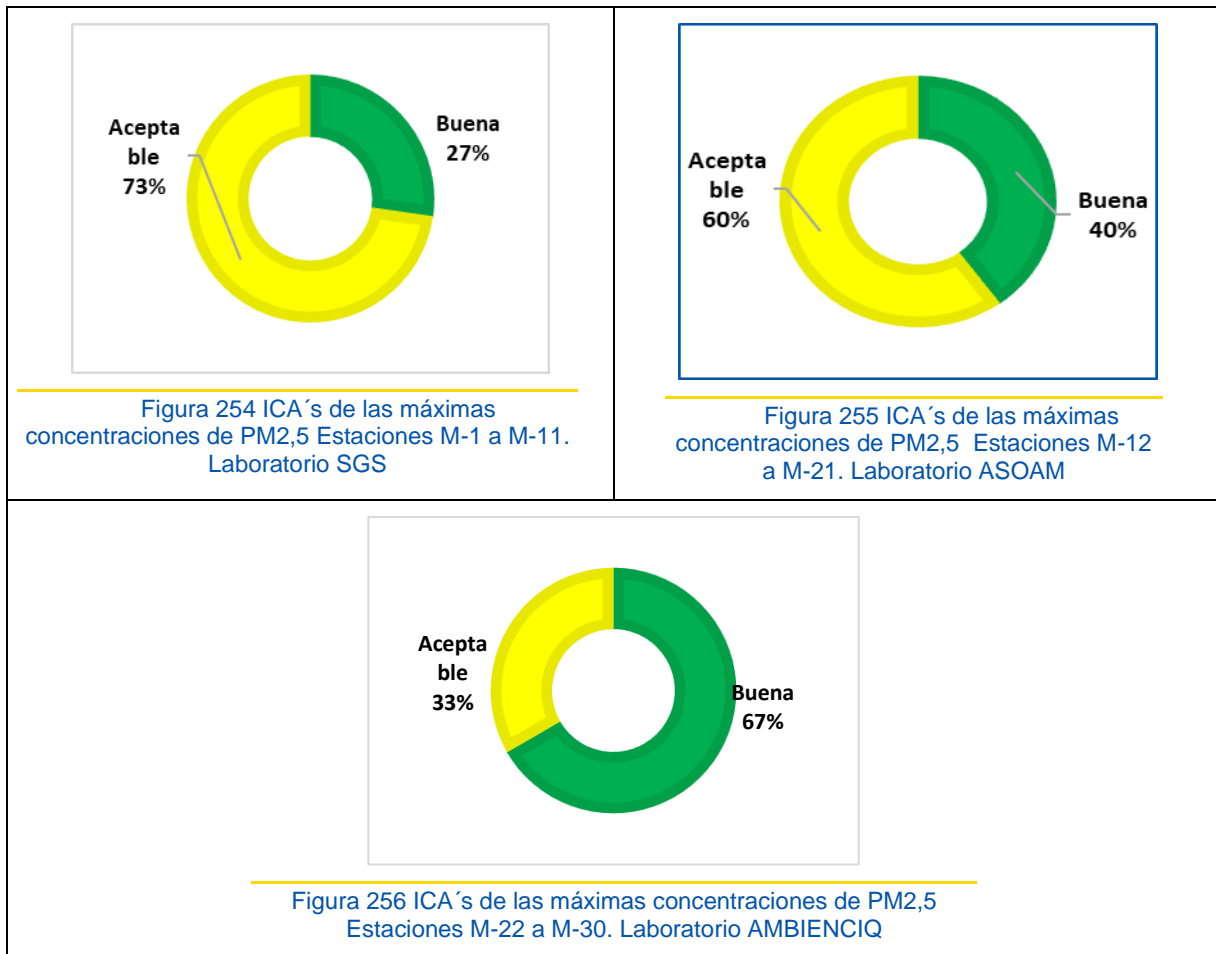
Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.1.3 Índice de Calidad de Aire.

El ICA es calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos, el ICA del material particulado PM 2.5 presente en la mayoría de los casos de las estaciones M-1 a M-11 una calidad del aire aceptable y buena, excepto por el punto M-8 el día 18 de septiembre de 2021, el punto M-10 el 29 de septiembre de 2021 y el punto M-11 el 17 de septiembre de 2021 que presentan un estado de calidad del aire dañino a la salud de grupos sensibles

En las estaciones operadas por ASOAM se obtiene dos clasificaciones de ICA, buena para las estaciones M-13 Colegio Luis Carlos Galán, M-15 Conjunto Villa Mayor, M-17 Hospital Santa Clara, M-18 Hospital La Misericordia, M-19 Ins. de Cancerología, M-20 Medicina Legal y M-21 Hospedaje Las Villas, y aceptable para M-14 Casa Benjamín Herrera y M-16 Colegio Marco Antonio Carreño, de esta última categoría de ICA se evidencia efectos nocivos sobre la salud ya que se pueden presentar posibles síntomas respiratorios en individuos sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores, es por ellos que de acciones preventivas se considera reducir la actividad física fuerte o prolongada en personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardio-cerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar como asma, enfisema y bronquitis crónica.

Tabla 142 – ICA´s de las máximas concentraciones de PM<sub>2,5</sub> reportadas por laboratorio



### 5.2.3.3.2.3 Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Dentro de la gama de óxidos de Nitrógeno se identifican seis tipos: NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; dentro del contexto de calidad del aire se hace referencia solo a NO y NO<sub>2</sub> (Gases incoloros) y se expresan típicamente como NO<sub>x</sub>, sin embargo, la resolución 2254 de 2017 regula las concentraciones de NO<sub>2</sub> y entonces este es el contaminante objeto de discusión dentro de este numeral. Los óxidos de nitrógeno son producidos al quemar combustible a temperaturas muy altas a partir del nitrógeno del aire. También son producidos a partir de nitrógeno del carbón y los aceites pesados: grandes generadores de energía eléctrica, grandes calderas industriales, motores de combustión interna, plantas de ácido nítrico.

De igual manera a como se han abordado los anteriores contaminantes en los anteriores numerales en la Figura 257 y Figura 258 se presentan los registros de las concentraciones reportadas por cada uno de los laboratorios, se recalca que estos datos aún no han pasado el proceso estadístico exigido dentro del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire y por lo tanto no se tendrán en cuenta para compararlos frente al límite máximo horario establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS (200 µg/m<sup>3</sup>)

#### 5.2.3.3.2.3.1 Validación de datos

La validación de datos se realiza conforme a lo establecido en el manual de operación (*Consistencia De Los Datos Relacionados Con La Calidad Del Aire*) donde se define, a partir de una evaluación estadística por diagrama de cajas, la consistencia de los datos medidos de calidad del aire de acuerdo con su variabilidad y tendencia durante el proceso de medición. En la Tabla 32 se observan las concentraciones diarias validas conforme al análisis estadístico empleado donde se observa que se descartan en la mayoría de las estaciones las máximas y mínimas concentraciones de cada periodo de medición.

Luego de este análisis, es importante mencionar que esta información será empleada para el análisis normativo conforme a lo establecido en la normatividad vigente (límite máximo permisible de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS).

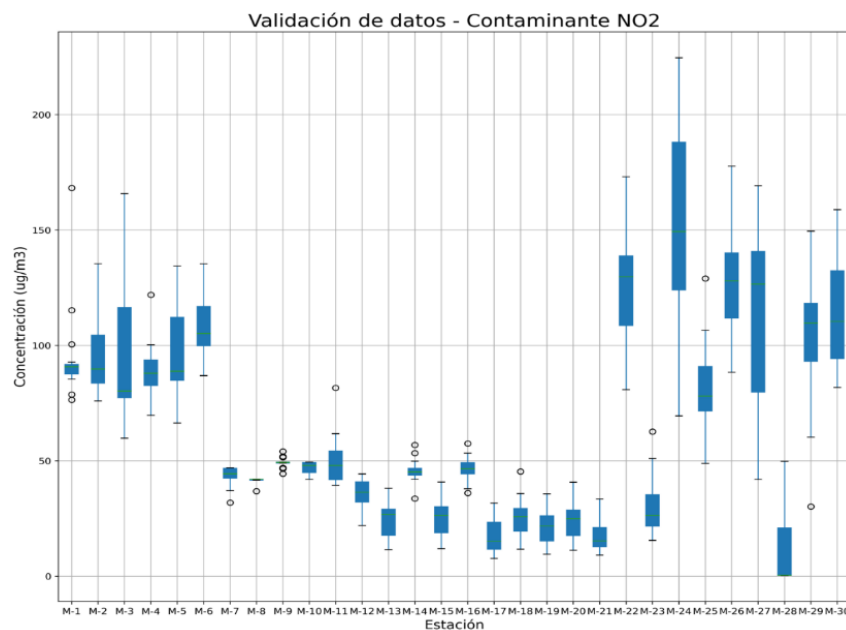


Figura 257 Validación de datos NO2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.3.2 Cumplimiento normativo

La gran mayoría de los valores validos no sobrepasaron el límite permisible, tan solo dos datos reportados en la estación M-24 están por encima de los 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , estos registros se presentaron los días 12 (224,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y 15 (200,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de monitoreo. La estación M-24 se ubicó dentro de las instalaciones de la Universidad Santo Tomas cerca de la carrera 13 con calle 51 en la localidad de Chapinero el comportamiento de las concentraciones en esta estación puede ser atribuibles a la combustión producida por los vehículos que transitan sobre la carrera 13 además de las condiciones meteorológicas del periodo de medición. Los promedios de concentración más altos se obtuvieron de

las estaciones M-22 (126,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), M-24 (150,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y M-26 (129,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), según el laboratorio AMBIENCIQ estos altos promedios fueron causados por las emisiones de fuentes móviles, las cuales circulan cerca de estas estaciones.

La concentración máxima válida se presentó en la estación M-24 (224,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), es de recordar que este valor fue el único que sobrepasó el límite permisible horario; la concentración mínima (0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se presentó en la estación M-28, ubicada en el Gimnasio Moderno, junto a la calle 76, al norte de la carrera 11, es válido recordar que esta estación presentó el promedio de concentraciones más bajo de PM<sub>2,5</sub>.

El promedio de concentraciones de NO<sub>2</sub> para el tiempo de exposición de 1 hora en las estaciones del laboratorio SGS (M-1 a M-11) fue de 74,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de las estaciones instaladas por el laboratorio ASOAM (M11 a M-21) el promedio de las concentraciones fue de 27,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el promedio de las estaciones del laboratorio AMBIENCIQ (M-22 a M-30) fue 95,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , este último es el más alto de los 3 laboratorios.

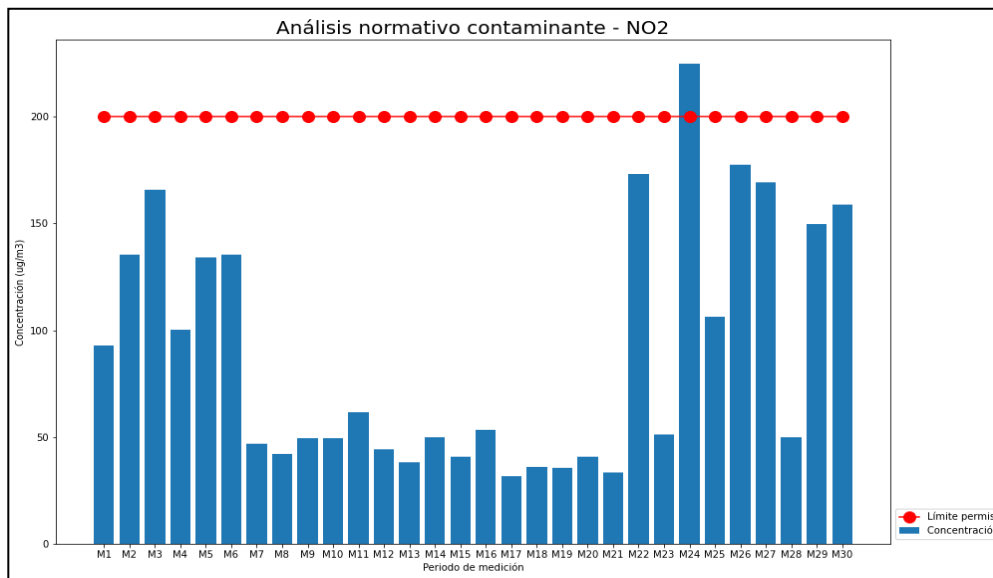


Figura 258 Concentraciones Máximas de NO<sub>2</sub> por Estación y Cumplimiento Normativo.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

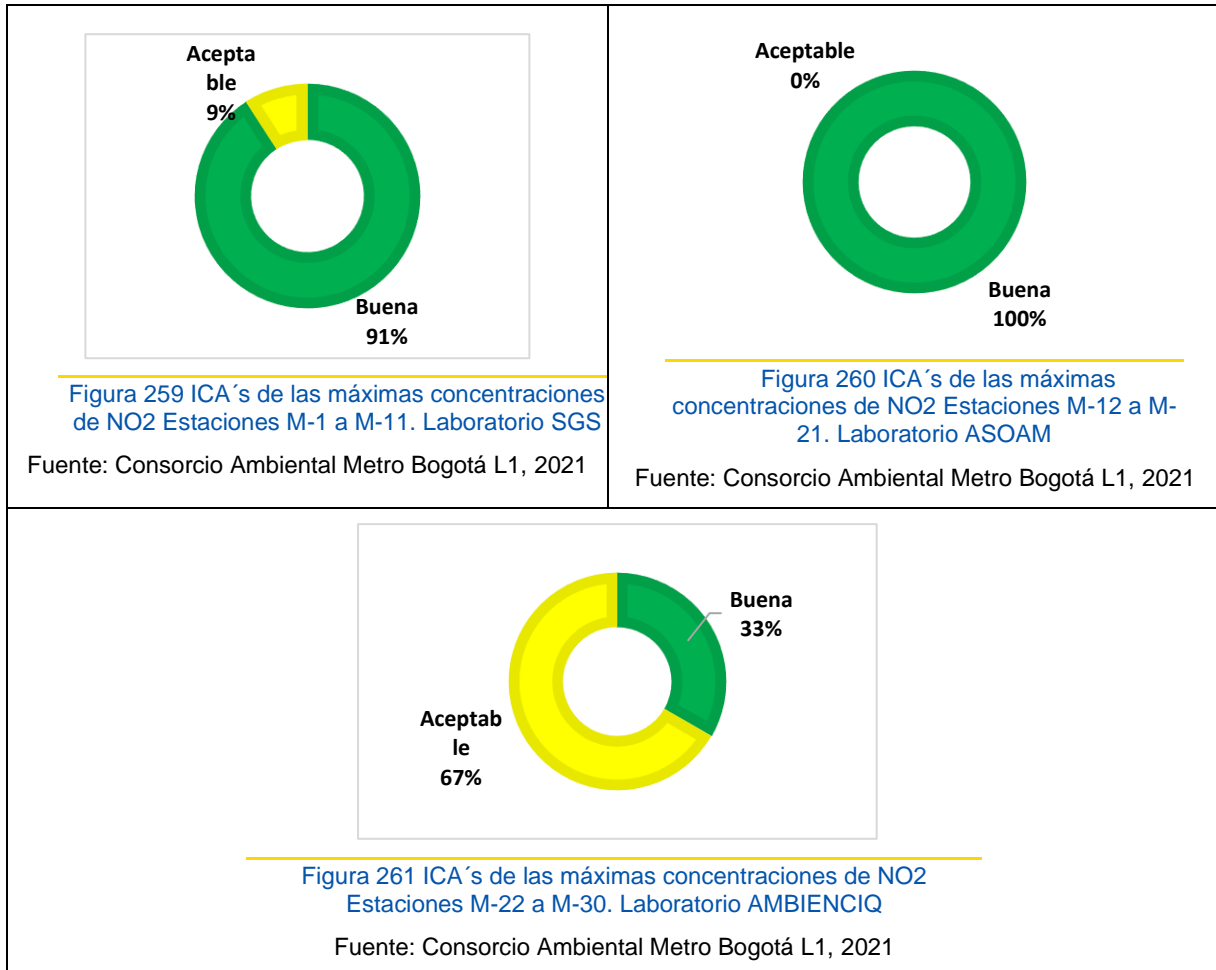
### 5.2.3.3.2.3.3 Índice de calidad de aire

El ICA es calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos, el ICA del dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> presente en la mayoría de los casos una calidad del aire buena y en algunos casos se presenta una calidad del aire aceptable, específicamente en las estaciones M-1, M-2, M-3, M-4, M-5 y M-6

Los valores calculados de los ICA's generados por las estaciones se clasifica en un nivel "ACEPTABLE" para siete (7) estaciones reflejando de aire dañina a la salud para grupos sensibles, el restante de las estaciones presenta un ICA "BUENO" indicando que no se tiene afectación sobre la salud pública. En En las estaciones de SGS tienen una proporción alta para un ICA "BUENO" con un 91%, el 100% de

las estaciones de ASOAM tienen un nivel de calidad BUENA y el 67% de los ICA's del laboratorio AMBIENCIQ presentan calidad "ACEPTABLE" y el 33% presentan una calidad "BUENA".

Tabla 143 – ICA's de las máximas concentraciones de NO<sub>2</sub> reportadas por laboratorio



#### 5.2.3.3.2.4 Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

El análisis de laboratorio de SO<sub>2</sub> reportado por las estaciones de SGS demostró que todas las concentraciones estuvieron por debajo del límite de cuantificación del método analítico empleado para su determinación, por lo tanto, el cálculo de la concentración se realiza con el valor del límite de cuantificación del método (<0.5 µg SO<sub>2</sub>) y su comparación normativa se realiza de manera indicativa.

Los promedios aritméticos obtenidos durante los 18 días de monitoreo en el tramo sur occidental del área de estudio, el cual fue operado por el laboratorio SGS presentaron concentraciones por debajo del límite de detección, el cual oscila entre 2.2 µg/m<sup>3</sup> y 2.3 µg/m<sup>3</sup>, en el tramo central operado por ASOAM presentó concentraciones de 12,9 µg/m<sup>3</sup> y 14 µg/m<sup>3</sup> y en el tramo noroccidental tiene valores que oscilan entre 43,7 µg/m<sup>3</sup> y 45 µg/m<sup>3</sup>. En la Tabla 35 y en la Tabla 36 se presentan las concentraciones diarias obtenidas en las 30 estaciones de monitoreo las cuales fueron determinadas en las condiciones

de referencia para presión y temperatura establecidas por la Resolución 2254 de 2017 del MADS (25°C y 760 mmHg).

Las concentraciones reportadas en las estaciones operadas por ASOAM, no tiene grandes implicaciones, ya que el total de las muestras recolectadas arrojaron valores de concentración inferiores a los 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sin embargo, dada la homogeneidad de los datos reportados, se evidencia que el aporte de  $\text{SO}_2$  a la atmosfera generado en un periodo de tiempo de 24 horas, son atribuibles principalmente a la combustión incompleta provenientes de fuentes móviles, en las vías de tránsito vehicular recurrente, actividades industriales de bajo impacto, implementación de oxicorte en procesos de mecánica automotriz, uso de sustancias en actividades de carpintería, entre otros.

Los factores que proporcionan Dióxidos de Azufre a la atmosfera se asocian mayoritariamente al tránsito vehicular en las principales vías, ya que las fuentes móviles se catalogan como focos de emisión de  $\text{SO}_2$  relevantes, ya que producto de combustiones incompletas se liberan estos contaminantes a la atmosfera, adicionalmente en esta área de incidencia también se estima aporte por parte de actividades de carpintería y mecánica automotriz, de las cinco estaciones de monitoreo que se localizan en esta zona, la estación de M-15 Conjunto Villa Mayor puede recibir aporte de dióxidos de azufre desde los hornos crematorios que se encuentran a 1100 metros aproximadamente de la estación de monitoreo. En esta zona se establece que la estación que recibe el menor impacto de  $\text{SO}_x$ , tomando los datos validados estadísticamente es M-12 Colegio Emilio de Brigard con un promedio de concentración de 12,973  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y la de mayor impacto fue M-24 Casa Benjamín Herrera con promedio de 44,75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A partir de las concentraciones de las estaciones M-17 a M-21 se define que la incidencia de Dióxidos de Azufre está realmente condicionada a las vías de alto tráfico vehicular que colindan con las estaciones de monitoreo, ya que por estas se movilizan recurrentemente fuentes móviles en las cuales se destacan los Transmilenios; en esta zona la influencia de actividades industriales solo incide sobre la M-16 Colegio Marco Antonio Carreño y se presentan aportes muy bajos de  $\text{SO}_x$  por parte de procesos de mecánica automotriz las estaciones M-18 Hospital La Misericordia y M-19 Ins. de Cancerología. En esta zona se observa que en las estaciones de monitoreo los promedios del contaminante oscilan en 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en donde M-17 Hospital Santa Clara registra el mayor valor de dióxidos de azufre con 12,869  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , atribuido a el paso y parqueo recurrente de las ambulancias y vehículos de transporte de personal.

#### 5.2.3.3.2.4.1 Validación de datos

La validación de datos se realiza conforme a lo establecido en el manual de operación (*Consistencia De Los Datos Relacionados Con La Calidad Del Aire*) donde se define, a partir de una evaluación estadística por diagrama de cajas, la consistencia de los datos medidos de calidad del aire de acuerdo con su variabilidad y tendencia durante el proceso de medición.



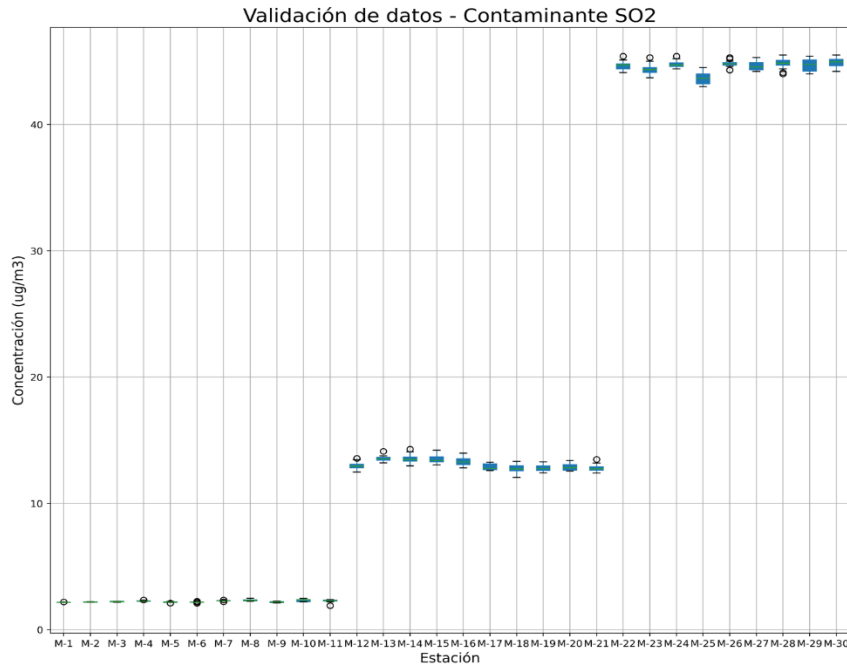


Figura 262 Validación de datos SO<sub>2</sub>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.4.2 Cumplimiento normativo

Como se puede observar en la figura siguiente, no se presentaron diferencias significativas en las concentraciones determinadas para SO<sub>2</sub> en las treinta (30) estaciones de monitoreo, las variaciones presentadas en esta figura representan la variabilidad del límite de detección del método utilizado por cada laboratorio. El límite máximo permisible establecido para tiempos de exposición de 24 horas (50 µg/m<sup>3</sup>) en la Resolución 2254 de 2017 del MADS no fue superado en ninguno de los días evaluados, lo que indica que las fuentes que emiten este gas a la atmósfera no representan una amenaza en la calidad del aire. Las concentraciones de este contaminante se encuentran influenciadas principalmente por la combustión generada por el flujo vehicular. En cuanto al promedio anual, la norma no fija un límite permisible para este gas.

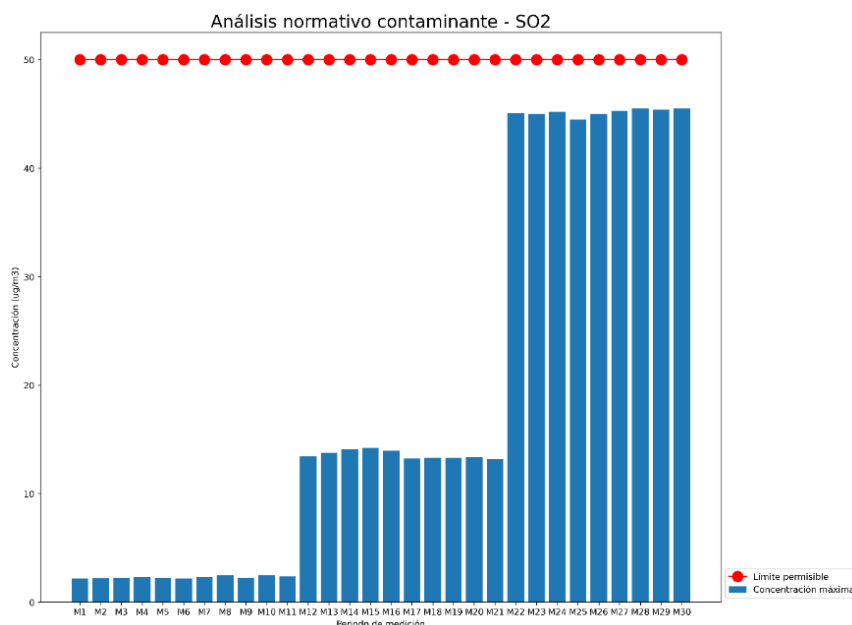


Figura 263 Concentraciones Máximas de SO<sub>2</sub> por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.4.3 Índice de calidad de aire

En el presente informe NO se presentarán los índices de calidad del dióxido de azufre SO<sub>2</sub> ya que la metodología empleada se realiza en un periodo de muestra de 24 horas y el rango que se establece teniendo en cuenta el Capítulo IV de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Índice de Calidad del Aire (ICA) es de 1 hora y el tiempo de medición de este contaminante corresponde a 24 +/- 1 hora.

#### 5.2.3.3.2.5 Monóxido de carbono (CO)

Para determinar las concentraciones del parámetro Monóxido de Carbono (CO), se empleó un equipo analizador automático, en el que cada tiempo de medición es representativo para una hora de monitoreo, es decir que se obtienen 24 concentraciones diarias de este contaminante. Para el análisis de datos horarios se determinó la concentración máxima del contaminante criterio durante cada día de monitoreo de la jornada ejecutada entre el 15 de septiembre y el 02 de octubre de 2021, estos datos fueron comparados con el límite máximo horario establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS (35000 µg/m<sup>3</sup>) se estableció que ninguno de los datos no supera el límite normativo. Las concentraciones promedio, así como los valores máximos y mínimos registrados en intervalos de tiempo de 1 hora y 8 horas, no implican consideraciones especiales ya que en ninguna de las estaciones de monitoreo se reportaron valores superiores a los límites máximos permisibles establecidos por la resolución 2254 de 2017.

Con los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo de calidad del aire para las estaciones M-12 a M-21 es posible establecer que las concentraciones de Monóxido de Carbono tienen un comportamiento relativamente constante por estación de monitoreo, ya que para las 10 estaciones de calidad del aire los valores horarios como octohorarios se comportan similar por día de monitoreo, sin embargo, se presentaron bajas en la concentración del contaminante entre las estaciones M-12 a M-16 en donde se registraron las concentraciones más bajas entre el 22 y el 28 de septiembre mientras que las estaciones M-17 a M-21 se presenta bajas en la concentración del contaminante entre el 23 y 26 de septiembre.

En lo referente a las estaciones M-12 a M-16, es evidente que las concentraciones de CO horaria y octohoraria presenta los valores más altos de toda la campaña de monitoreo, ya que tres de las cinco estaciones de monitoreo localizada en esta área arrojan valores superiores a los 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentraciones promedio horaria y octohoraria; se considera que para todas las estaciones, la principal fuente de aporte de CO son los corredores viales con alto tránsito vehicular, ya que vías como la Av. Primera de Mayo, Carrera 68, Avenida 30 y Autopista sur, cuentan con un tráfico constante de vehículos, que al ser fuentes móviles se caracterizan por liberar remanentes de CO a la atmosfera, producto de las combustiones incompletas de combustibles fósiles. En estas estaciones adicionalmente se presenta aporte CO por desarrollo de mecánica automotriz en las estaciones M-12 Colegio, Emilio de Brigard y M-14 Casa Benjamín Herrera, fuentes fijas de chimeneas en M-15 Conjunto Villa Mayor, M-12 Colegio Emilio de Brigard y M-14 Casa Benjamín Herrera, particularmente la estación M-16 Colegio Marco Antonio Carreño demuestra la mayor incidencia del contaminante, ya que arroja un promedio de concentración horaria de 1605,821  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y octohoraria de 1590,228  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en los cuales se involucra el desarrollos de algunas actividades industriales y el tránsito de vehículos por los corredores viales Carrera 30 y Autopista Sur.

En lo referente a las estaciones de monitoreo localizadas en las estaciones M-17 a M-21, se evidencia que el total de los puntos de monitoreo presentan concentraciones horarias y octohorarias inferiores a los 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de las cuales se tiene mayor incidencia de CO en M-18 Hospital La Misericordia y M-20 Medicina Legal registrando concentración horaria de 958,237  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 899,671  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente y concentraciones octohorarias de 935,255  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 886,107  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondientemente, a pesar de presentar una disminución de la concentración en exposición octohoraria para ambas estaciones en relación a lo registrado para exposición horaria es evidente que no se registra un valor significativamente menor, lo que permite establecer que las condiciones climáticas presentadas durante la campaña de monitoreo para esta zona no presentaron gran incidencia en la dispersión de este contaminante. Por otra parte, las estaciones que registraron las menores concentraciones de CO fueron M-17 Hospital Santa Clara y M-21 Hospedaje Las Villas con valores inferiores a los 510  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  tanto para exposición horaria como octohoraria, para E17 Hospital Santa Clara se asocia disponibilidad del contaminante a la liberación de monóxido de carbono que generaron los vehículos que se parqueaban y arrancaban frecuentemente en proximidades de la estación, mientras que para M-21 Hospedaje las Villas se considera aporte directo de las vías de tránsito vehicular colindantes y generación de monóxido de las fogatas efectuadas por la comunidad.

#### 5.2.3.3.2.5.1 Validación de datos

La validación de datos se realiza conforme a lo establecido en el manual de operación (*Consistencia De Los Datos Relacionados Con La Calidad Del Aire*) donde se define, a partir de una evaluación estadística por diagrama de cajas, la consistencia de los datos medidos de calidad del aire de acuerdo con su variabilidad y tendencia durante el proceso de medición. En la Tabla 40 se observan las concentraciones diarias validas conforme al análisis estadístico empleado donde se observa que se descartan en la mayoría de las estaciones las máximas y mínimas concentraciones de cada periodo de medición. Luego de este análisis, es importante mencionar que esta información será empleada para el análisis normativo conforme a lo establecido en la normatividad vigente (límite máximo permisible de 5000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS).

#### 5.2.3.3.2.5.2 Cumplimiento normativo

Para el análisis de datos horarios se determinó la concentración máxima del contaminante criterio durante cada día de monitoreo de la jornada ejecutada entre el 15 de septiembre y el 02 de octubre de 2021, estos datos fueron comparados con el límite máximo octohoraria establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS (5000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se estableció que ninguno de los datos supera el límite normativo.

Las concentraciones de este compuesto en el aire pueden ser el resultado de la combustión ocasionada principalmente por el flujo de vehículos en las vías cercanas a las estaciones. Asimismo, las condiciones meteorológicas del periodo, como el aumento de la velocidad de los vientos, los cuales pudieron favorecer la correcta dispersión del contaminante, dando como resultado cumplimiento a lo establecido por la normativa. Es importante resaltar que, en la mayoría de las estaciones, la variabilidad en el comportamiento del contaminante tiende a tener un leve incremento en las horas vespertinas y nocturnas (cuando la radiación solar es casi nula).

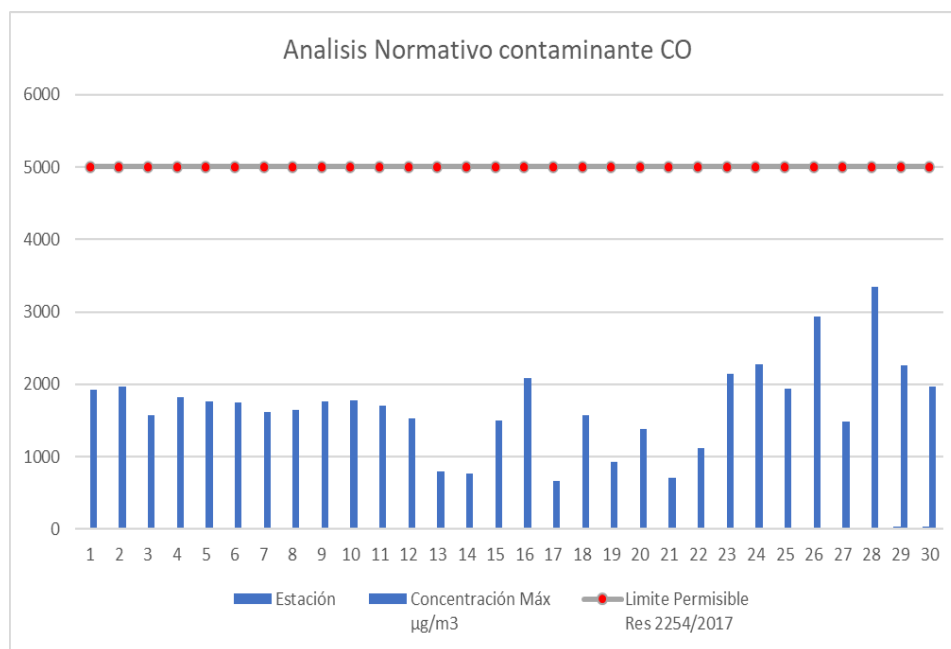


Figura 264 Concentraciones Máximas de CO por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.5.3 Índice de calidad de aire

El ICA fue calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo teniendo en cuenta los valores atípicos y extremos, el ICA del monóxido de carbono CO presente en los valores de calidad del aire desde buena hasta muy dañina para la salud lo cual implica un estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos graves para la salud (Ver tabla 42 y Tabla 43). Se identificó que el total de los datos registrados en las nueve (9) estaciones de monitoreo operadas por el laboratorio AMBIENCIQ (M-22 a M-30) y las 10 estaciones operadas por ASOAM (M-12 a M-21), reportaron valores de concentración por debajo de 5000 µg/m<sup>3</sup>, clasificando el estado de la calidad del aire como buena. Estas concentraciones no representan niveles de riesgo con base en la generación de comorbilidades en grupos específicos de la población.

Para las estaciones operadas por SGS presentan una concentración que indican una calidad de aire "MUY DANIÑA A LA SALUD" en un 37%, "DAÑINA" en un 27%, "ACEPTABLE" con un 36% y "BUENO" en un 27%, siendo una condición de riesgo a la salud pública en el entorno de los puntos de medición.

#### 5.2.3.3.2.6 Hidrocarburos totales (HCT's)

Los Hidrocarburos Totales, evaluados por medio de Heptano C-7, Octano C-8, Nonano C-9, Decano C-10, Undecano C-11 y Dodecano C-12, en las Estaciones M-1, M-2, M-3, M-4, M-8 y M-10, en la mayoría

de los casos se registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método empleado en el laboratorio correspondiente a <5 ng, en los 18 días del estudio. (L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/7\_3). En las estaciones identificadas como M-5, M-6, M-7, M-9 y M-11, se registraron concentraciones variables de los hidrocarburos Heptano C-7, Octano C-8, Nonano C-9, Decano C-10, Undecano C-11 y Dodecano C-12. Los límites de cuantificación corresponden a <5 ng equivalente a <0.005 µg del método de análisis (Cromatografía de gases con detector de ionización en llama).

Las mediciones realizadas para las estaciones M-12, M-13, M-14, M-15, M-16, M-17, M-18, M19, M20 y M-21 fueron ejecutadas en dos flujos, bajo volumen (16,67ml/min) y alto volumen (66,6 ml/min). Al realizarse una medición de alto volumen se pretende capturar la mayor cantidad de muestra que permita encontrar con mayor facilidad la presencia de HCT en el ambiente en caso de que estos estén presentes. Para el caso de los Hidrocarburos Totales se reportan los valores obtenidos de Total 10-14 dados como metano (ng/muestra), ya que refieren el total de HCT capturados, teniendo en cuenta que esta sumatoria involucra las capturas de n-C10, n-C11, n-C12, n-C13, y n-C14.

Las muestras tomadas a bajos volúmenes permitió determinar que la mayoría de los datos obtenidos fueron inferiores al límite de cuantificación, esto quiere decir que las muestras recolectadas a 16,6 ml/min no captaron la cantidad de analito suficiente para analizar, es por esta razón que se realizaron mediciones a alto volumen, pues al aumentar el flujo, es más factible captar alguna proporción de contenido con carga Hidrocarburos Totales. Teniendo en cuenta los valores de HCT, se identifica que la disponibilidad de este contaminante en la atmosfera es baja y no se considera una amenaza al ambiente y/o a la salud, ya que, en las estaciones de monitoreo M-12 a M-21, en la mayoría de los días monitoreados las concentraciones obtenidas son inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica de 20 ng, en todas las estaciones donde se realizó la medición de HCT a alto volumen se obtuvieron promedios de concentración que oscilan entre 19 y 23 µg/m<sup>3</sup>, valores que se consideran de baja incidencia sobre el ambiente y sobre la salud ya que no superan los 25 µg/m<sup>3</sup>, esto quiere decir que las zonas estudiadas no cuentan con fuentes de aporte de Hidrocarburos Totales realmente significativos, ya que este contaminante se asocia principalmente combustiones incompletas o a descomposición de materia orgánica en ausencia de gas que en las zonas urbanas estudiadas es poco probable que se presenten.

Según el laboratorio Ambieniq, en las estaciones M-22, M-23, M-24, M25, M26, M-27, M28, M29 y M-30, las variaciones de las concentraciones evidenciadas son el producto de factores meteorológicos, tránsito de vehículos sobre las vías principales cercanas a cada una de las estaciones y el transporte de este tipo de gases por acción de los vientos; no obstante, se resalta que todos los valores registrados se encuentran por debajo del límite de cuantificación Es importante la medición de estos contaminantes para determinar la calidad del aire puesto que los Hidrocarburos Totales son tóxicos para el sistema respiratorio ya que irrita las membranas mucosas; estos contaminantes se consideran un riesgo para el ambiente ya que son precursores de partículas finas en áreas urbanas, ocasionan daños indirectos por su capacidad de crear radicales libres (radical hidroxilo OH) en reacciones con ozono troposférico, peroxiacetilnitratos, y otros contaminantes secundarios relacionados con el smog fotoquímico.

#### 5.2.3.3.2.6.1 *Cumplimiento normativo*

En la Resolución 2254 del 2017 del MADS, no se establecen límites permisibles diarios que permitan realizar una comparación normativa.

#### 5.2.3.3.2.6.2 *Índice de calidad del aire*

Para los Hidrocarburos Totales no se calcula el Índice de Calidad del Aire (ICA) de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 artículo 20 Tabla 6.

#### 5.2.3.3.2.7 *Compuestos orgánicos volátiles (COV's)*

Los VOC's objeto de estudio (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p, m – Xileno y o – Xileno), las estaciones operadas por el laboratorio SGS (M-1 a M-11) registraron en la mayoría de los casos valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado en el laboratorio para su cuantificación correspondiente a <5 ng equivalente a <0.005 µg, no obstante, se registraron concentraciones variables de los parámetros Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p, m – Xileno y o – Xileno.

En las estaciones que manejó el laboratorio ASOAM las mediciones de COV's se llevaron a cabo en bajo volumen (16,67ml/min) y alto volumen (66,6 ml/min) al realizarse una medición de alto volumen se pretende capturar la mayor cantidad de muestra que permita encontrar con mayor facilidad la presencia de VOC's en el ambiente en caso de que estos estén presentes. Se reportan los valores obtenidos de Total C6 a C9 dados como metano (ng/muestra), ya que refieren el total de VOC's capturados, teniendo en cuenta que esta sumatoria involucra las capturas de benceno, tolueno, Etil-Benceno, m,p-Xileno, o-xileno, 3metil-penteno, 2,2,4-trimetilpenteno y 1,2,4-trimetilbenceno. Los resultados evidencian dos escenarios en el comportamiento de la disponibilidad del contaminante en las zonas de monitoreo, ya que algunos días se registran valores de concentración y otros días no evidenciaron algún tipo de contaminación pues la muestra efectuada se encuentra por debajo del límite de cuantificación.

Teniendo en cuenta los valores de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's), se evidencian dos escenarios en el comportamiento de la disponibilidad de estos contaminantes en la atmosfera, el primer escenario corresponde a la presencia de los contaminantes en la mayoría de los días en cada una de las estaciones de monitoreo de calidad del aire, sin embargo con los valores promedios obtenidos se puede afirmar que la disponibilidad de VOC's no es realmente significativamente peligrosa o consideradas una amenaza al ambiente y la salud, ya que los promedios arrojados en las estaciones M-12 a M-16 oscilan entre 25 - 30 µg/m<sup>3</sup> para medición en alto volumen y 17-24 µg/m<sup>3</sup> para medición en bajo volumen y en las estaciones M-17 a M-21 se tienen promedios entre 15-27 µg/m<sup>3</sup> para medición en Bajo volumen y promedios que oscilan entre 29-48µg/m<sup>3</sup> para alto volumen; en cuanto al segundo escenario se evidencian valores inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica de <10 ng por lo tanto, es posible establecer que en el área de estudio del proyecto Metro Línea 1 no se tiene participación importante de fuente emisoras de estos contaminantes, ya que los procesos que involucran la liberación de VOC's como la quema de combustibles fósiles (gasolina, madera, gas natural, Diesel,

entre otros), empleo de pinturas y barnices en actividades de mecánica automotriz y carpintería no representan gran participación.

Cabe resaltar que la medición de estos contaminantes es fundamental para determinar la calidad del aire puesto que los VOC's son compuesto altamente peligrosos para el ambiente y la salud humana, ya que se consideran principales destructores de la capa de ozono, en reacciones fotoquímicas con óxidos de nitrógeno son precursores de ozono troposférico, y la exposición a estos afectan el sistema respiratorio, general irritación, afectaciones psiquiátricas o bioacumulación en las grasas de organismos vivos que a largo plazo pueden ocasionar daños en el sistema nervioso central e incluso generar cáncer.

Los resultados de las estaciones M-22 a M-330 evidenciaron variaciones de las concentraciones, las cuales pueden estar asociadas a condiciones climáticas de la zona de estudio que pueden influir en las concentraciones de COV's, como lo es el efecto Coriolis (fuerza producida debido a la rotación de la tierra, que desvía la trayectoria de los objetos que se encuentran en movimiento sobre esta); sin embargo, es importante resaltar que la totalidad de los valores se reportan por debajo del límite de cuantificación.

#### 5.2.3.3.2.7.1 *Cumplimiento normativo*

Es importante mencionar que en la Resolución 2254 del 2017 del MADS, no se establecen límites permisibles diarios que permitan realizar una comparación normativa, ya que el Benceno y Tolueno, que están regulados por el Artículo 4 de la Resolución 2254 del 2017 del MADS, sin embargo no es posible realizar la comparación de los resultados obtenidos con los niveles máximos permisibles establecidos normativamente, en tiempos de exposición anual para el Benceno debido a que no se cuenta con el mínimo de datos para determinar el promedio anual, correspondiente a un total de mínimo de 121 datos de concentración diaria medida cada tres días en estaciones que operan manualmente y para el Tolueno el tiempo de medición establecido en el método de referencia aceptado por el IDEAM, EPA TO-17, fija un tiempo de monitoreo de 60 minutos, difiriendo del tiempo de exposición de 30 minutos y semanal, regulado por la Resolución 2254 del 2017

#### 5.2.3.3.2.7.2 *Índice de calidad de aire*

Para el parámetro de COV's no se calcula el Índice de Calidad del Aire (ICA) de acuerdo con lo establecido en la Tabla 6 del artículo 20 de la Resolución 2254 de 2017.

#### 5.2.3.3.2.8 *Ozono (O<sub>3</sub>)*

Para determinar las concentraciones del parámetro Ozono (O<sub>3</sub>), se empleó un equipo analizador automático, en el que cada tiempo de medición es representativo para una hora de monitoreo, es decir que se obtienen 24 concentraciones diarias de este contaminante. Para el análisis de datos horarios se determinó la concentración máxima del contaminante criterio durante cada día de monitoreo de la jornada ejecutada entre 15 de septiembre al 02 de octubre de 2021, posteriormente se realiza el cálculo de la media móvil y estos datos fueron comparados con el límite máximo establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS (100 µg/m<sup>3</sup>). Se estableció que la mayoría de los datos de las estaciones



operadas por SGS (M-1 a M-11) no superan el límite normativo, excepto por la estación M-2 los días 24 y 25 de septiembre de 2021, M-3 los días 19 y 27 de septiembre de 2021, M-5 los días 19, 20 y 27 de septiembre de 2021, M-11 los días 16 y 17 de septiembre de 2021 los cuales presentan resultados mayores al límite normativo de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En la Figura 264 se presentan las concentraciones diarias obtenidas durante la campaña de monitoreo las cuales fueron determinadas en las condiciones de referencia para presión y temperatura establecidas por la Resolución 2254 de 2017 del MADS (25°C y 760 mmHg). Es importante resaltar que, para realizar la validación de los datos obtenidos, se definió el límite máximo de validación como la mediana más tres veces la amplitud intercuartílica del conjunto total de datos.

Los resultados de concentraciones de Ozono troposférico en las estaciones M-12 a M-21, permiten establecer que la presencia de O<sub>3</sub> no corresponde a una emisión directa de este contaminante, sino que se establece como un producto secundario, ya que la reacción fotoquímica (presencia de radiación solar) de óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), compuestos orgánicos volátiles (VOC's) e hidrocarburos totales (HC) da paso a la formación de ozono troposférico.

El comportamiento del contaminante fue muy variable en cada una de las estaciones de monitoreo, en donde las estaciones M-17 a M-21 arrojan los mayores promedios de concentración de O<sub>3</sub> de toda la campaña de monitoreo ya que los valores obtenidos oscilan entre 22 y 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que para la estaciones M-12 a M-16 los promedios de concentración oscilaron entre 11 y 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esta diferencia de disponibilidad del contaminante en el ambiente de cada zona permite establecer que la incidencia de la radiación solar en los procesos de formación de ozono fue más importante para las primeras estaciones citadas toda vez que se estima como precursor de O<sub>3</sub> fuentes móviles, con bajas incidencias de fuentes fijas, remanentes de contaminantes de procesos de mecánica automotriz, industrias de bajo impacto y carpinterías.

De lo anterior es posible afirmar que las concentraciones de ozono no tienen implicaciones especiales ya que sus concentraciones son inferiores al límite de cuantificación de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido por la resolución 2254 de 2017.

La validación de datos se realiza conforme a lo establecido en el manual de operación (*Consistencia De Los Datos Relacionados Con La Calidad Del Aire*) donde se define, a partir de una evaluación estadística por diagrama de cajas, la consistencia de los datos medidos de calidad del aire de acuerdo con su variabilidad y tendencia durante el proceso de medición.

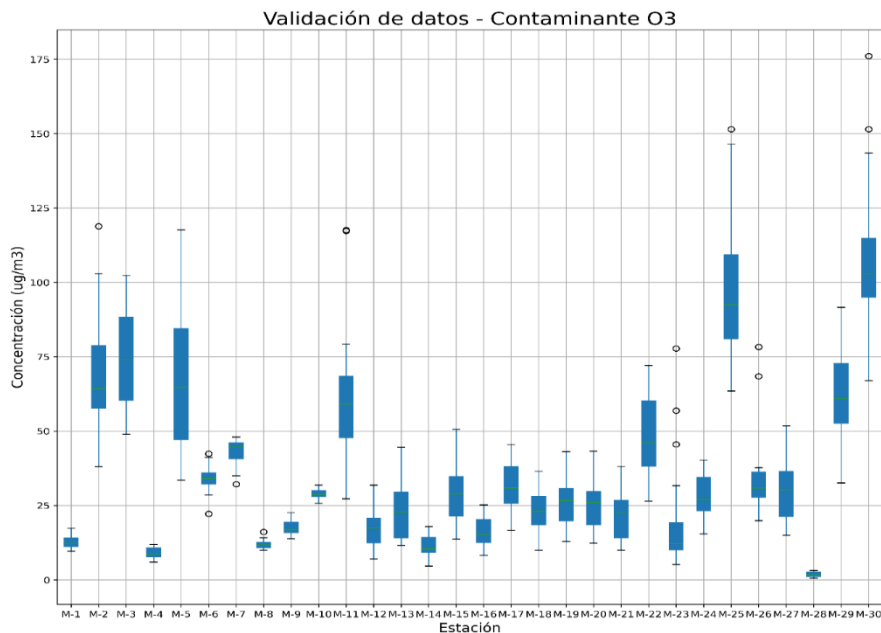


Figura 265 Validación de datos O3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.3.2.8.1 Cumplimiento normativo

Para realizar la comparación normativa en tiempos de exposición de 8 horas, se realiza el cálculo de las medias móviles de la totalidad de los datos recolectados y se obtiene la figura Figura 266 en donde se identifica que en el caso de las estaciones de SGS, no se supera en la mayoría de los casos el máximo permisible, excepto por la estación M-2 los días 24 y 25 de septiembre de 2021, la estación M-3 los días 19 y 27 de septiembre de 2021, la estación M-5 los días 19, 20 y 27 de septiembre de 2021 y la estación M-11 los días 16 y 17 de septiembre de 2021 los cuales presentan resultados mayores al límite normativo de 100 µg/m3 establecido en la Resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Las estaciones operadas por el laboratorio ASOAM registraron valores nominales inferiores al límite máximo permisible, establecido por la normativa nacional

Las concentraciones determinadas de O<sub>3</sub> en las estaciones de monitoreo M-25 y M-30 pertenecientes al laboratorio AMBIENCIQ, reportaron que el 12,24% equivalente a 52 de 425 datos y el 20,47% equivalente a 87 de 425 datos, respectivamente, se encuentran por encima del límite máximo permisible, mientras que, el 87,76% y el 79,53% en dichas estaciones cumplen con el límite mencionado; asimismo, los niveles de concentración para las demás estaciones monitoreadas reportan cumplimiento en su totalidad con el límite normativo.

Para comprender el comportamiento del O<sub>3</sub> en el presente monitoreo, es importante resaltar que el ozono troposférico es un contaminante secundario y el compuesto más representativo de los oxidantes fotoquímicos además de los principales ingredientes del smog urbano. Los niveles altos de inmisión

reportados en el área de influencia del proyecto se encuentran relacionados con la presencia de NO<sub>2</sub> e hidrocarburos, los cuales se conocen como los precursores principales para la formación del ozono y compuestos que reaccionan en la presencia de calor y luz solar para producir este contaminante (IDEAM, 2014). Por lo anterior y de acuerdo con los resultados obtenidos, las variaciones más visibles en la mayoría de las estaciones se observan en un rango horario desde las 10:00 hasta las 20:00, dado que el O<sub>3</sub> al ser un contaminante secundario depende de directamente de reacciones primarias que se generan al entrar en contacto con el ambiente (NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>), donde se rompen los enlaces por acción de la radiación y el calor, de tal manera que las mayores concentraciones se presentan en horarios diurnos. A la vez, se resalta que las condiciones meteorológicas del periodo de monitoreo, como el aumento de las velocidades de los vientos, favorecen la correcta dispersión del contaminante, dando lugar a que en la mayoría de las estaciones se registren concentraciones relativamente bajas.

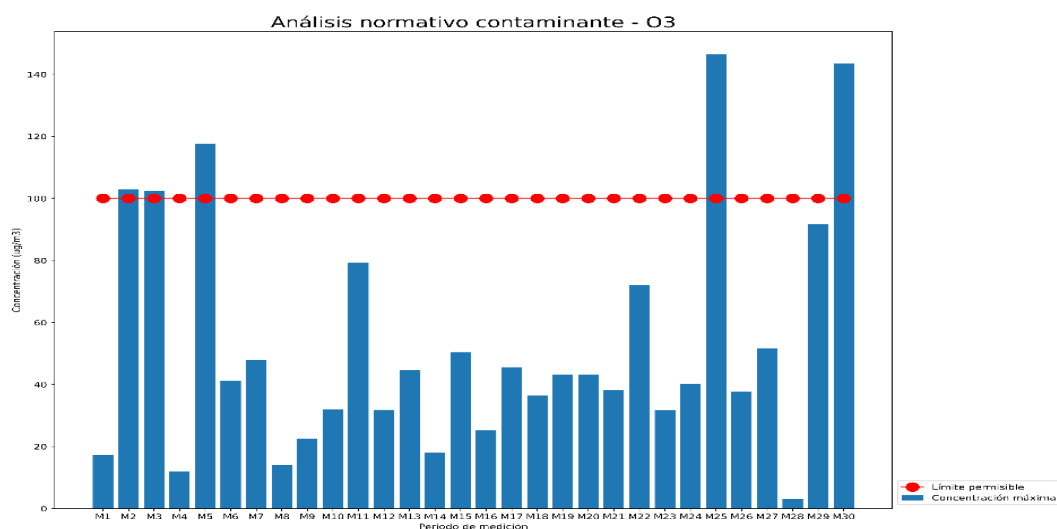


Figura 266 Concentraciones Máximas de O<sub>3</sub> por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

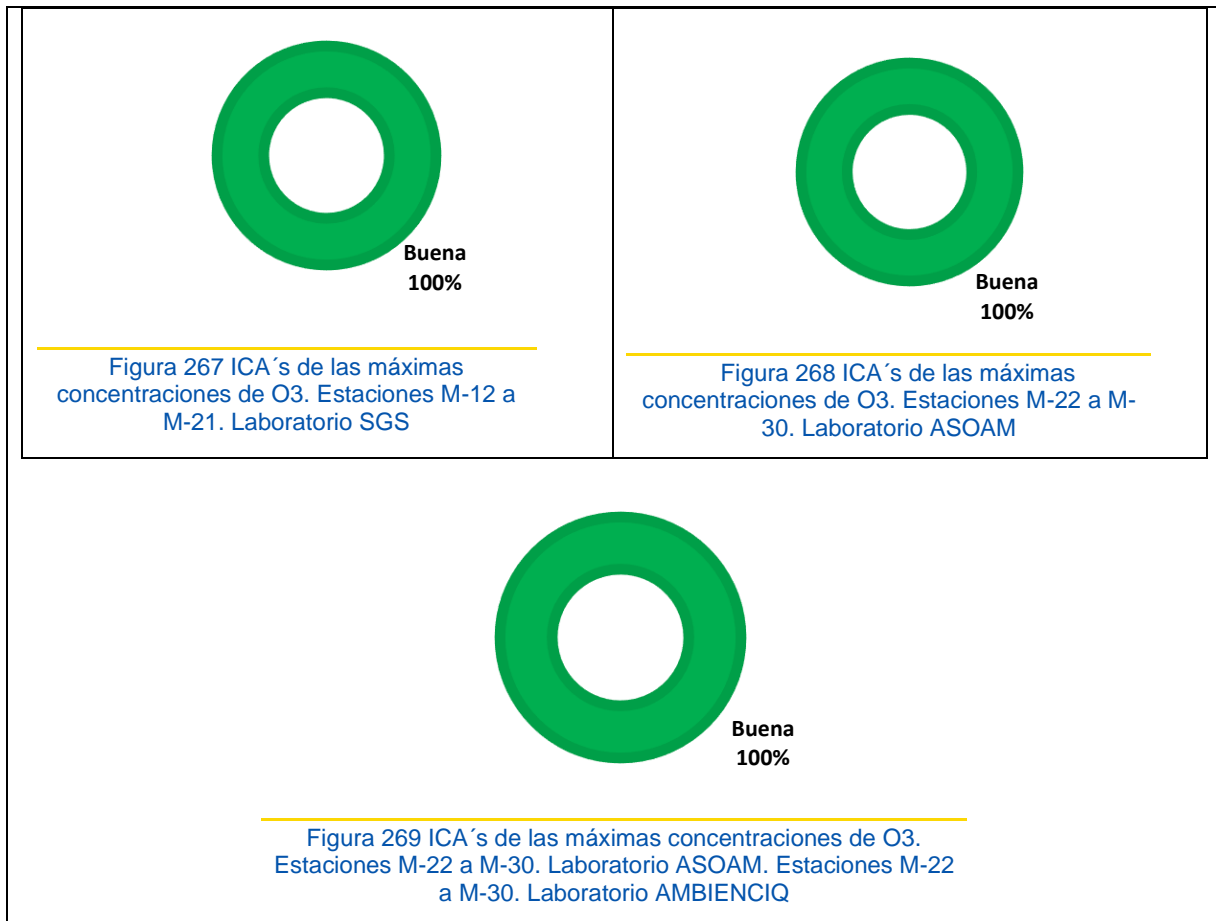
#### 5.2.3.3.2.8.2 Índice de calidad de aire

El ICA es calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos, estos resultados se consignan en la siguiente tabla, el ICA del ozono O<sub>3</sub> presentó en la mayoría de los casos una calidad del aire buena y en las estaciones M-2, M-5 y M-11 se presentó una calidad del aire aceptable. Para las estaciones M-12 a M-16 los valores oscilaron entre 18 y 26 ppm O<sub>3</sub>, mientras que para el grupo de estaciones M-17 a M-21 los valores calculados están entre 35 y 42 ppm O<sub>3</sub> en las estaciones donde la clasificación es buena y de 51,980 ppm O<sub>3</sub> en la estación M-17 Hospital Santa Clara que arrojó clasificación moderada, para esta categoría se tiene en cuenta que la calidad del aire es aceptable sin embargo se pueden presentar efectos a la salud en individuos no sensibles pueden

llegar experimentar síntomas respiratorios, por lo tanto se sugiere limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.

El total de los datos en las estaciones M-22, M-23, M-24, M-26, M-27, M-28 y M-29 reportaron valores de concentración por debajo de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, clasificada como buena, al no representar niveles de riesgo con base en la generación de comorbilidades en grupos específicos de la población. Por su parte, la estación M-25 registra que el 2% de los datos se clasifica en un nivel dañino a la salud para grupos sensibles, el 8% corresponde a una calidad del aire aceptable y el 90% se clasifica en una calidad buena. Asimismo, la estación M-30 reporta que el 1% de los datos se cataloga como dañina para la salud, el 5% dañina a la salud de grupos sensibles, el 9% aceptable y finalmente el 85% de los datos se clasifican en un estado de calidad de aire buena

Tabla 144 – ICA´s de las máximas concentraciones de  $\text{O}_3$  reportadas por laboratorio



Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.3.3 *Análisis de la Red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá (RMCAB)*

#### 5.2.3.3.3.1 *Descripción de la red monitoreo*

La red de Monitoreo de La Calidad del aire de Bogotá es un conjunto de 14 estaciones que permiten recolectar datos de las concentraciones de contaminantes criterio y variables meteorológicas de manera continua en diferentes localidades de la ciudad, estas estaciones se reparten de norte a sur y de oriente occidente de la ciudad para buscar una representatividad de las mediciones realizadas. Según el informe de calidad del aire del año 2019<sup>1</sup> (Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2019) el proceso de monitoreo inicia con la medición de los parámetros en cada estación y el almacenamiento de los mismos en un datalogger luego cada hora se actualizan los datos y son transmitidos hacia el servidor central, donde se almacena la información en una base de datos. En la Figura 270 se presenta la distribución de las estaciones de la red de monitoreo en el año 2021 y los contaminantes que se miden.

En este numeral se pretende generar una comparación entre las mediciones realizadas por RMCAB y las generadas por las estaciones de monitoreo de calidad de aire instaladas por los laboratorios SGS Colombia, ASOAM y Ambieniq para la presente actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) para la Línea Metro 1 de Bogotá; de esta manera se realiza una comparación entre las estaciones más cercanas entre las dos redes de monitoreo, en la Figura 271 se visualiza la ubicación de las estaciones de la RMCAB y la red del EIAS más cercanas y que se compararán en este numeral, allí se encierran en triángulos las estaciones que se compararán entre sí, en símbolos de cuadros amarillos se distinguen las estaciones de RMCAB y en cuadros blancos las estaciones del EIAS; en la Tabla 192 se presentan las coordenadas de las estaciones a comparar. En el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 / 7\_3. Se encuentra la Hoja de Vida Estaciones RMCAB se pueden consultar los detalles técnicos de las estaciones de la RMCAB escogidas.

---

<sup>1</sup> Secretaría Distrital de Ambiente, Dirección de Control Ambiental, Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual SCAAV, Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá, Informe Anual de Calidad del Aire

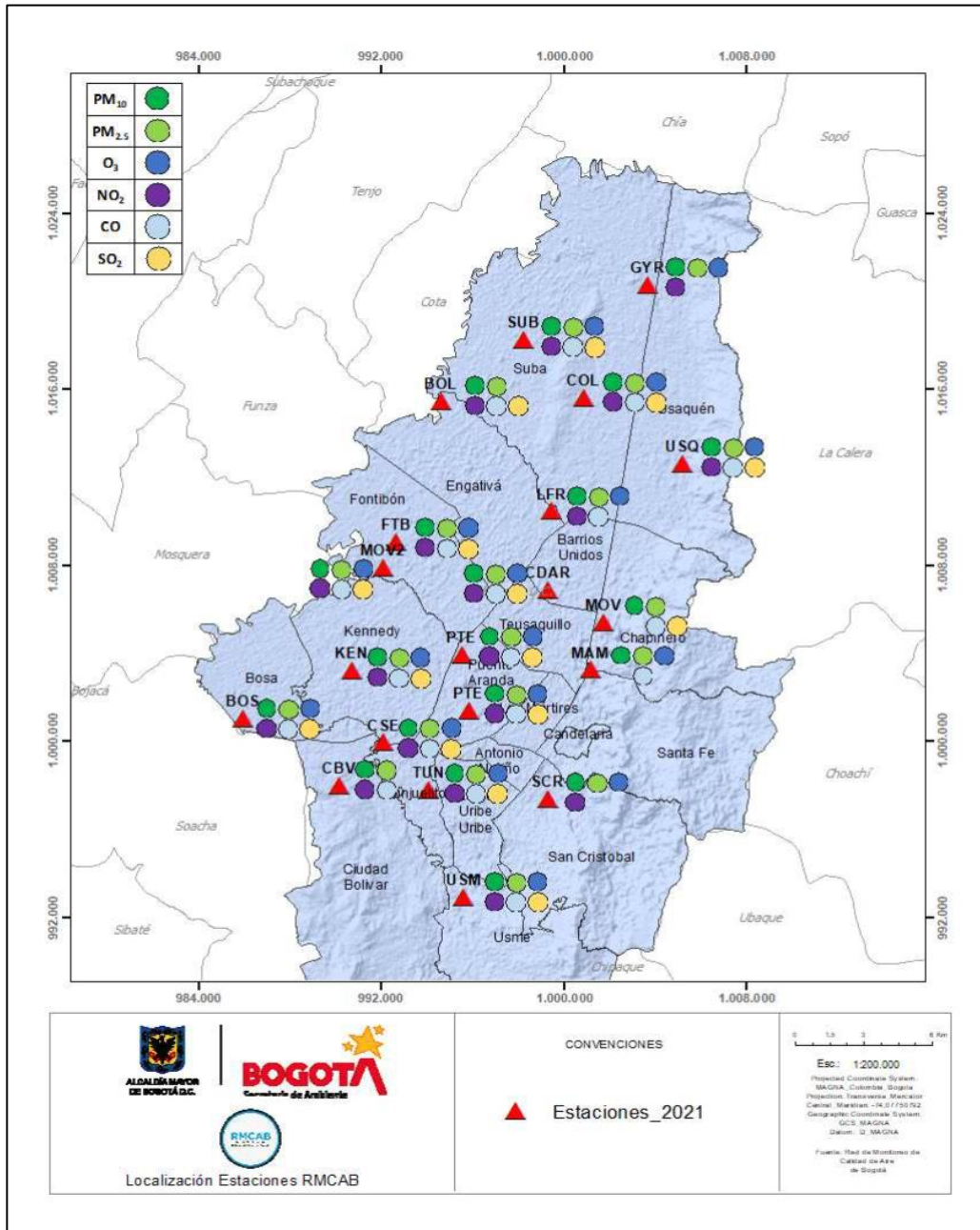


Figura 270 Distrital de Las Estaciones de Monitoreo de Contaminantes de la RMCAB, 2021

Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente. 2022

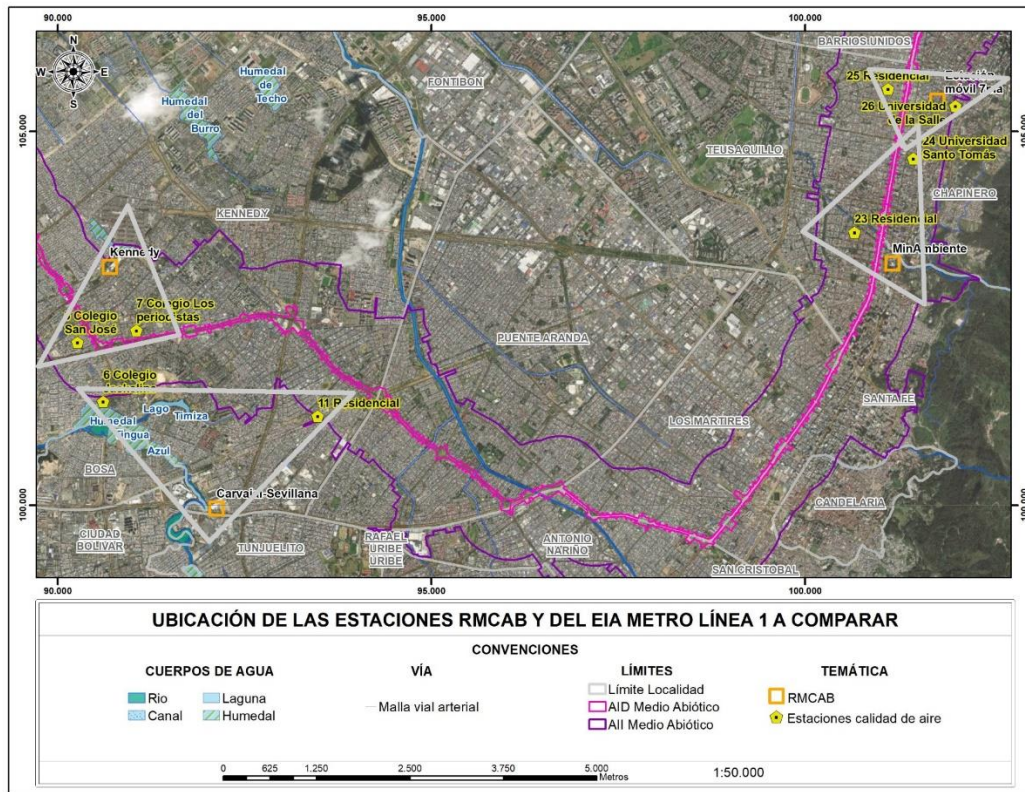


Figura 271 Ubicación de Las Estaciones RMCAB y del EIA Metro Línea 1 a Comparar

Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente. 2022

Tabla 145 – Ubicación de Las Estaciones RMCAB y del EIA Metro Línea 1 a Comparar

Estación	Coordenadas Geográficas	
	Norte	Oeste
<b>M5 Nueva Britalia</b>	4°36'57.00"N	74° 9'55.00"O
<b>M6 IED Jacqueline</b>	4°36'31.00"N	74° 9'43.00"O
<b>M7 Ciudadela Kennedy</b>	4°37'2.00"N	74° 9'29.00"O
<b>M11 San Lucas</b>	4°36'25.00"N	74° 8'10.00"O
<b>M23 Sagrado Corazón</b>	4°37'57.52"N	74° 4'17.82"O
<b>M24 Marly</b>	4°38'19.77"N	74° 3'54.73"O
<b>M25 Chapinero</b>	4°38'47.80"N	74° 4'5.59"O

Estación	Coordenadas Geográficas	
	Norte	Oeste
<b>M26 U. Salle</b>	4°38'39.63"N	74° 3'36.55"O
<b>SDA Móvil Cra 7ª</b>	4°38'42.61"N	74° 3'41.64"O
<b>SDA Min Ambiente</b>	4°37'32.02"N	74° 4'0.73"O
<b>SDA Carvajal Sevillana</b>	4°35'44.25"N	74° 8'54.90"O
<b>SDA Kennedy</b>	4°37'30.22"N	74° 9'40.81"O

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

### 5.2.3.3.3.2 Material particulado PM10

A continuación, en la Tabla 146, Tabla 147, Tabla 148 y Tabla 149 se presenta el resumen de los datos de concentración de PM10 validados para las estaciones Kennedy, Medio Ambiente, Móvil Carrera 7ª y Carvajal Sevillana para los años 2019, 2020 y 2021 y de forma gráfica se presentan los datos diarios para estos mismos años en las Figura 272 (Estación Kennedy), Figura 273 (Estación Min Ambiente), Figura 274 (Estación Móvil Carrera 7a) y Figura 275 (Estación Carvajal Sevillana). A partir de estos datos se puede establecer en primera medida que la estación Carvajal Sevillana es la que generó mayor cantidad de sobrepasos del límite permisible de PM10 24 horas en  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$  el cual ha sido establecido en la resolución 2254 de 2017 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en esta estación en los últimos 3 años este límite se ha sobrepasado al menos 261 veces, esto sin contar los datos atípicos, en los meses de febrero, agosto, septiembre y diciembre ; estos resultados contrastan con la estación Min Ambiente en la que en este mismo tiempo no se ha sobrepasado este límite.

Según (Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2019) El comportamiento del PM10 está ligado a las variaciones en la meteorología de cada mes del año, el primer trimestre se caracteriza por ser un periodo seco, por lo cual hay reducción en la velocidad de los vientos y mayor frecuencia de inversiones térmicas; en el segundo trimestre inicia la temporada de lluvias, por lo que se favorece de cierto modo la disminución de concentraciones; la segunda temporada seca coincide con los meses de septiembre y octubre, en los que aumentan nuevamente las concentraciones, y descienden nuevamente en diciembre, por la reducción de la actividad de varias fuentes de emisión.

Tabla 146 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Kennedy

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	43.686	41.048	43.453	42.27	40.26	42.45
<b>Desviación Estándar</b>	23.791	19.474	19.744	13.71	14.00	13.44



	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Datos Validados</b>	8413	8443	7966	363.00	365.00	350.00
<b>Mínimo</b>	1.8	4	4.3	14.89	13.24	10.24
<b>Máximo</b>	114.8	99.4	102.5	75.06	77.26	76.14
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	1	3	2

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Tabla 147 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Ministerio de Medio Ambiente

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	28.31	19.40	18.69	28.07	18.24	16.52
<b>Desviación Estándar</b>	16.20	13.65	12.91	10.88	11.00	9.21
<b>Datos Validados</b>	8369	7602	7552	360	349	363
<b>Mínimo</b>	3	1.9	1	5.75	1.73	1.64
<b>Máximo</b>	85.1	66.2	60.4	59.11	54.76	39.22
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	0	0	0

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Tabla 148 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Móvil Carrera 7ma

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	50.26	38.70	34.15	50.28	38.91	33.96
<b>Desviación Estándar</b>	27.46	22.73	18.87	16.75	16.53	12.14
<b>Datos Validados</b>	6109	8444	7785	267	364	353
<b>Mínimo</b>	2	0.7	0.6	4.7	9.87	8.36
<b>Máximo</b>	140	114.7	96.1	96.06	92.56	71.48

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	19	8	0

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Tabla 149 - Resumen de Datos PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	56.25	61.92	66.76	57.31	62.31	66.89
<b>Desviación Estándar</b>	25.52	31.08	30.66	17.57	21.57	17.14
<b>Datos Validados</b>	7863	8184	7423	359	357	326
<b>Mínimo</b>	1.5	0	4	21.8	20.083	22.87
<b>Máximo</b>	143	167	170	107.87	130.22	114.80
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	55	100	106

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

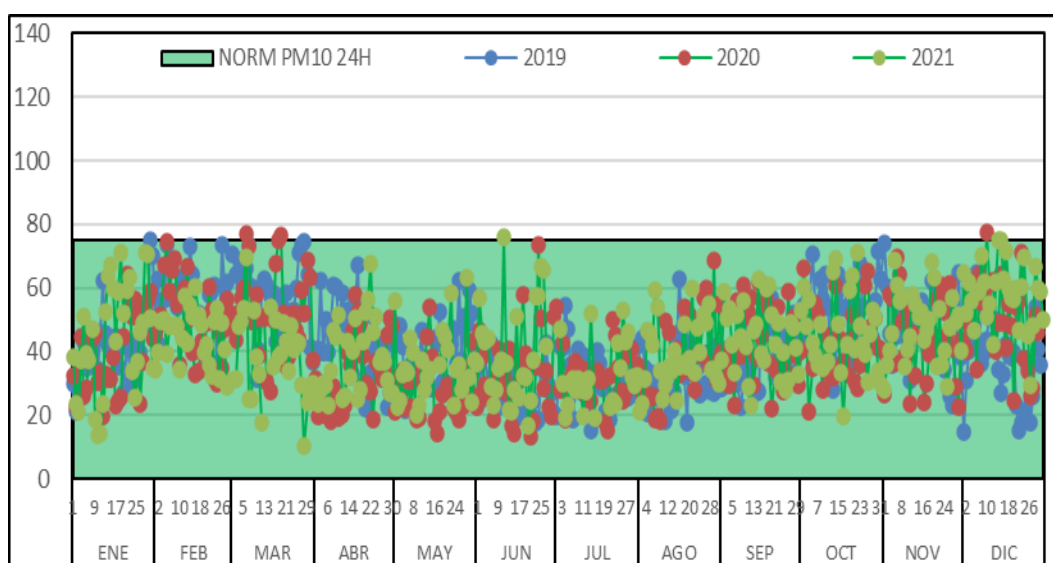


Figura 272 Concentración PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

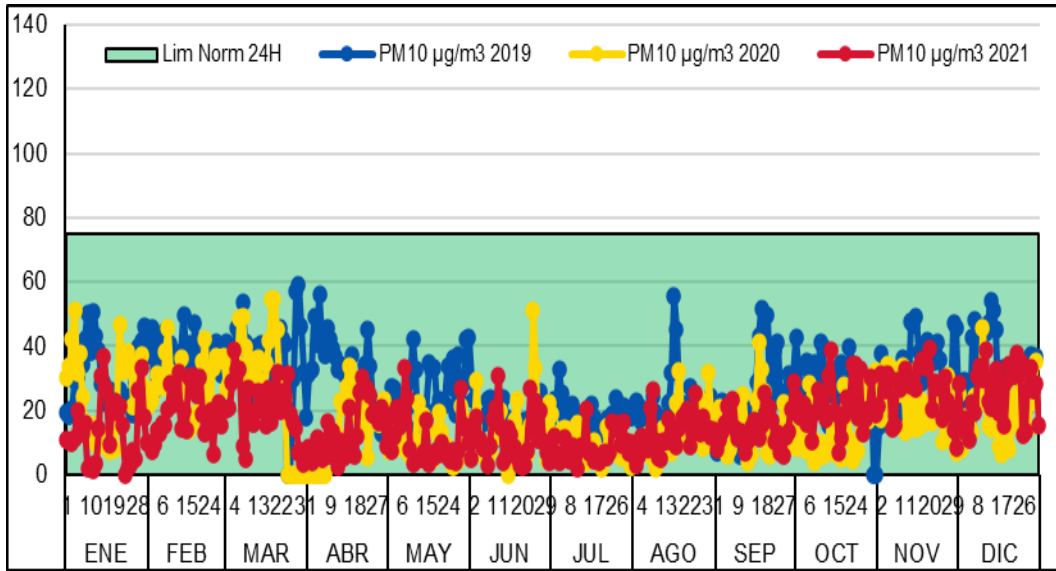


Figura 273 Concentración PM10 Diaria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 2019, 2020 y 2021 Estación Min Ambiente

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

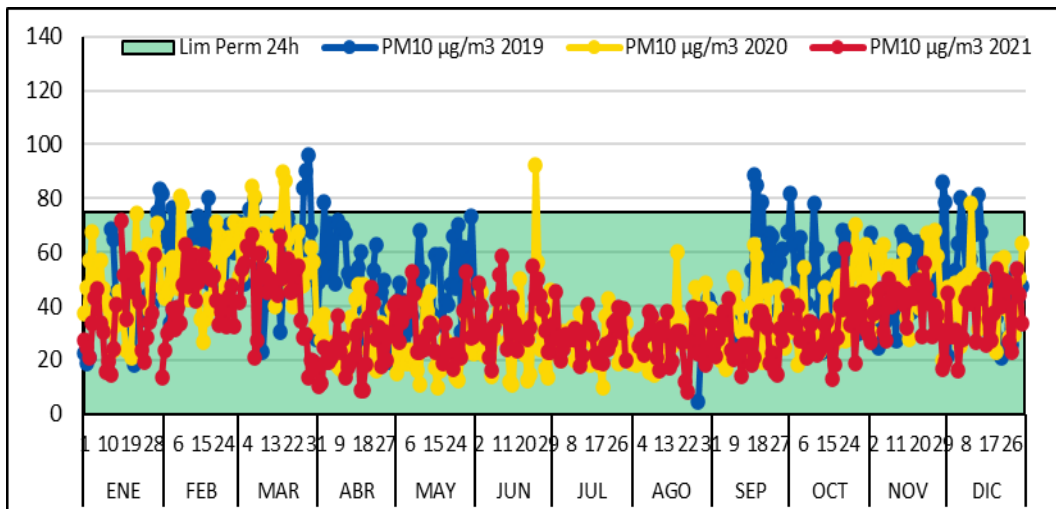


Figura 274 Concentración PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021 Estación Móvil Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

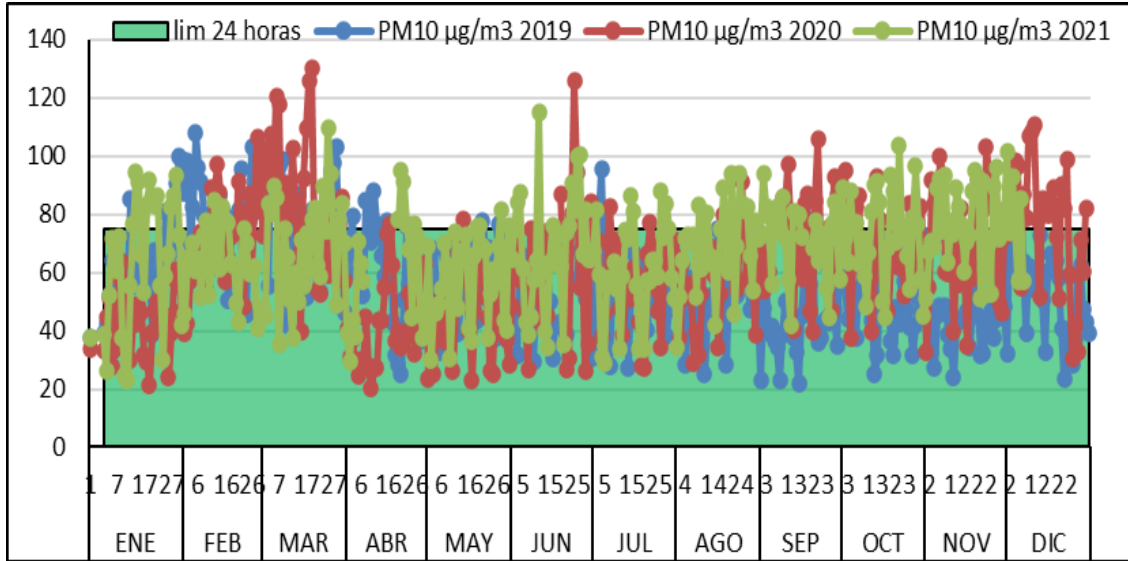


Figura 275 Concentración PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación sevillana

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

En cuanto a las concentraciones promedio anuales, las cuales tienen un límite permisible de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se puede observar en la figura siguiente que en la estación Carvajal Sevillana los últimos tres años se superó este límite, esto se puede corroborar con los 261 sobrepasos ocurridos en los 3 años. De la estación Carvajal Sevillana se puede mencionar que se localiza en una zona industrial y frente a la estación de Transmilenio Sevillana en la autopista sur; por lo que los equipos capturan el material particulado y gases contaminantes provenientes de las fuentes móviles como camiones, tractomulas, y en general transporte pesado y liviano a gasolina y Diesel con concentraciones de azufre y material particulado proveniente de hidrocarburo parcialmente quemado, por otra parte las fuentes fijas hacen parte de industrias cercanas de jabones, calzado y del Frigorífico Guadalupe; todas estas fuentes influyen altamente en las concentraciones medidas por esta estación; en la Tabla 150 se pueden observar los promedios anuales de las concentraciones de PM10.

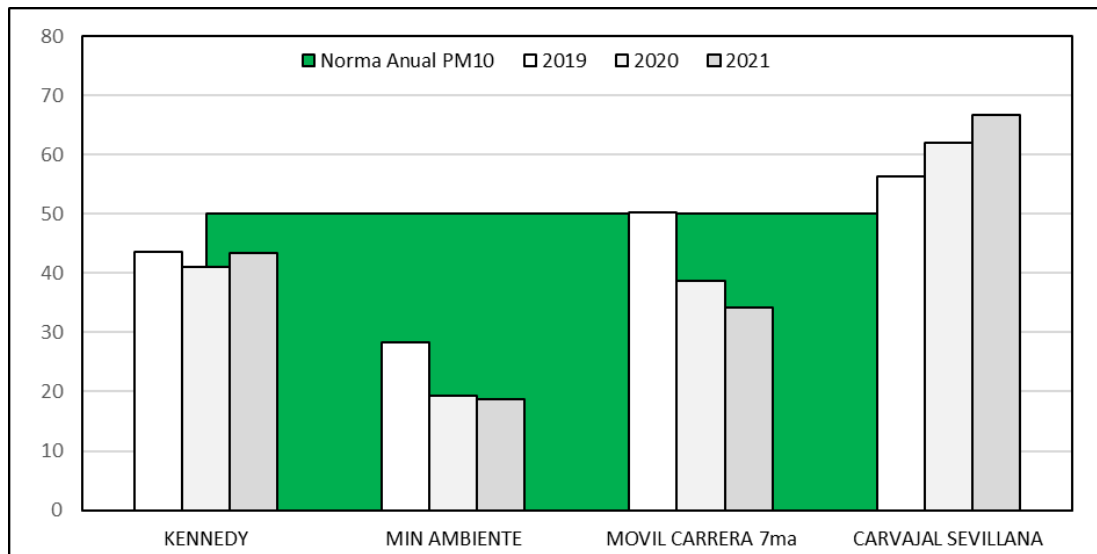


Figura 276 Concentraciones Anuales promedio PM10 [µg/m³] de Estaciones RMCAB

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 150 - Concentraciones Anuales PM10 [µg/m³] de Estaciones RMCAB

AÑO	KENNEDY	MIN AMBIENTE	MOVIL CARRERA 7ma	CARVAJAL SEVILLANA
2019	43.686	28.31	50.26	56.25
2020	41.048	19.4	38.7	61.92
2021	43.453	18.69	34.15	66.76

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.3 Material particulado PM2.5

En cuanto a la fracción de material particulado de 2.5µm se puede destacar de nuevo que la estación Carvajal Sevillana demuestra tener las concentraciones más altas en los promedios de los registros validados horarios y diarios.

Al interpretar la Figura 277 a la Figura 280 se puede evidenciar variaciones en las concentraciones que según (Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2019) se puede atribuir a variables meteorológicas y al comportamiento de las fuentes de emisión relacionados con la intensidad de su producción en el caso de las fuentes fijas y a la cantidad de tráfico en el caso de las fuentes móviles. Desde las gráficas se puede notar que en el primer trimestre se generaron mayores concentraciones, posteriormente se puede

notar un descenso de las concentraciones de PM2.5 hasta el mes de julio y luego un incremento gradual hasta diciembre. En la estación Carvajal Sevillana se registraron 149 sobrepasos del nivel permisible de 37µg/m<sup>3</sup> en el año 2019, 70 sobrepasos en el año 2020 y 124 en 2021; como coincidencia en todas las estaciones los sobrepasos disminuyen de 2019 a 2020, esto puede relacionarse con la disminución de actividades económicas atribuida a la pandemia provocada en el país por el COVID-19. De la Tabla 151 a la Tabla 154 - se presentan los resúmenes de los datos de registros de PM2.5 en las 4 estaciones de la RMCAB.

Tabla 151 - Resumen de Datos PM2.5 [µg/m<sup>3</sup>] Estación Kennedy

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	24.38	21.60	20.37	24.45	21.35	20.06
<b>Desviación Estándar</b>	13.30	13.89	11.34	8.60	9.70	7.04
<b>Datos Validos</b>	8379	8569	8129.00	364	365	354
<b>Mínimo</b>	1.00	1.00	1.00	7.70	4.04	1.88
<b>Máximo</b>	69.00	124.00	58.00	52.65	63.33	39.87
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	0	0	0

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 152 - Resumen de Datos PM2.5 [µg/m<sup>3</sup>] Estación Ministerio de Medio Ambiente

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	13.209	12.269	11.50	12.585	11.94	11.10
<b>Desviación Estándar</b>	11.058	9.807	8.91	7.884	7.71	5.95
<b>Datos Validos</b>	8107	8146	8209	364	365	365
<b>Mínimo</b>	1	1	1.00	1	0.00	1.27
<b>Máximo</b>	50	45	41.00	43.235	39.92	29.22
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	2	1	0

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 153 - Resumen de Datos PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Móvil Carrera 7ma

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	27.91	21.41	17.78	27.91	21.22	17.14
<b>Desviación Estándar</b>	16.90	14.12	11.75	11.22	10.84	7.83
<b>Datos Validos</b>	6230	8345	7992	269	365	357
<b>Mínimo</b>	1.00	1.00	0.30	6.47	4.46	2.50
<b>Máximo</b>	110.00	67.00	56.00	63.00	59.24	39.42
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	63	37	4

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 154 - Resumen de Datos PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	35.34	28.26	33.74	35.57	28.49	33.86
<b>Desviación Estándar</b>	15.89	15.34	15.44	10.14	10.14	9.36
<b>Datos Validados</b>	8186	8120	7309	361	349	321
<b>Mínimo</b>	0	0	0	13.558	8.739	10.875
<b>Máximo</b>	88.2	79	86	68.44	64.93	59.9
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	149	70	124

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

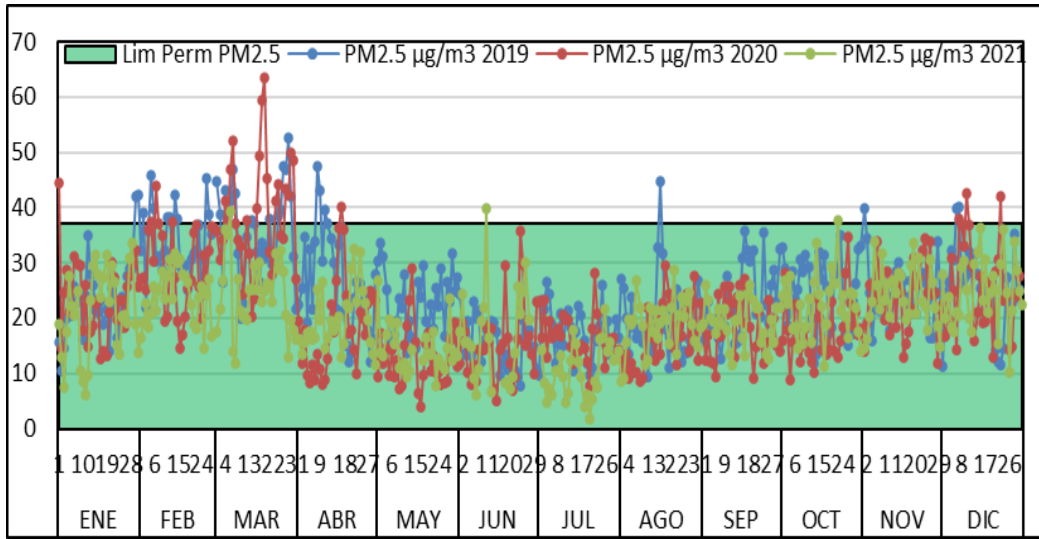


Figura 277 Concentración PM2.5 [µg/m³] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

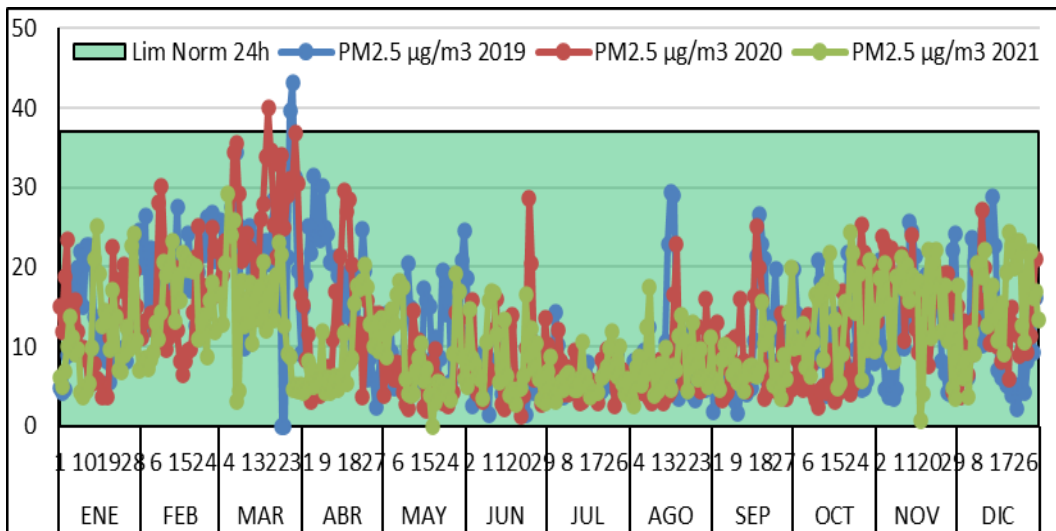


Figura 278 Concentración PM2.5 [µg/m³] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Min Ambiente

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.



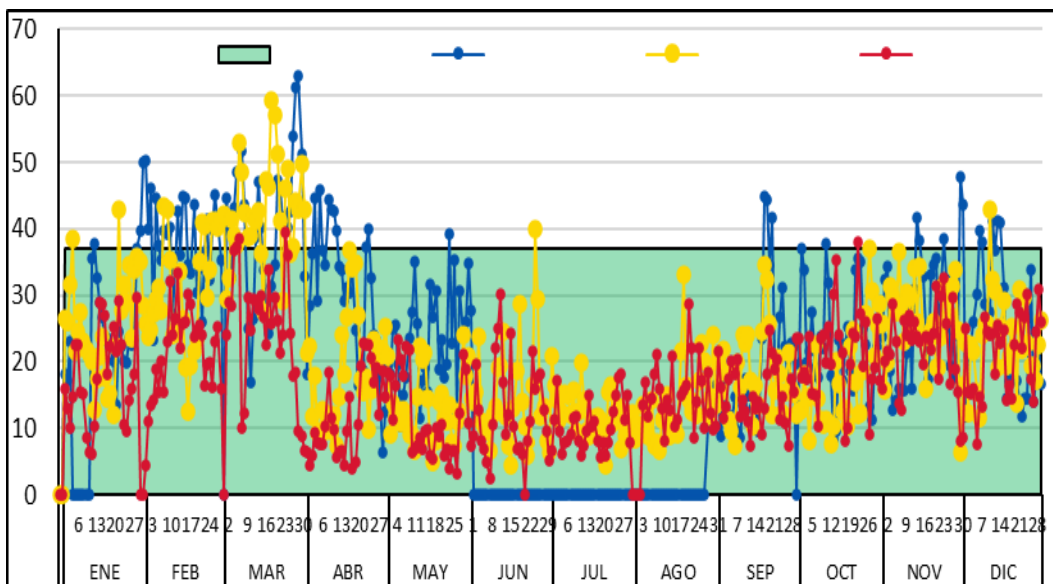


Figura 279 Concentración PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Móvil Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

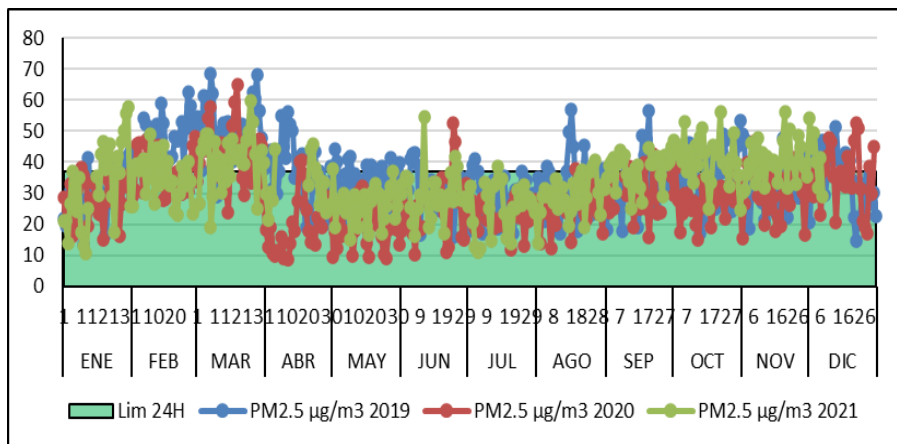


Figura 280 Concentración PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Carvajal Sevillana

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Los promedios anuales en las tres primeras estaciones que se presentan en la siguiente tabla tienen una tendencia a disminuir, en la estación Carvajal existe un descenso en el promedio de 2019 a 2020 pero en 2021, el promedio aumenta nuevamente; en esta estación los promedios de los 3 últimos años sobrepasaron el promedio anual de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en la resolución 2254 de 2017; el resumen de los promedios anuales se presenta a continuación.

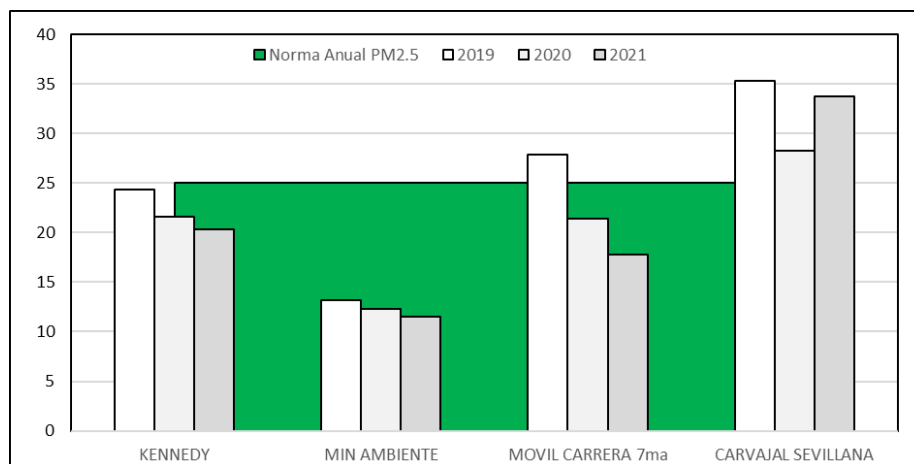


Figura 281 Concentraciones Anuales PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Tabla 155 - Concentraciones Promedio Anuales PM2.5 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] de Estaciones RMCAB

AÑO	KENNEDY	MIN AMBIENTE	MOVIL CARRERA 7ma	CARVAJAL SEVILLANA
2019	24.38	13.209	27.91	35.34
2020	21.6	12.269	21.41	28.26
2021	20.37	11.5	17.78	33.74

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.4 Dióxido de nitrógeno

La fracción de óxidos de nitrógeno NO<sub>2</sub> es un gas pardo rojizo cuya presencia en los centros urbanos se origina a partir de procesos de combustión a altas temperaturas en vehículos (fuentes móviles) e industrias (fuentes fijas) como incineradores. El NO<sub>2</sub> participa en las reacciones atmosféricas que dan lugar a la formación del ozono (O<sub>3</sub>) y material particulado secundario, afectando pulmones y vías respiratorias, además de contribuir a la formación del smog fotoquímico. En cuanto al comportamiento temporal mensual el cual se puede leer en la Figura 282 a la Figura 285 se puede establecer que las altas concentraciones se dan usualmente en los meses de marzo y abril, se reducen a mitad de año, y aumentan nuevamente entre septiembre y octubre. Según (Secretaría Distrital de Ambiente SDA, 2021) la variación en las concentraciones de NO<sub>2</sub> coincide con las épocas de alta concentración de material particulado, dado que el impacto de las emisiones provenientes de procesos de combustión es más notable en temporada seca, ya que se disminuye la capacidad de dispersión de las concentraciones. Es necesario resaltar que en el año 2019 y 2021 en la estación Min Ambiente no se registraron datos

de concentración de NO<sub>2</sub> en la estación Min Ambiente de igual manera en el año 2019 en Móvil Carrera 7<sup>a</sup>.

Tabla 156 - Resumen de Datos Horarios de NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] I

	Estación Kennedy			Estación Min Ambiente		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	37.70	33.10	37.09		9.652	
<b>Desviación Estándar</b>	14.77	14.68	15.45		15.466	
<b>Datos Validados</b>	6241	8698	8397		8571	
<b>Mínimo</b>	1.36	0.00	6.11		0	
<b>Máximo</b>	90.15	79.41	88.09		66.685	
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0	N.A.

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente, Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 157 - Resumen de Datos Horarios de NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] II

	Estación Móvil Carrera 7ma			Estación Carvajal Sevillana		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	N.D.	9.53	11.15	42.54	46.53	47.45
<b>Desviación Estándar</b>	N.D.	5.21	9.09	14.20	17.12	16.75
<b>Datos Validados</b>	N.D.	1045	7745.00	7725	6939	5572
<b>Mínimo</b>	N.D.	0.15	0.01	0.0752	0.56212	1.814
<b>Máximo</b>	N.D.	21.06	128.91	95.549	109.323	109.807
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.D.	0.00	0.00	0	0	0

N.D.: Datos No Disponibles.

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

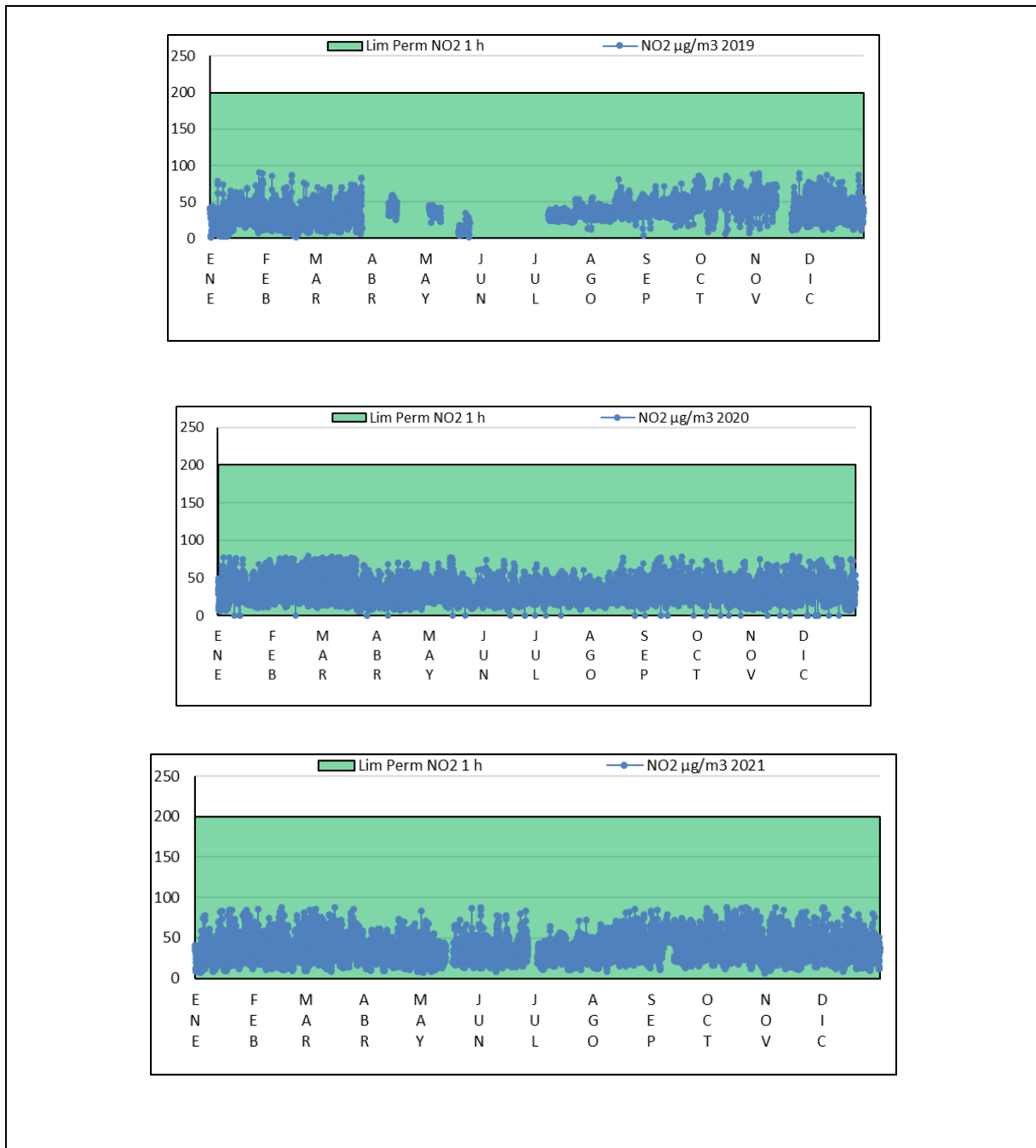


Figura 282 Concentración NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Horaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

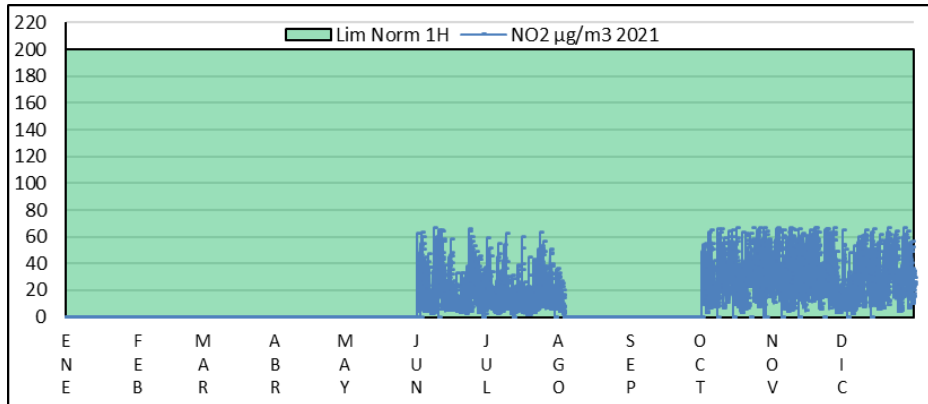


Figura 283 Concentración NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Horaria 2021 Estación Min Ambiente

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

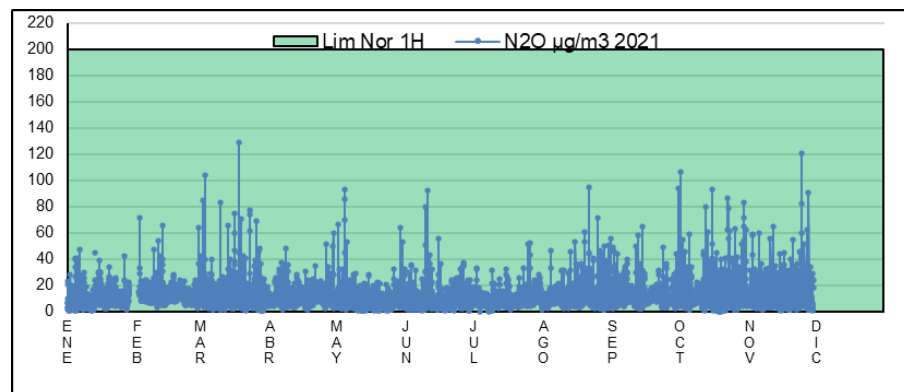
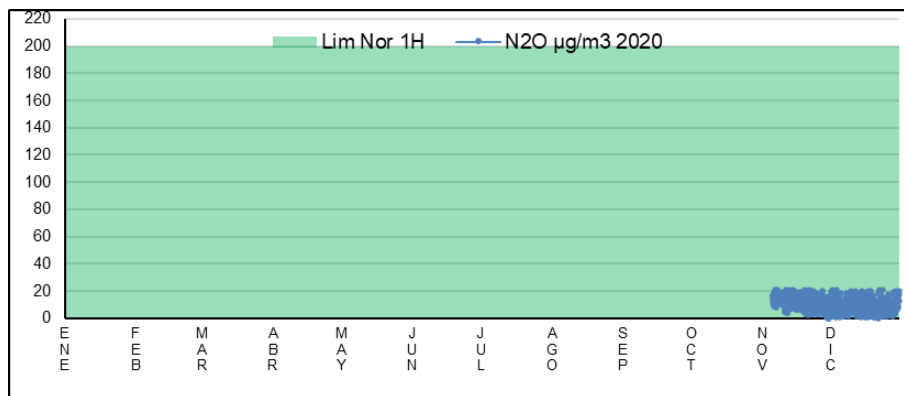


Figura 284 Concentración NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Horaria 2020 y 2021 Estación Móvil Carrera 7ma. Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente

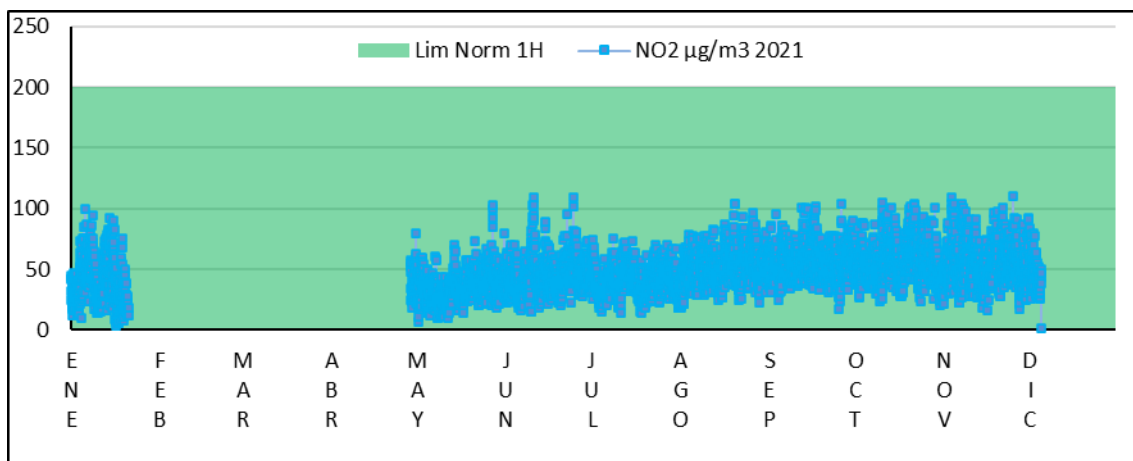
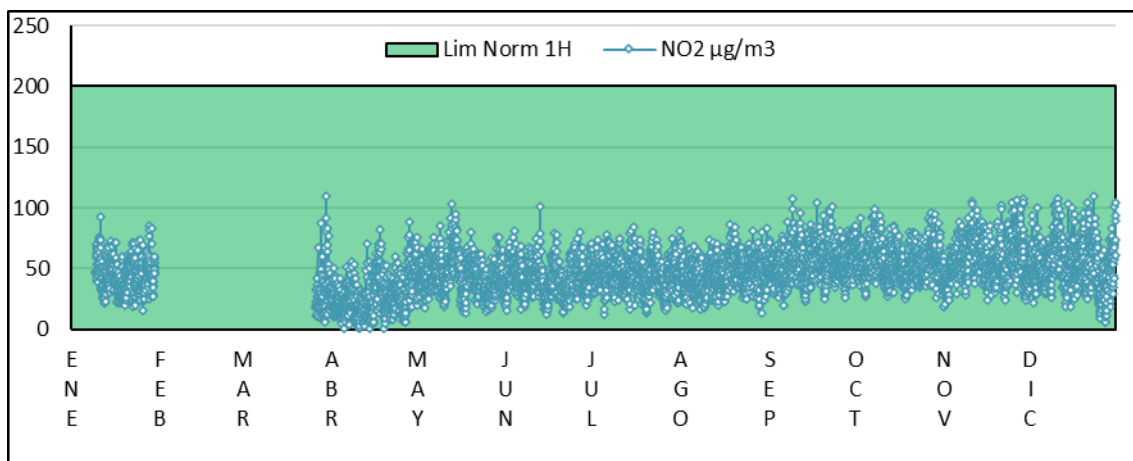
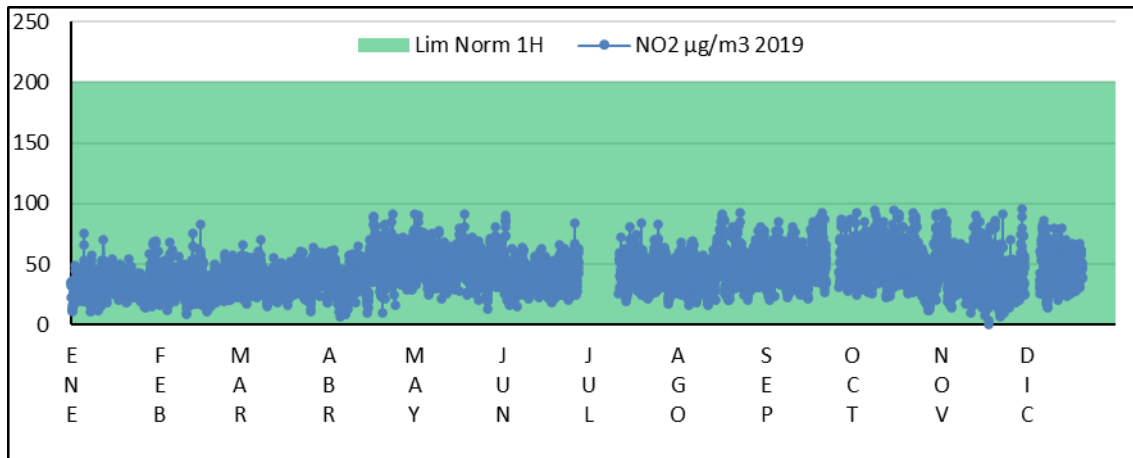


Figura 285 Concentración NO<sub>2</sub> Horaria 2019, 2020 y 2021 Estación Carvajal Sevillana.

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

Los promedios anuales de NO<sub>2</sub> han sido obtenidos de las concentraciones horarias registradas en las 4 estaciones del RMCAB, de allí se destaca que no se dan sobrepasos del nivel permisible anual de 60 µg/m<sup>3</sup> y también se destaca un progresivo aumento de las concentraciones promedio anual en la estación Carvajal Sevillana, las estaciones con menores promedios son Móvil Carrera 7ma y Min Ambiente.

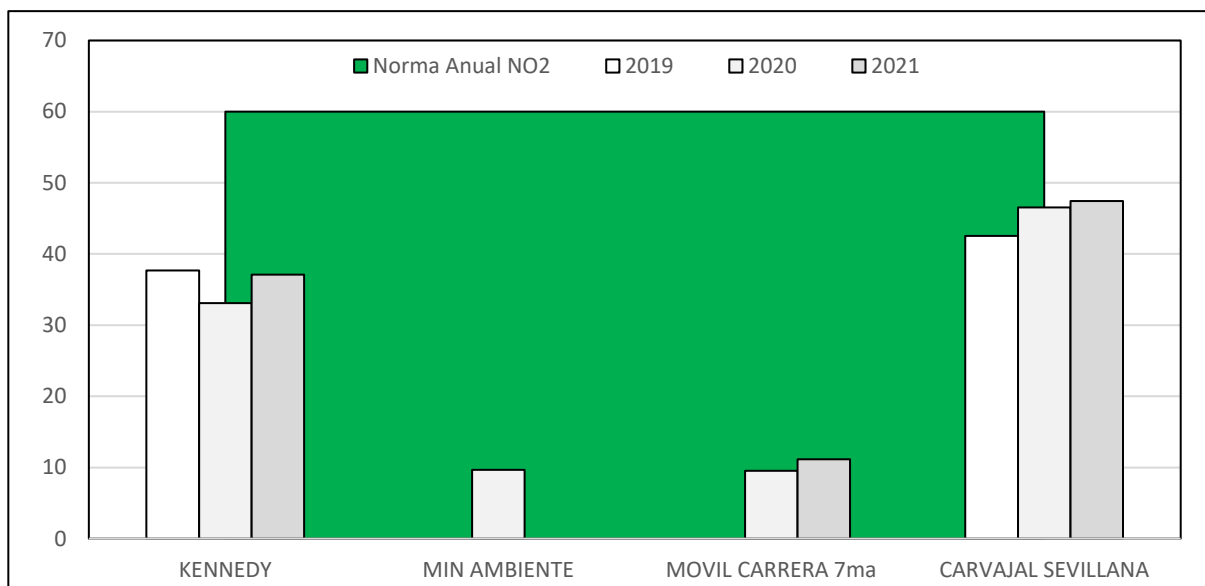


Figura 286 Concentraciones Anuales NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] de Estaciones RMCAB

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 158 - Concentraciones Anuales NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] de Estaciones RMCAB

AÑO	KENNEDY	MIN AMBIENTE	MOVIL CARRERA 7ma	CARVAJAL SEVILLANA
2019	37.7	N.D.	N.D.	42.54
2020	33.1	9.652	9.53	46.53
2021	37.09	N.D.	11.15	47.45

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.3.5 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

El dióxido de azufre Se genera principalmente por el uso de combustibles fósiles con contenido de azufre como el carbón, la gasolina y el diésel, los cuales son las más usados en la industria y el transporte. Este gas puede reaccionar químicamente con otros compuestos y generar lluvia ácida y material particulado secundario, la exposición permanente a este contaminante puede producir

problemas respiratorios. Para este contaminante no se presentaron registros en las estaciones Ministerio de Medio Ambiente, Móvil Carrera 7ª, el resumen de los datos hora a hora y diaria de las estaciones Kennedy y Carvajal Sevillana se presentan a continuación. Lo más destacable de estos datos es el permanente cumplimiento de los niveles permisibles de la resolución 2254 de 2017 ((MADS), 2017); como en los otros contaminantes la estación Carvajal Sevillana registró las concentraciones más altas en los 3 años evaluados, en esta estación las concentraciones más altas se reportaron en el mes de mayo, desde las gráficas se puede notar que después de mayo y a partir del mes de julio se reducen las concentraciones hasta el mes de noviembre, con un ligero aumento en diciembre.

Tabla 159 - Resumen de Datos SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Estación Kennedy

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	4.54	4.68	4.15	4.53	4.66	3.94
<b>Desviación Estándar</b>	3.04	3.37	2.69	1.64	2.04	1.68
<b>Datos Validos</b>	8491	8453	8073	365	365	365
<b>Mínimo</b>	0.01	0.01	0.02	0.57	0.00	0.00
<b>Máximo</b>	18.11	19.43	15.95	8.97	12.18	9.10
<b>Sobrepasos Limite</b>	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 160 - Resumen de Datos SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Estación Carvajal Sevillana

	Datos Horarios			Datos Diarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	14.01	9.42	13.20	13.65	9.46	13.15
<b>Desviación Estándar</b>	10.26	6.78	11.44	7.66	3.78	5.81
<b>Datos Validados</b>	6745	8480	8403	301	365	364
<b>Mínimo</b>	0.00262	0.937	2.177	0.8126	2.596	2.190
<b>Máximo</b>	53.15456	42.75316	75.0237	33.923	23.261	36.395
<b>Sobrepasos Limite</b>	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



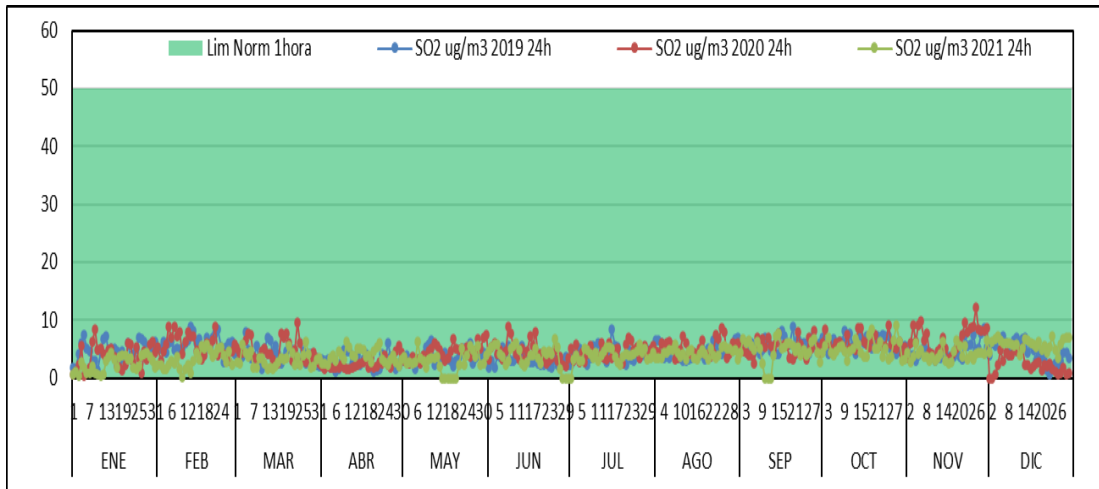


Figura 287 Concentración SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

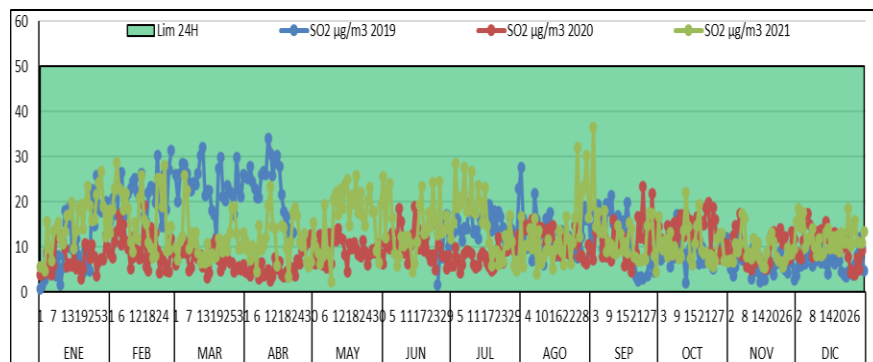


Figura 288 Concentración SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Diaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Carvajal Sevillana

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

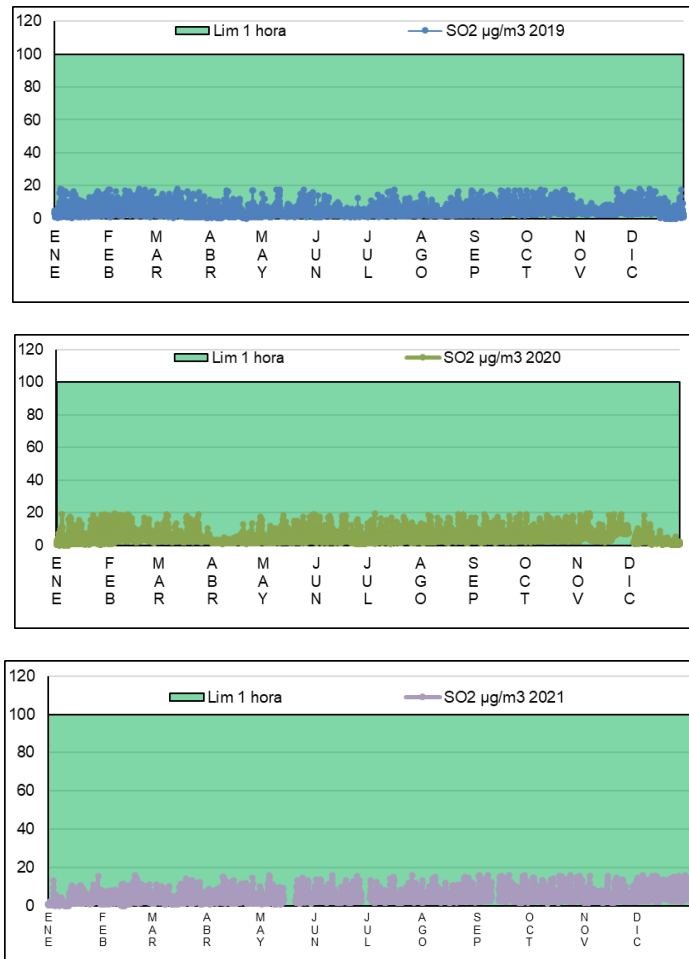


Figura 289 Concentración SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Horaria 2019, 2020 y 2021 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

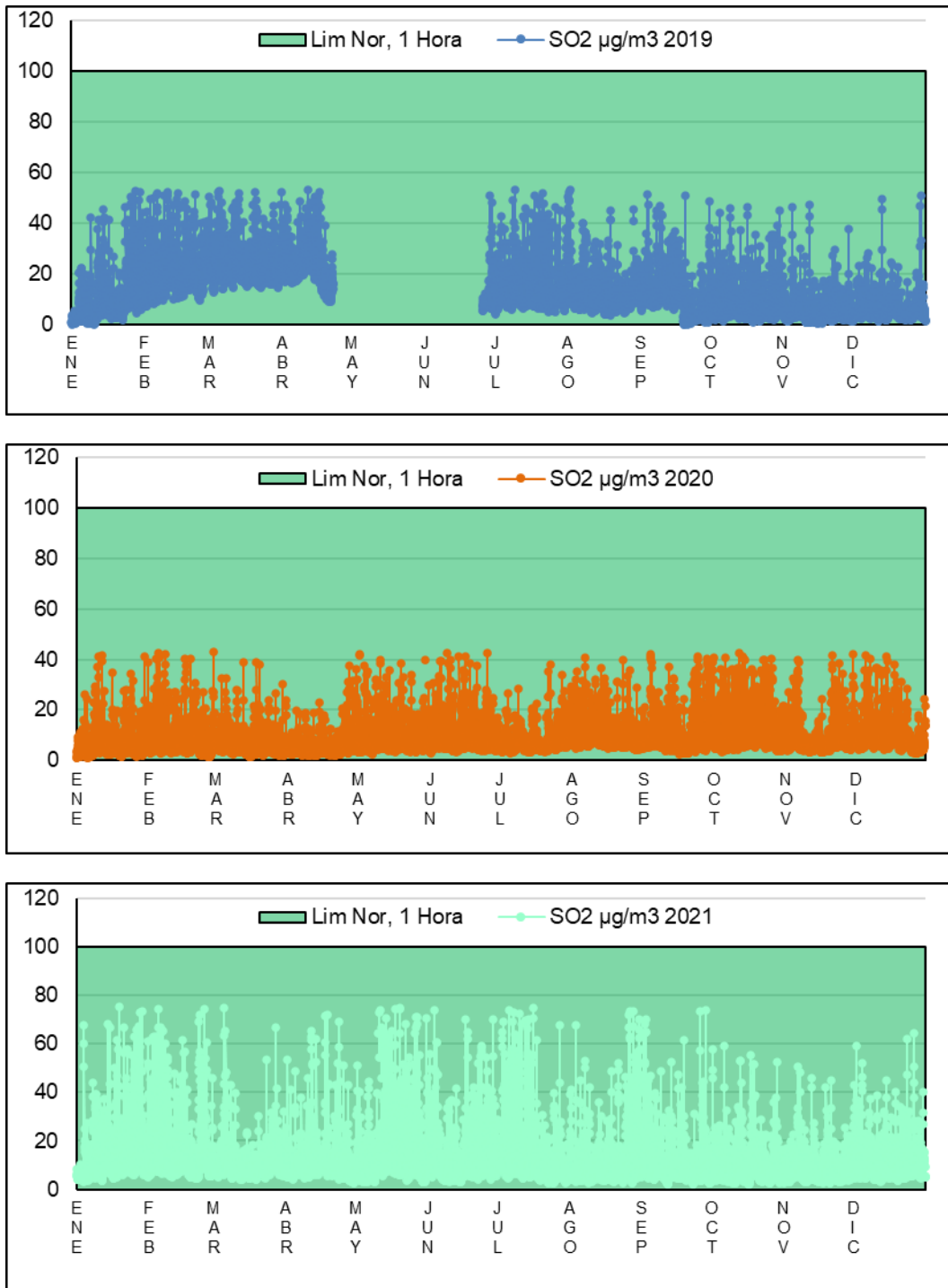


Figura 290 Concentración SO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] Horaria 2019, 2020 y 2021  
Estación Carvajal Sevillana

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2022

### 5.2.3.3.3.6 Monóxido de carbono

El Monóxido de Carbono es un gas inflamable, inodoro, incoloro e insípido; afecta la salud puesto que tiene mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno, de esta manera en altas concentraciones puede alterar el proceso de transporte de oxígeno en la sangre. Una proporción del CO es emitida por la naturaleza, y otra parte proviene de emisiones antropogénicas, por parte de procesos de combustión incompleta de combustibles fósiles (petróleo, carbón, entre otros) en el caso de Bogotá puede provenir de los automotores y las fuentes fijas. En los resúmenes de los datos horarios presentados de la Tabla 161 a la Tabla 164 se puede observar que no se generaron sobrepasos a la norma horaria expedida en la resolución 2254 de 2017 ((MADS), 2017) la cual es de 35.000µg/m<sup>3</sup> y el límite del promedio Octohorario el límite es de 5.000 µg/m<sup>3</sup>; por otra parte es de notar que los promedios en todas las estaciones aumentaron en el año 2021 con respecto a los 2 años anteriores, de manera sobresaliente se puede notar que en la estación Kennedy el promedio aumentó 8080,26 µg/m<sup>3</sup> en 2020 a 1044.21µg/m<sup>3</sup> en 2021.

Tabla 161 - Resumen de Datos CO [µg/m<sup>3</sup>] Estación Kennedy

	Datos Horarios			Datos Octohorarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	871.64	813.01	1049.61	875.03	808.26	1044.21
<b>Desviación Estándar</b>	430.86	446.02	601.21	271.53	308.47	421.94
<b>Datos Validados</b>	8498.00	8324.00	7239.00	8728.00	8420.00	7415.00
<b>Mínimo</b>	16.37	0.85	1.74	175.50	10.88	3.32
<b>Máximo</b>	2434.58	4184.02	6265.65	1981.94	2763.47	4185.24
<b>Sobrepasos Limite</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 162 - Resumen de Datos CO [µg/m<sup>3</sup>] Estación Ministerio de Medio Ambiente

	Datos Horarios			Datos Octohorarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	N.D.	784.696	853.759	N.D.	827.926	854.940
<b>Desviación Estándar</b>	N.D.	368.683	436.402	N.D.	317.438	314.228
<b>Datos Validados</b>	N.D.	1635	8254	N.D.	1863	8324

	Datos Horarios			Datos Octohorarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Mínimo</b>	N.D.	142.998	20.921658	N.D.	192.319	148.075
<b>Máximo</b>	N.D.	1551.403	3376.767	N.D.	1551.403	2238.300
<b>Sobrepasos Limite</b>	N.D.	0	0	N.D.	0	0

N.D.: Información No Disponible. Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 163 - Resumen de Datos CO Estación Móvil Carrera 7ma

	Datos Horarios			Datos Octohorarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	1854.99	1006.65	1715.19	1863.15	1019.60	1717.42
<b>Desviación Estándar</b>	681.65	502.29	548.71	614.75	477.10	476.66
<b>Datos Validados</b>	6493	5251	1659	6596	5498	1682
<b>Mínimo</b>	155.69	1.59	531.72	305.22	16.66	726.04
<b>Máximo</b>	4380.46	2702.32	4104.47	3941.66	2702.32	3666.05
<b>Sobrepasos Limite</b>	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 164 - Resumen de Datos CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Estación Carvajal Sevillana

	Datos Horarios			Datos Octohorarios		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	1300.68	1068.62	1932.34	1305.51	1077.72	1942.35
<b>Desviación Estándar</b>	603.46	650.23	1029.30	362.55	514.46	811.27
<b>Datos Validados</b>	8313	8644	8688	8470	8753	8753
<b>Mínimo</b>	71.922	0	0	280.511	0	0
<b>Máximo</b>	3.411.350	3.259.262	5.220.079	3.246.584	2.961.161	4.987.503
<b>Sobrepasos Limite</b>	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

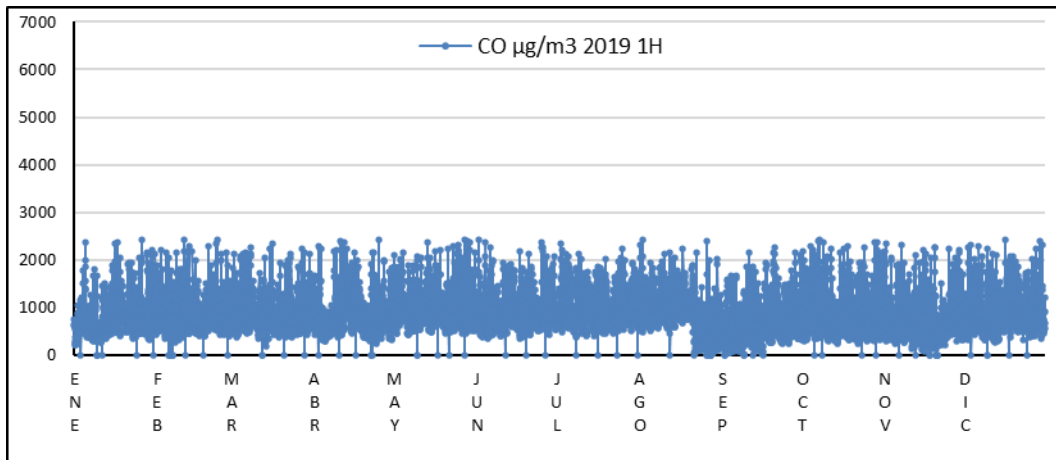


Figura 291 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

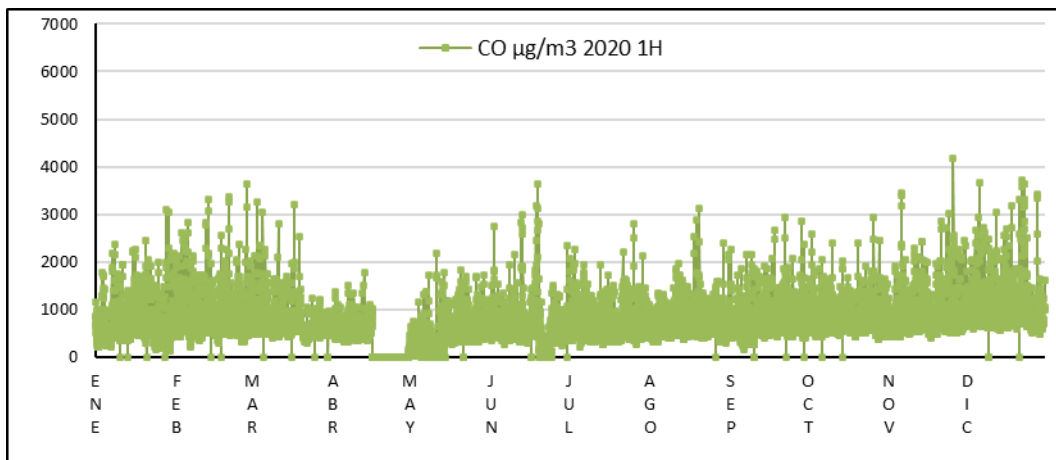


Figura 292 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

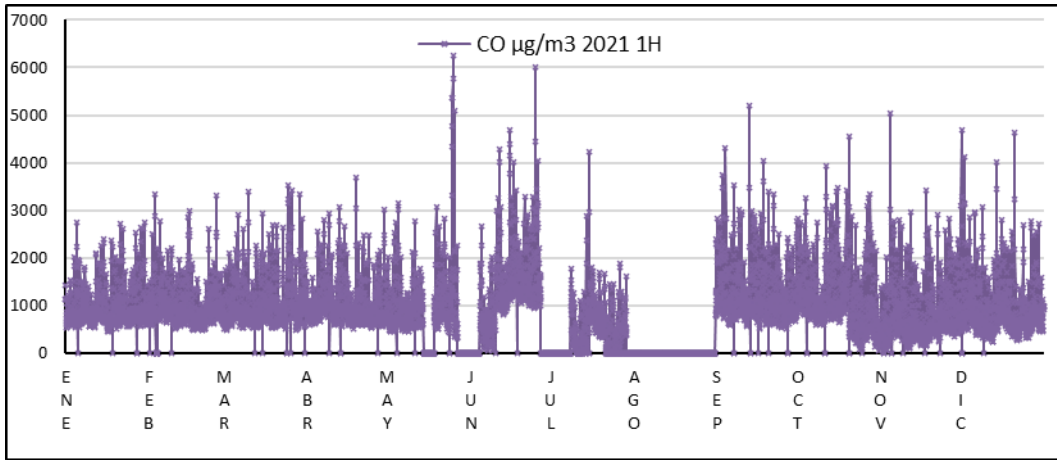


Figura 293 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

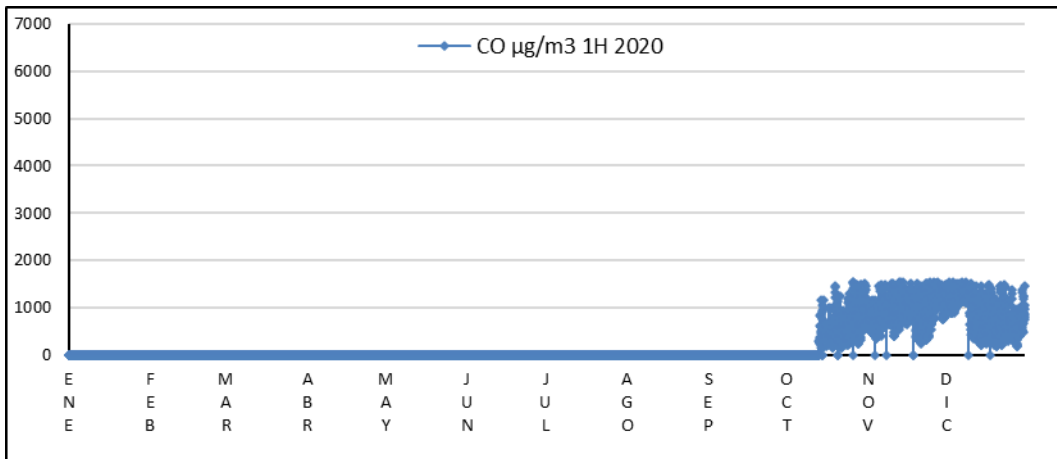


Figura 294 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación  
Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

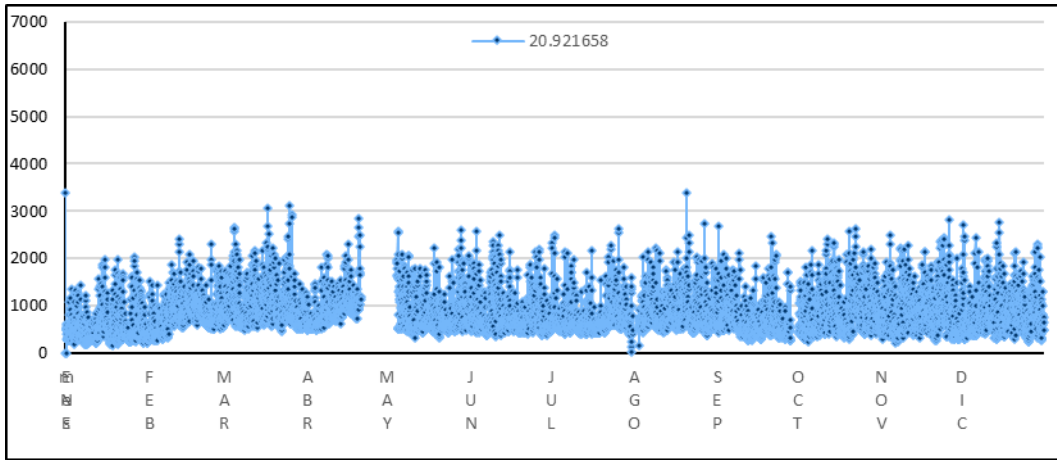


Figura 295 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación  
Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

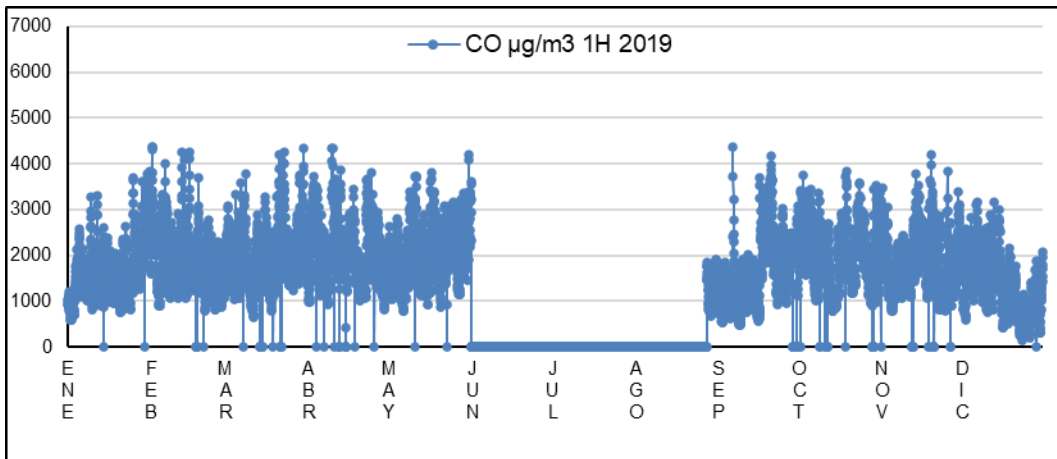


Figura 296 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019 Estación Móvil  
Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



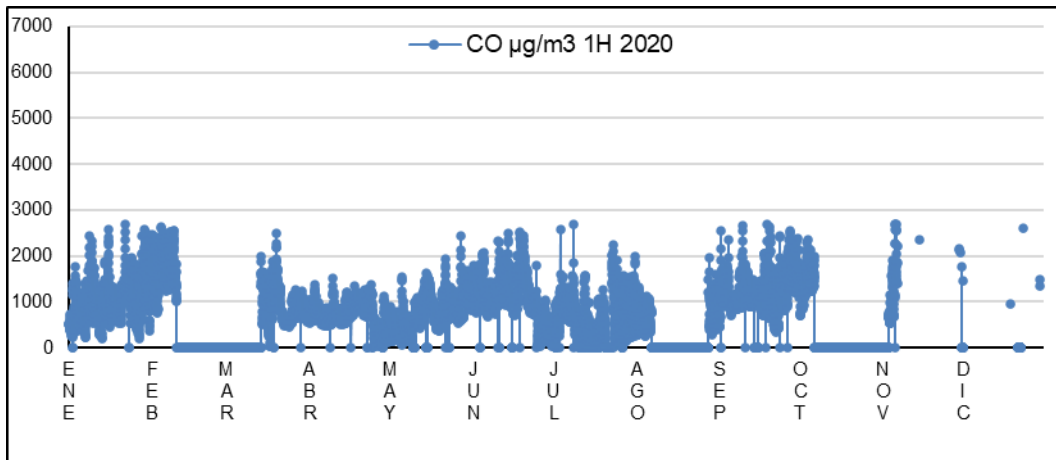


Figura 297 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Móvil Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

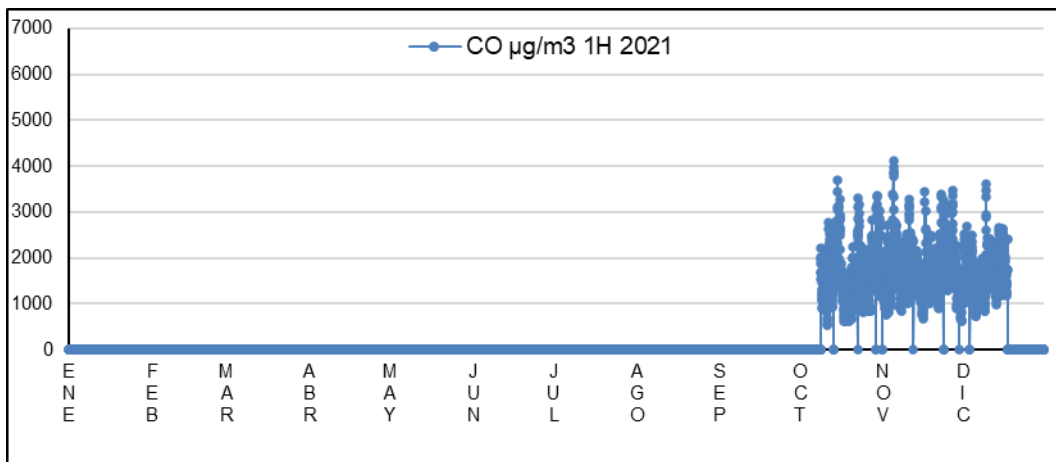


Figura 298 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Móvil Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

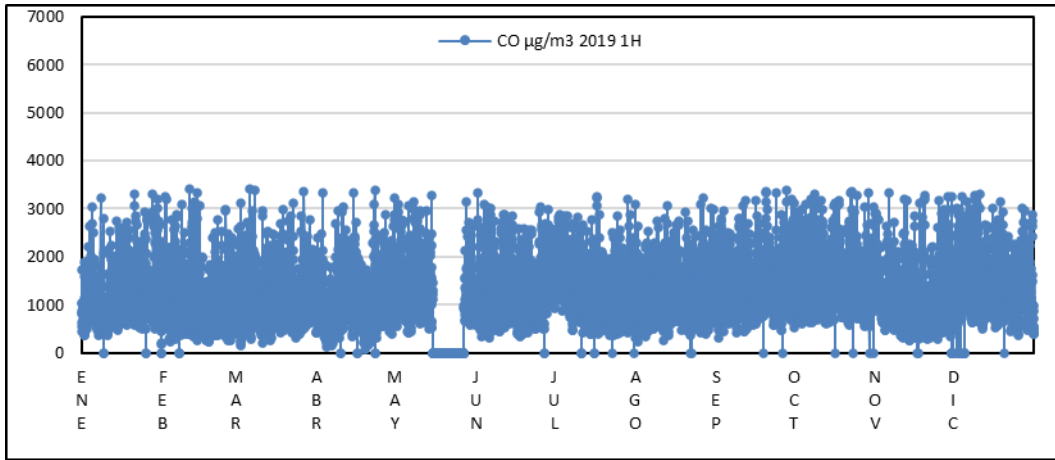


Figura 299 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2019 Estación Carvajal La Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

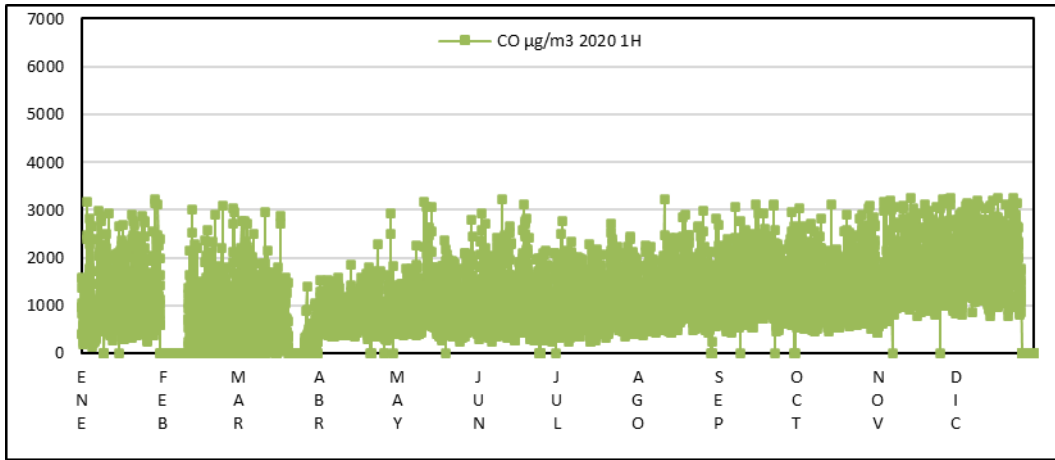


Figura 300 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2020 Estación Carvajal La Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

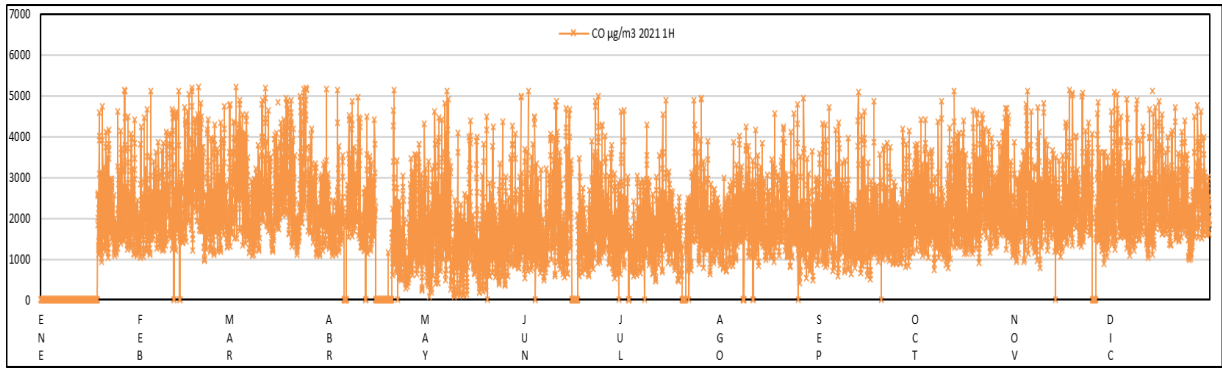


Figura 301 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Horaria 2021 Estación Carvajal La Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

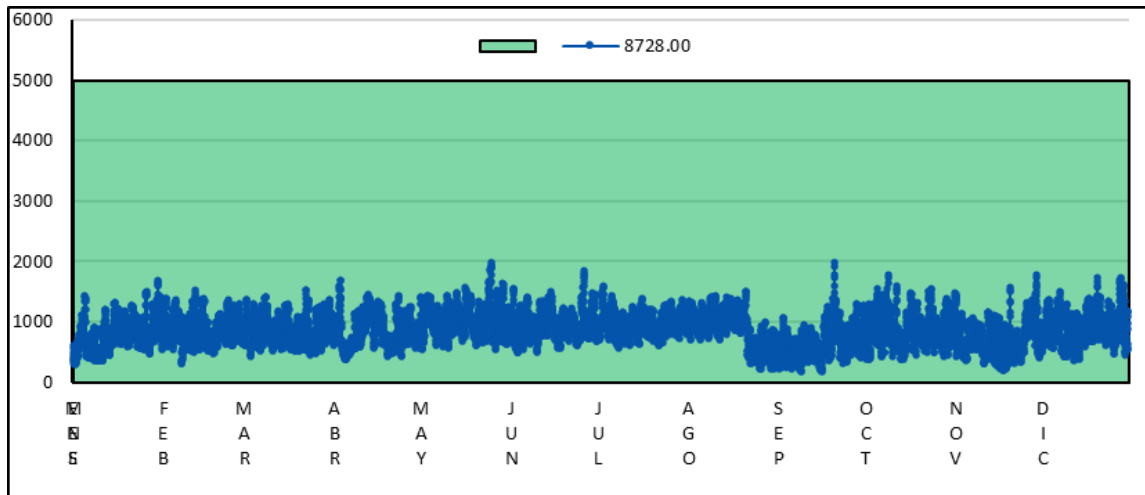


Figura 302 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

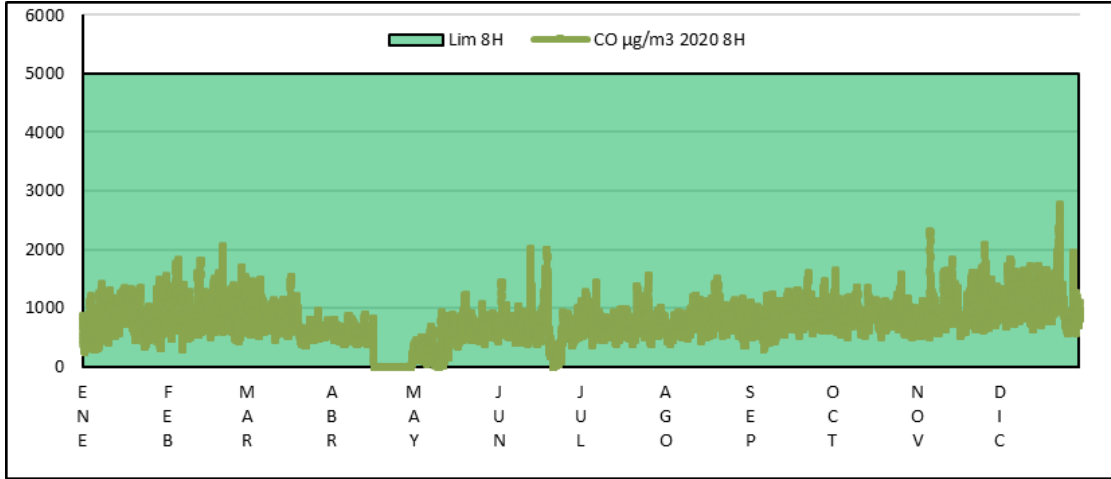


Figura 303 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

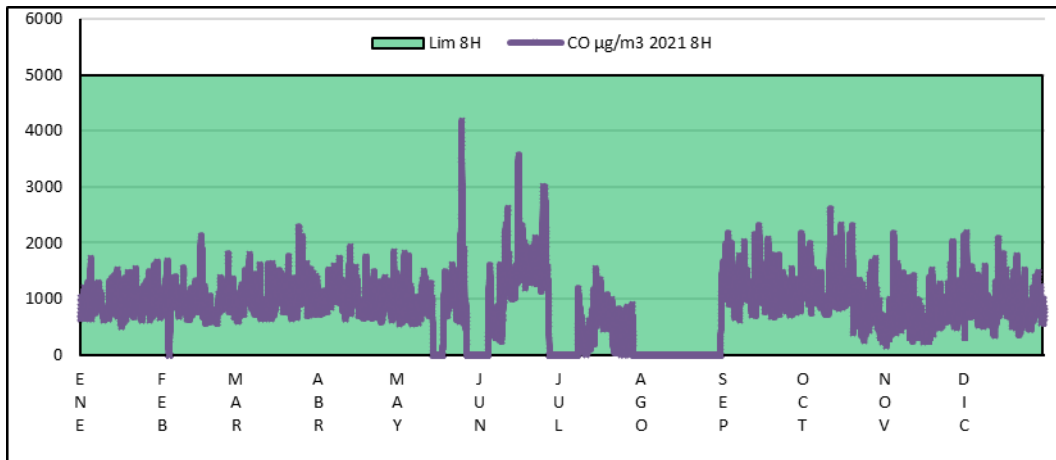


Figura 304 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas a 2021 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

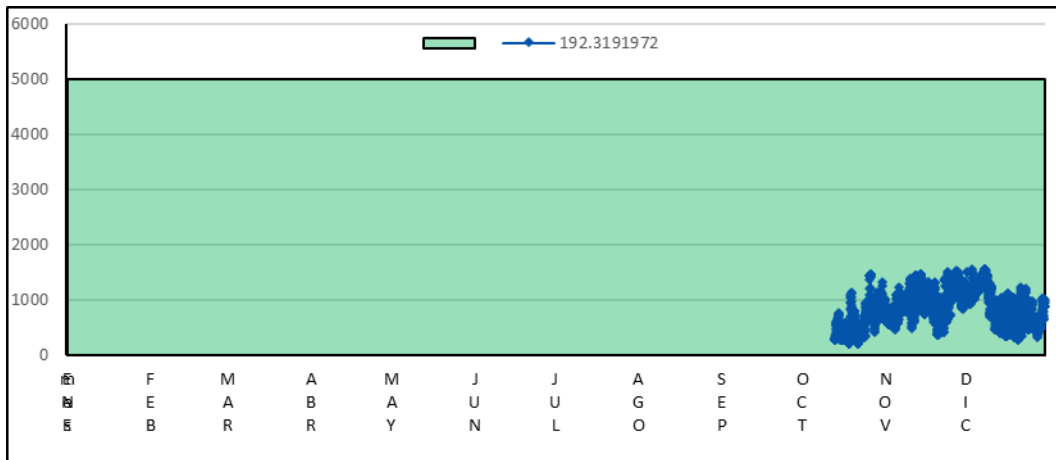


Figura 305 Concentración CO [µg/m³] Horaria 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

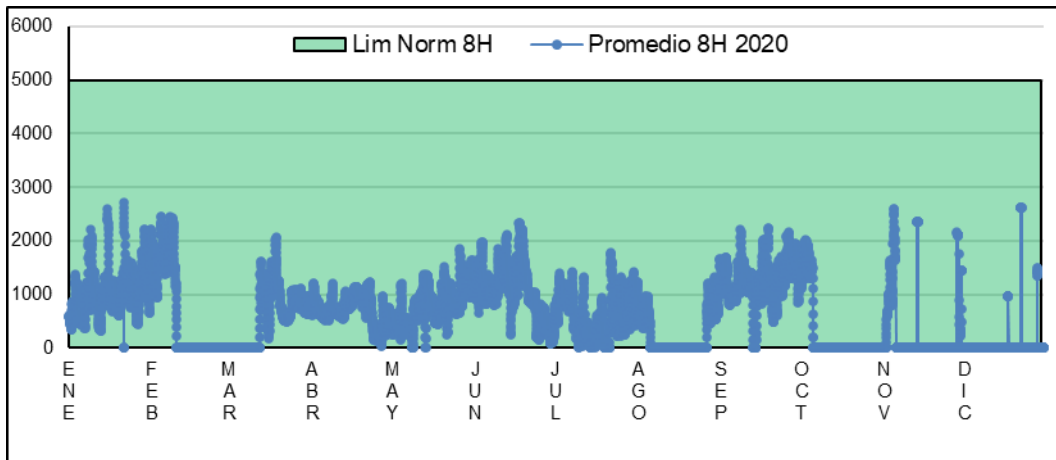


Figura 306 Concentración CO [µg/m³] Horaria 2020 Estación Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

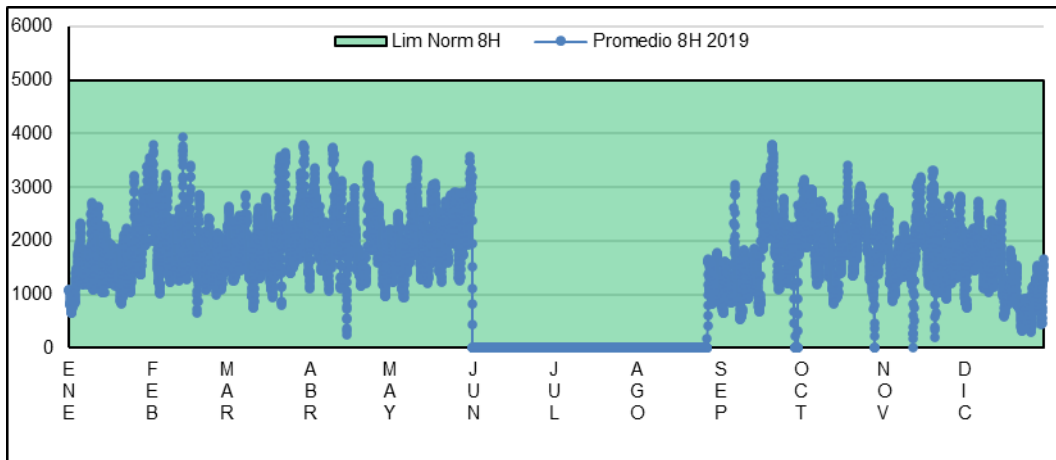


Figura 307 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Móvil Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

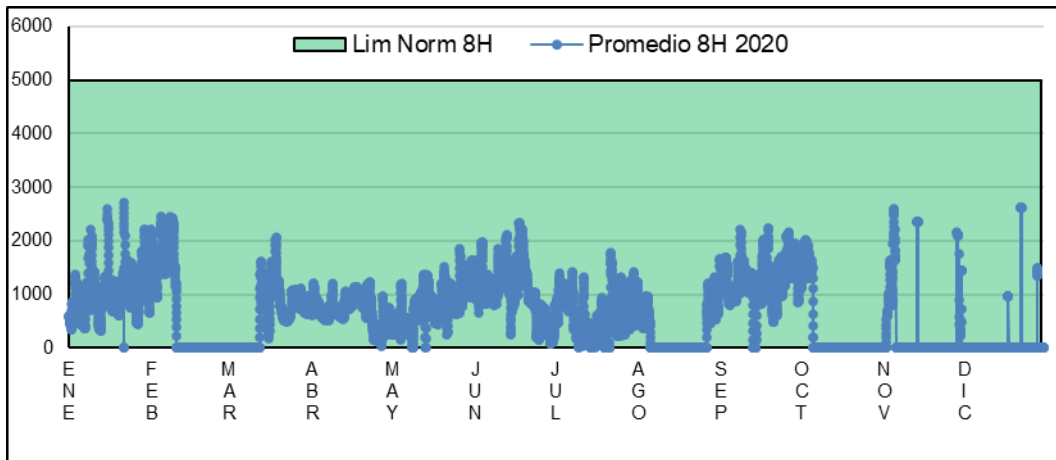


Figura 308 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Móvil Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

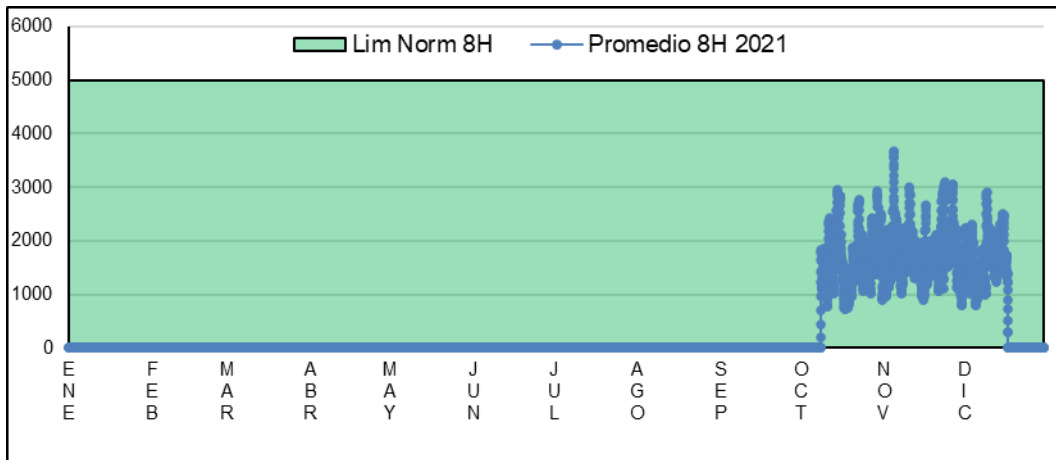


Figura 309 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Móvil  
Carrera 7ma

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

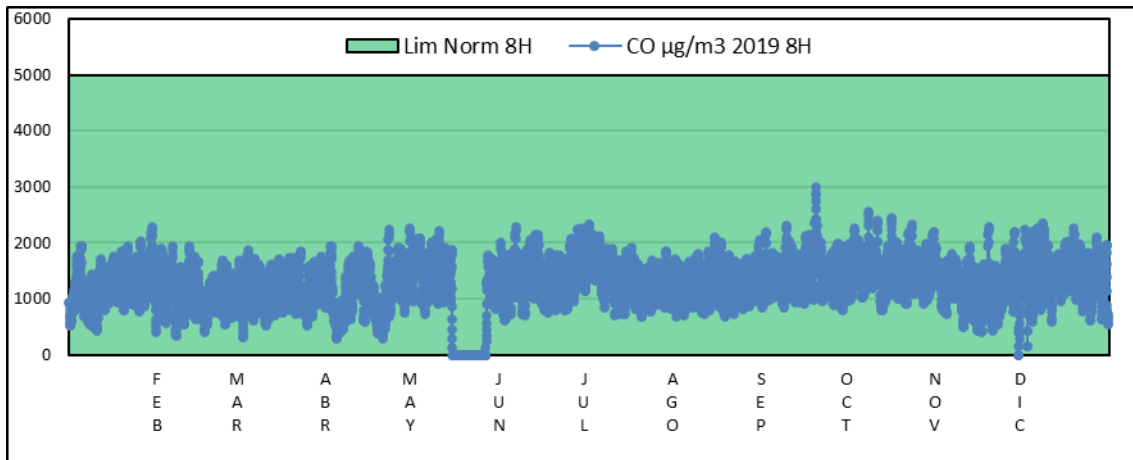


Figura 310 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Carvajal  
La Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

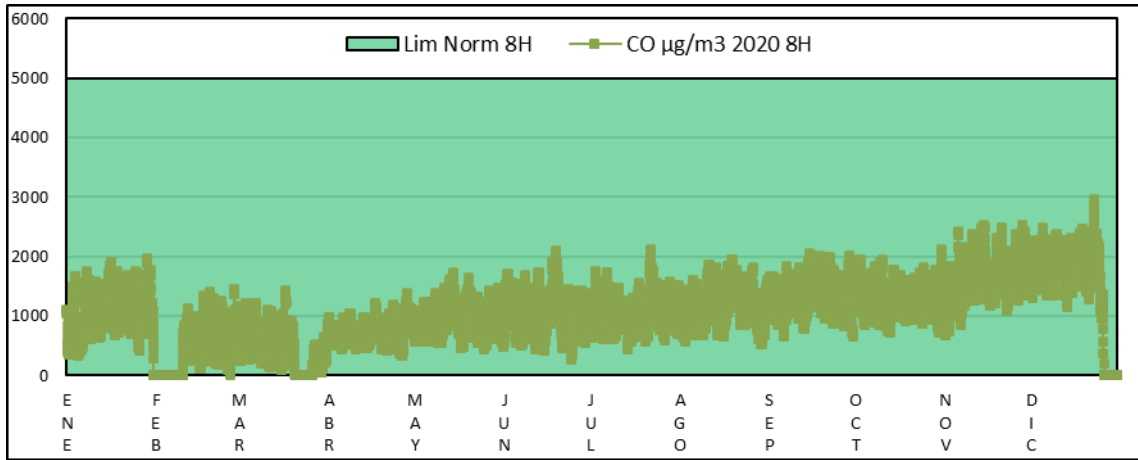


Figura 311 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Carvajal La Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

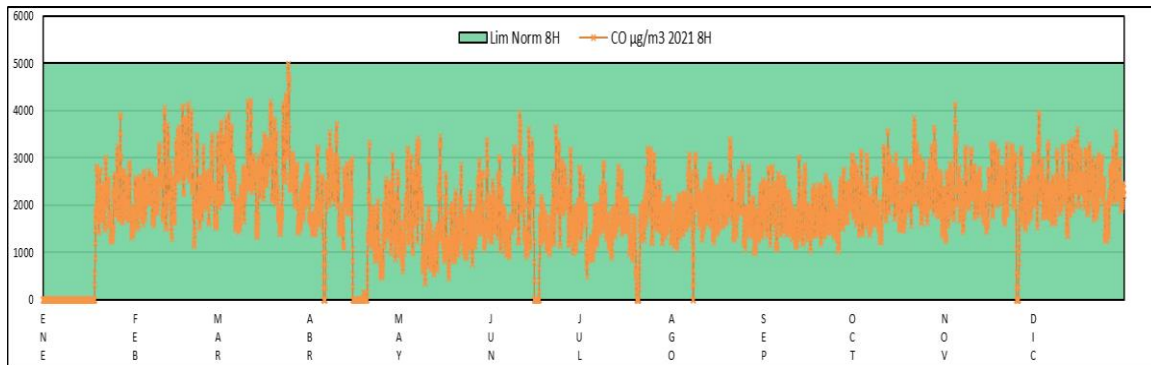


Figura 312 Concentración CO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Carvajal La Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.2.3.3.3.7 Ozono ( $\text{O}_3$ )

El Ozono consiste en la unión de tres átomos de oxígeno y se puede presentar en la capa baja de la atmósfera (Troposfera) y en la capa superior (Estratosfera) cumpliendo un papel más benéfico en la segunda. Cuando se encuentra en la parte baja es más probable que sea producto de la reacción química entre el aire y las emisiones de Óxidos de Nitrógeno e hidrocarburos. El resumen de los registros tomados por las estaciones Kennedy, Min Ambiente y Carvajal Sevillana se pueden observar en la Tabla 165, de manera gráfica las variaciones de las concentraciones octohorarias de 2019, 2020



y 2021 se pueden ver de la Figura 313 Figura 321. Lo más notable de estos datos son las 35 excedencias de la norma surgidas de la estación Kennedy, las cuales se dieron en su mayoría en el mes de enero y en el mes de marzo. Analizando el comportamiento mensual (presentado en las figuras) se puede ver que las concentraciones más bajas se dan entre los meses junio y julio en la estación Carvajal Sevillana. En general se nota un descenso de las concentraciones entre los meses de junio y julio y unos picos de concentraciones entre enero, febrero marzo y otro lapso en los meses de septiembre octubre.

Tabla 165 - Resumen de los registros de Ozono Troposférico de las estaciones de RMCAB

	Estación Kennedy			Estación Min Ambiente			Estación Carvajal Sevillana		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
<b>Promedio</b>	28.01	35.94	28.91	25.227	26.358	25.964	14.33	17.88	10.64
<b>Desviación Estándar</b>	16.11	21.32	17.62	17.375	16.791	14.349	10.35	12.60	11.02
<b>Datos Validados</b>	8285	8432	8033	8012	8025	8673	8753	7178	8753
<b>Mínimo</b>	0.01	0.05	0.17	0.15475	0.0115	0.0935	0	0.49175	0
<b>Máximo</b>	91.56	112.11	99.85	94.398	90.76	80.782	56.396	68.462	80.49075
<b>Sobrepasos Limite</b>	0	35	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

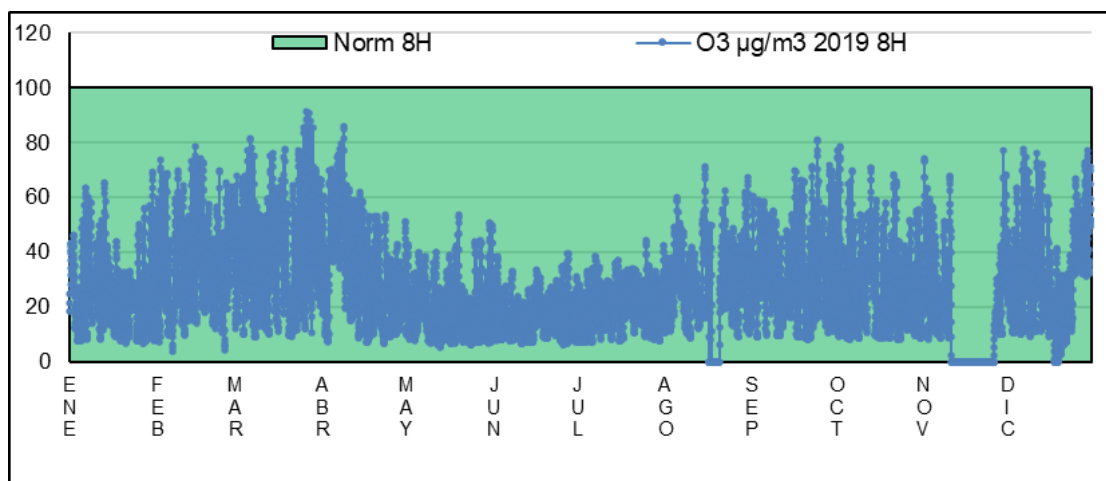


Figura 313 Concentración O3 [µg/m³] 8 Horas 2019 Estación  
Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

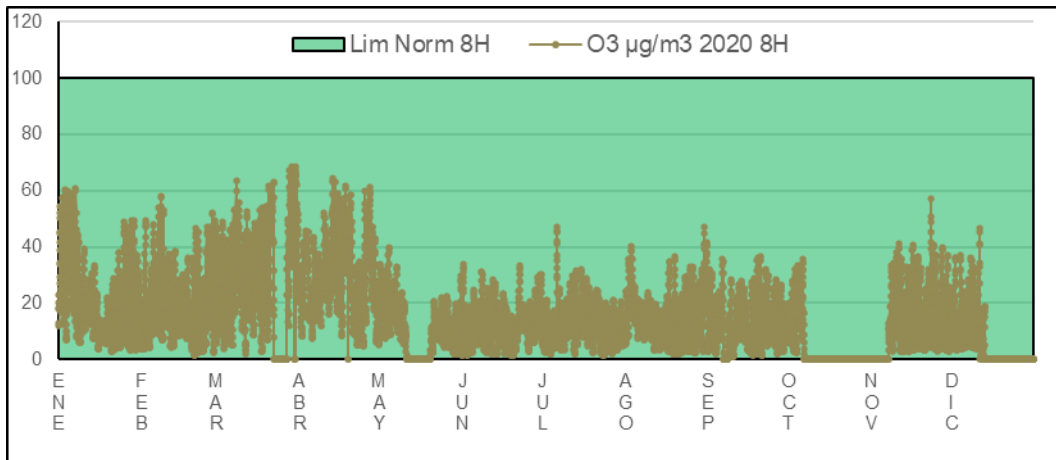


Figura 314 Concentración O3 [µg/m³] 1 Hora 2020 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

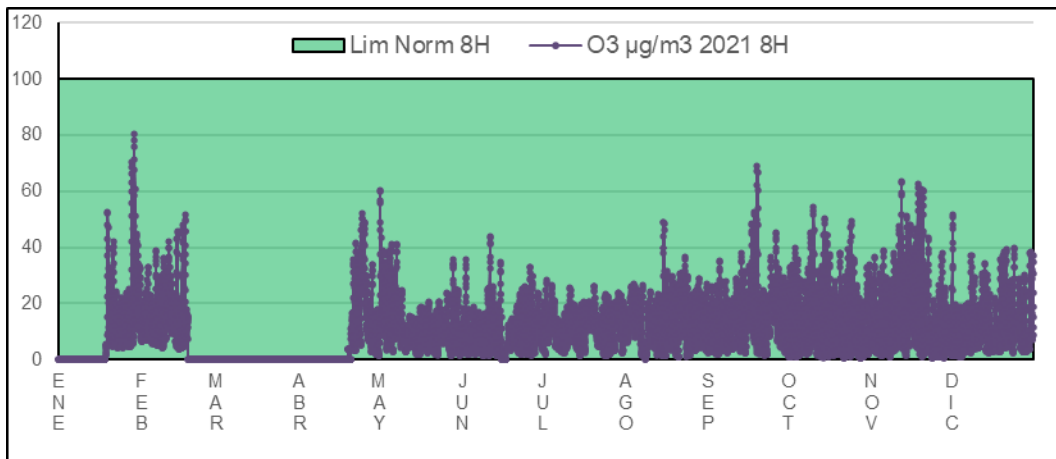


Figura 315 Concentración O3 [µg/m³] 8 Horas 2021 Estación Kennedy

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

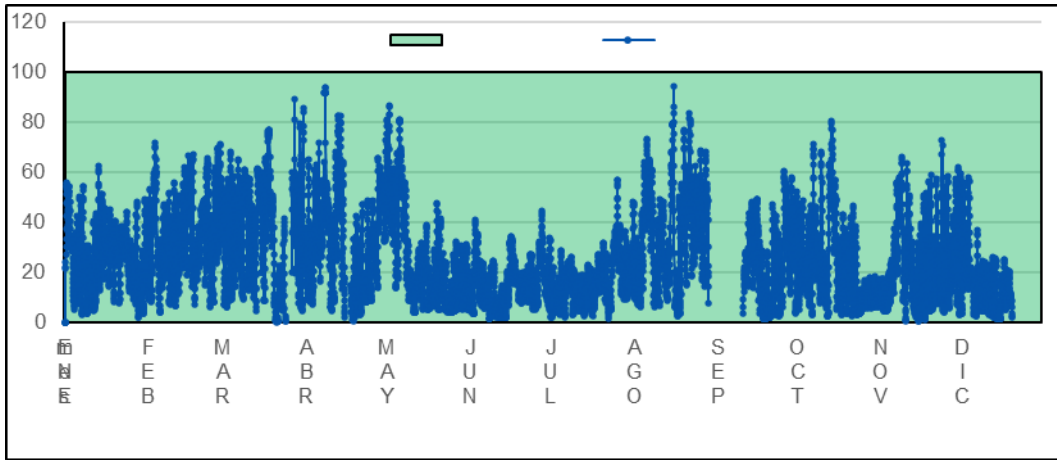


Figura 316 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación  
Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

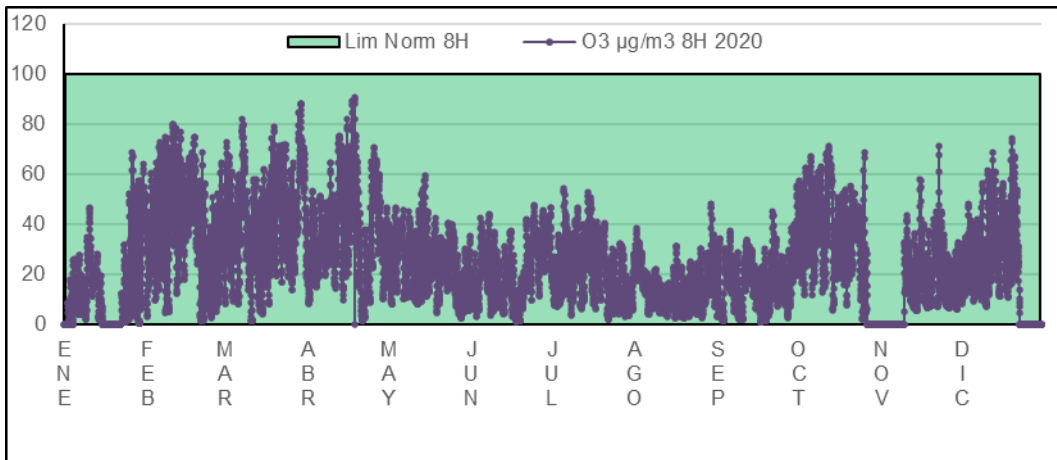


Figura 317 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación  
Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

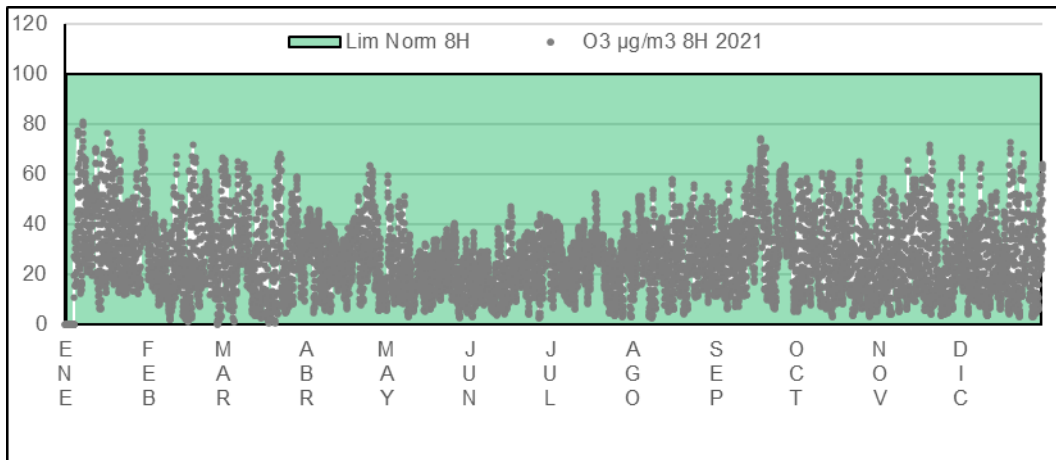


Figura 318 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación  
Ministerio Medio Ambiente

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

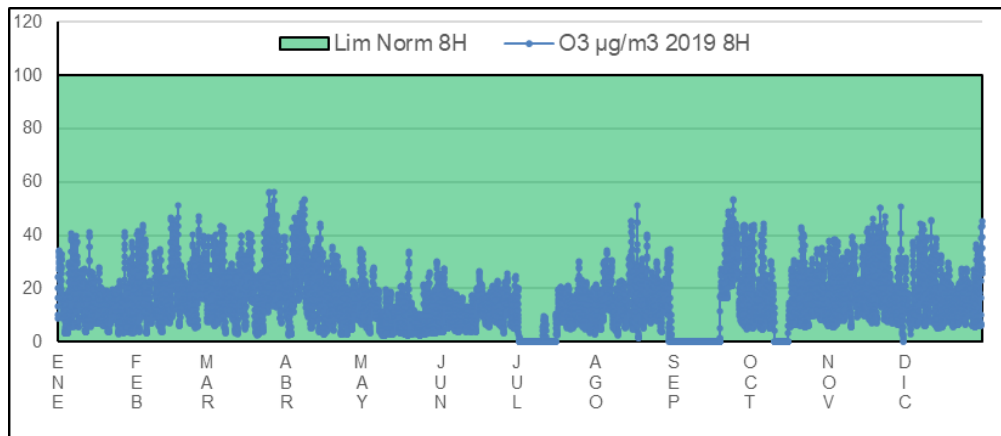


Figura 319 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2019 Estación Carvajal  
Sevillana

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

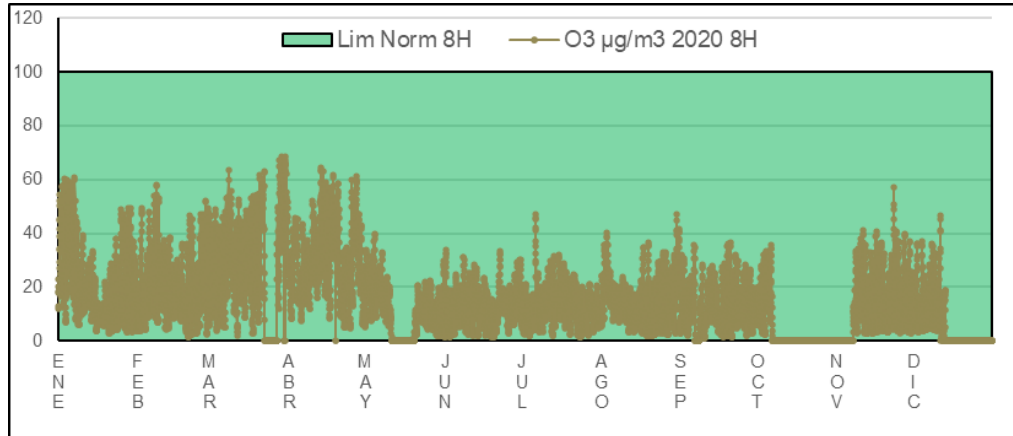


Figura 320 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2020 Estación Carvajal Sevillana

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

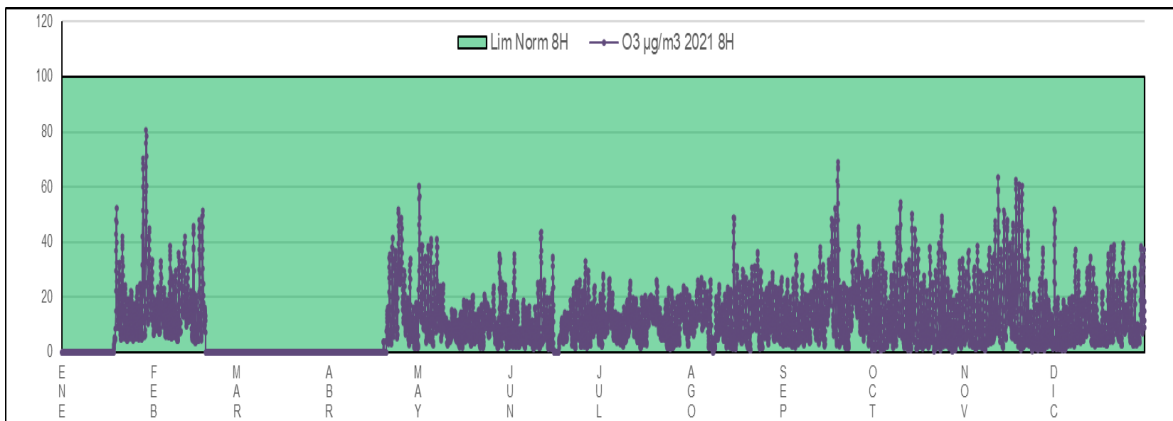


Figura 321 Concentración O3 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] 8 Horas 2021 Estación Carvajal Sevillana

Fuente: Elaborado con Información de la Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.4 Comparación de mediciones de RMCAB y EIAS ML1

En cuanto a la comparación de las concentraciones entre la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá, de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA y las estaciones de monitoreo que se instalaron para el Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea 1 del Metro Bogotá, se establecieron comparaciones para el material particulado PM10 el cual presentó más excedencias del límite normativo PM10 en el tiempo de exposición 24h de  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las comparaciones se realizaron en cuatro grupos de estaciones, el primer grupo de norte a sur de la ciudad está conformado por las estaciones Móvil Cra

7ª, M25 Chapinero y M26 en la Universidad de la Salle, este grupo se ubica en la sección nor-oriental de la zona de estudio del proyecto; un segundo grupo lo conforman las estaciones Min Ambiente, M23 Sagrado Corazón y M24 Marly, estas cubren la parte sur del costado oriental de la zona de estudio del proyecto. Seguidamente el grupo 3 conformado por las Kennedy, M5 Nueva Britalia y M7 Ciudadela Kennedy y en la parte más Sur Occidental del área de estudio las estaciones Carvajal Sevillana, M11 San Lucas y M6 IED Jacqueline.

En la figura siguiente en donde se puede observar el comportamiento de las concentraciones en los días de monitoreo de las estaciones de monitoreo de calidad de aire para el EIAS se puede notar unas variaciones más marcadas en las estaciones M25 y M26 comparadas a las que registró la estación de la SDA Móvil Cra 7ª en donde las concentraciones oscilaron entre  $14,7\mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $43,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Un punto de coincidencia en las tres estaciones es que en el día 30 de septiembre se presentaron los valores máximos Móvil Cra 7ª [ $43.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ ], M25 [ $63\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] y M26 [ $73.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] este último dato es el más cercano al límite permisible de PM10 24 horas de  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ :

A pesar de estar más lejos de una vía principal en comparación a las otras 2 estaciones, la estación M26 ubicada dentro de la Universidad de La Salle presentó el promedio más alto de los 18 días evaluados con  $43.73\mu\text{g}/\text{m}^3$  mientras que la estación con el promedio más bajo fue Móvil Carrera 7ª con  $29.18\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es curioso cuando se analiza que esta es la estación es las más cercana a una vía principal de la ciudad y con el promedio de concentración de PM10 más bajo de este grupo, en este caso esta estación se encuentra muy cercana a la carrera 7ª la cual representa una de las vías más importantes de la ciudad y a través de la cual se transporta buena cantidad de la población Bogotana al desplazarse diariamente en sentido sur norte o norte sur. El resumen de los resultados se puede ver en la Tabla 166.

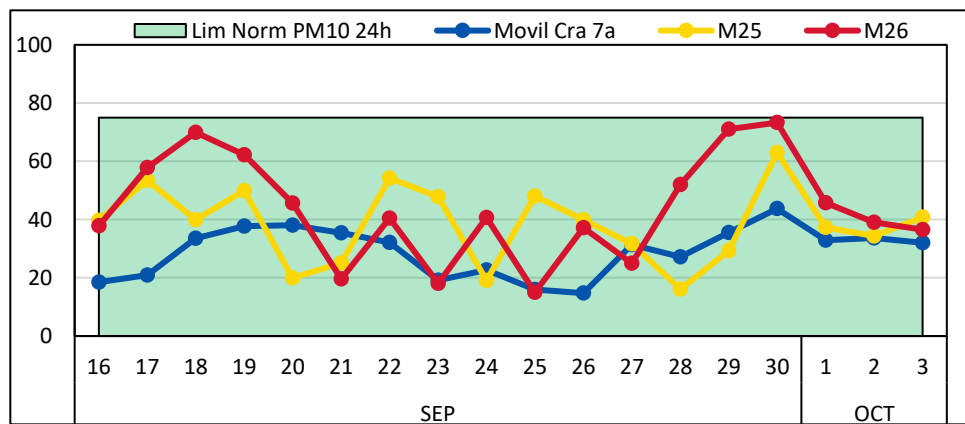


Figura 322 Comparación de Concentraciones PM10 24 horas Grupo1

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el segundo grupo de estaciones también se nota un comportamiento más suavizado de las concentraciones en la estación propiedad de la SDA (Min Ambiente) frente a las otras estaciones de monitoreo, en este caso el promedio más alto se calculó en la estación M24 Marly con  $37.36\mu\text{g}/\text{m}^3$  y por

el mismo orden le sigue la estación M23 Sagrado Corazón con  $32.96\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el promedio de la estación Min Ambiente fue de  $16.067\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentración más alta se presentó en M24 en el cuarto día de monitoreo (19 de septiembre) y la concentración más baja del grupo sucedió en la estación Min Ambiente con  $6.075\mu\text{g}/\text{m}^3$  el día 26 de septiembre, el cual fue el 11 día de monitoreo de calidad de aire del EIAS. En el último día de monitoreo las tres estaciones reportaron concentraciones muy cercanas como se puede ver en la Figura 322.

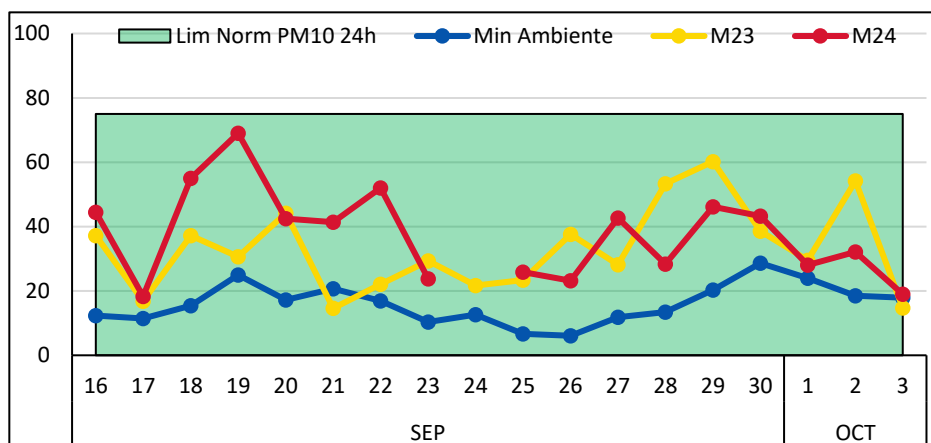


Figura 323 Comparación de Concentraciones PM10 24 horas Grupo2

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 166 - Resumen Datos Concentraciones PM10 24h Grupos de comparación 1 y 2

FECHA	Móvil Cra 7a	M25	M26	Min Ambiente	M23	M24	
SEP	16	18,48	39,7	37.8	12,36	37,2	44,5
	17	20,92	53,5	57.9	11,45	16,8	18,3
	18	33,51	39,9	69.9	15,43	37,2	55
	19	37,79	49,9	62.2	25,00	30,6	69
	20	38,07	19,9	45.6	17,18	44,2	42,5
	21	35,39	25,1	19.6	20,73	14,6	41,4
	22	32,10	54,2	40.5	16,91	22,1	52
	23	19,16	47,8	18.1	10,38	29,3	23,8
	24	22,71	19,1	40.7	12,61	21,7	
	25	15,99	48,1	15	6,64	23,4	25,9

FECHA	Móvil Cra 7a	M25	M26	Min Ambiente	M23	M24	
	26	14,72	39,9	37.2	6,08	37,6	23,2
	27	31,35	31,7	25	11,83	28,1	42,7
	28	27,19	16,1	52	13,40	53,3	28,3
	29	35,52	29,3	71	20,33	60,2	46,1
	30	43,73	63	73.3	28,63	38,6	43,3
<b>OCT</b>	1	32,95	37,3	45.8	23,93	29,5	28
	2	33,68	34,3	39	18,47	54,2	32,1
	3	32,02	40,8	36.5	17,87	14,7	19
<b>Cantidad</b>	18	18	18	18	18	17	
<b>Promedio</b>	29,181	38,31	43.73	16,067	32,96	37,36	
<b>Mínimo</b>	14,722	16,1	15	6,075	14,6	18,3	
<b>Máximo</b>	43,726	63	73.3	28,629	60,2	69	

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El grupo 3 de comparación se destacó por presentar sobrepasos del límite permisible en 10 ocasiones de las cuales 6 se reportaron en la estación M6 IED Jacqueline, la cual está ubicada en un punto sensible en el cual se concentra cientos de niños estudiantiles diariamente. La concentración más alta de PM10 de esta estación fue  $90.63\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la estación del SDA Carvajal que se destacó en el numeral anterior por presentar las mayores concentraciones de todos los contaminantes, sobrepasó en 4 ocasiones el límite permisible de  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la mayor concentración presentada en esta estación fue  $88.75\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; esta estación presentó el mayor promedio de las 3 estaciones con  $69.44\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por otra parte la estación M11 presentó el promedio más bajo con  $13.43\mu\text{g}/\text{m}^3$  con concentraciones significativamente más bajas, por ejemplo el registro máximo de esta estación fue  $38.17\mu\text{g}/\text{m}^3$  el cual es cerca de 1/3 del máximo presentado en M6 cerca de la carrera 68 con Av. 1 de Mayo, una intersección de 2 vías importantes de la ciudad de Bogotá con significativos flujos vehiculares. La traficación de estos datos se puede ver en la figura siguiente.



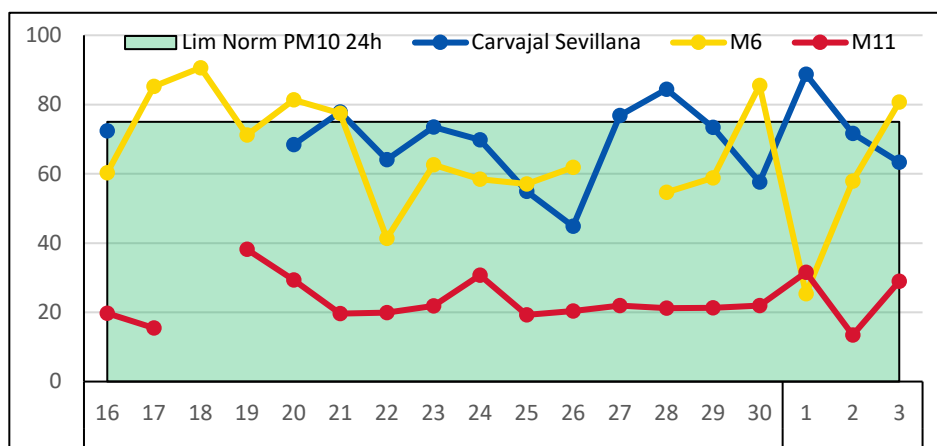


Figura 324 Comparación de Concentraciones PM10 24 horas Grupo3

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las concentraciones del grupo de comparación 4 no presentaron sobrepasos del límite permisible PM10 24 horas y la variación de las concentraciones de las 3 estaciones tienen un comportamiento muy parecido con picos entre el 2 y 5 día de monitoreo y con promedios de 44.46µg/m³ en la estación Kennedy, 31.43µg/m³ en M5 y de 41.72 en M7.

Tabla 167- Resumen de Datos de Concentraciones PM10 24h Grupos de comparación 3 y 4

FECHA	Carvajal Sevillana	M6	M11	Kennedy	M5	M7	
Septiembre	16	72,41	60,27	39,130	27,85	11,48	19,68
	17		85,19	37,154	44,54	34,11	15,45
	18		90,63	60,004	43,29	37,26	
	19		71,19	60,867	37,38	58,06	38,17
	20	68,45	81,34	51,413	32,03	61,28	29,33
	21	77,83	77,47	42,367	26,51	23,03	19,65
	22	64,04	41,37	49,054	22,53	24,65	19,86
	23	73,47	62,56	30,217	16,63	41,05	21,81
	24	69,83	58,45	39,488	38,25	34,64	30,69
	25	54,95	57,09	27,946	33,32	30,15	19,21
26	44,81	61,88	30,983	27,88	50,32	20,35	

FECHA		Carvajal Sevillana	M6	M11	Kennedy	M5	M7
	27	76,80		48,878	35,93	38,46	21,93
	28	84,37	54,64	47,396	29,03	43,23	21,23
	29	73,4	58,84	41,013		40,75	21,27
	30	57,62	85,53	32,783	24,41	55,99	21,89
<b>Octubre</b>	1	88,75	25,37	53,200		67,02	31,53
	2	71,625	57,91	60,513	31,83	53,66	13,43
	3	63,31	80,7	47,913		45,84	28,97
<b>Cont.</b>		<b>15</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>17</b>
<b>Prom</b>		<b>69,4492</b>	<b>65,32</b>	<b>44,462</b>	<b>31,43</b>	<b>41,72</b>	<b>23,2</b>
<b>Mín.</b>		<b>44,818</b>	<b>25,37</b>	<b>27,945</b>	<b>16,63</b>	<b>11,48</b>	<b>13,43</b>
<b>Máx.</b>		<b>88,75</b>	<b>90,63</b>	<b>60,866</b>	<b>44,54</b>	<b>67,02</b>	<b>38,17</b>
<b>Días Incumplimiento</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaborado con Información Secretaría Distrital de Ambiente Procesado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.4.1 Modelación de dispersión de contaminantes

A partir de la información de las fases de escenario sin proyecto, proyecto en construcción y proyecto en operación, se desarrolló inicialmente el inventario de estimaciones de las fuentes con información de campo y mediante el uso de factores de emisión, luego del inventario de emisiones se pasó continuó con el tratamiento de la información meteorológica con el software AERMET View el cual permitió la elaboración de las rosas de vientos a través del módulo WRPLOT, posteriormente se incluye la información de topografía disponible y finalmente se ejecuta para cada uno de los contaminantes analizados el modelo con AERMOD View y el procesamiento de los datos obtenidos luego de correr el modelo POST View considerando la normatividad ambiental vigente establecida por el Ministerio de Ambiente en la resolución 2254 de 2017, en la figura siguiente se visualiza abreviadamente la metodología general del proceso de modelación.

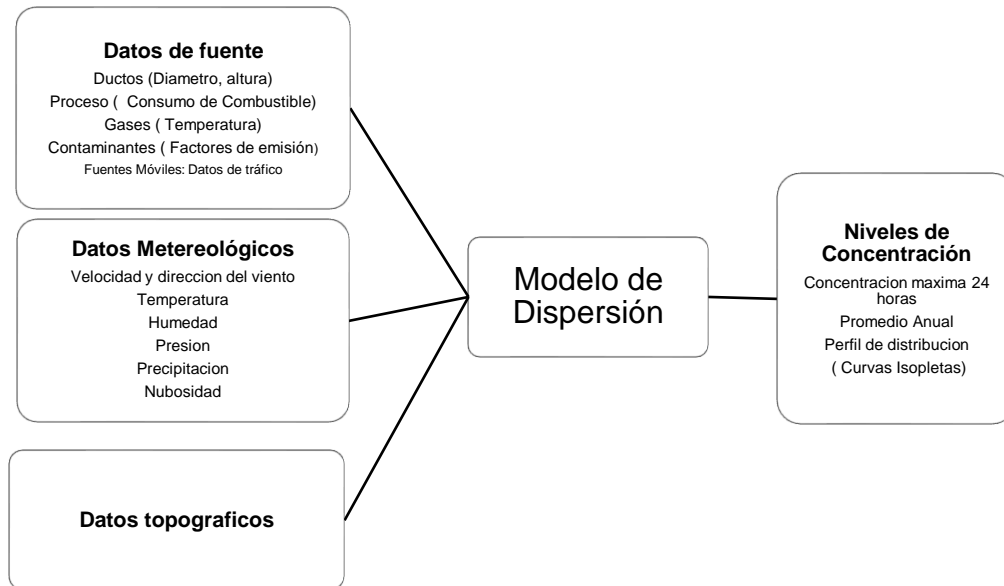


Figura 325 Metodología General de Modelación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

La metodología para la estimación de niveles de concentración de contaminantes con el modelo AERMOD de la EPA, el cual es el algoritmo que utiliza AERMET View, consta en general de seis pasos fundamentales:

- ▶ **Configuración:** Definición de los contaminantes a evaluar de acuerdo con el proceso productivo, descripción de los tiempos de trabajo de las fuentes de emisión, establecimiento de las salidas de las simulaciones a través de tablas de resultados y salidas gráficas.
- ▶ **Terreno:** Introducción de información de superficie en el dominio de interés, mediante el diseño de mallas de receptores cartesianos separados por una distancia de 100 m, identificación de receptores sensibles relacionados con centros poblados; esta información es alimentada al preprocesador de terreno AERMAP, el cual permite asignar a cada uno de ellos la elevación correspondiente y altura de escala necesaria para el cálculo de la pluma en el modelo, basado en un mapa de referencia de tipo .dem o geotiff; para el caso del proyecto la zona se considera como plana pues no tiene elevaciones relevantes que genere cambios importantes en la circulación de las masas de aire por lo tanto no se realiza procesamiento del terreno por AERMAP. Por otra parte, se identifican las coberturas vegetales, así como las áreas que ocupa cada una de ellas, para estimar los valores de rugosidad, albedo y relación de flujo calor sensible / latente, incluidos dentro de la estimación de parámetros de capa límite en AERMET.
- ▶ **Meteorología:** Para la descripción de la capa límite en la zona de estudio se utiliza información meteorológica horaria de modelos meteorológicos de mesoescala o regionales que permitan aproximar las características de la atmosfera en la zona mediante la definición de una estación meteorológica virtual que suministre la información requerida, por lo menos de 5 años consecutivos, posteriormente esta información meteorológica de superficie y de propiedades verticales de la atmosfera (radiosondeo), es procesada mediante el preprocesador AERMET,

junto con las características de superficie identificadas; para los periodos de mayores y menores lluvias, se calculan los parámetros descriptores de la capa límite de la zona de estudio en la cual se estimará la dispersión de los contaminantes en la atmósfera.

- ▶ **Emisiones:** se identifican las fuentes de emisión relevantes (bombas de fracturación, generadores de energía, unidades de hidratación y mezcladores), así como su ubicación y características de funcionamiento, con el fin de seleccionar el factor de emisión apropiado para la estimación de emisiones.
- ▶ **Ejecución:** una vez ingresada toda la información suministrada por las etapas anteriores, el modelo se ejecuta realizando los cálculos de nivel de concentración en cada punto receptor para cada hora de información meteorológica disponible, estos valores son agrupados y promediados en resolución, diaria o anual para su presentación en la modalidad seleccionada en la etapa de configuración.
- ▶ **Posprocesamiento:** Los resultados son presentados en forma de gráficos de isoconcentración para el área de interés sobre imágenes de terreno, utilizando superposición de imágenes, adicionalmente se tabulan los niveles de concentración para extraer los valores promedio.

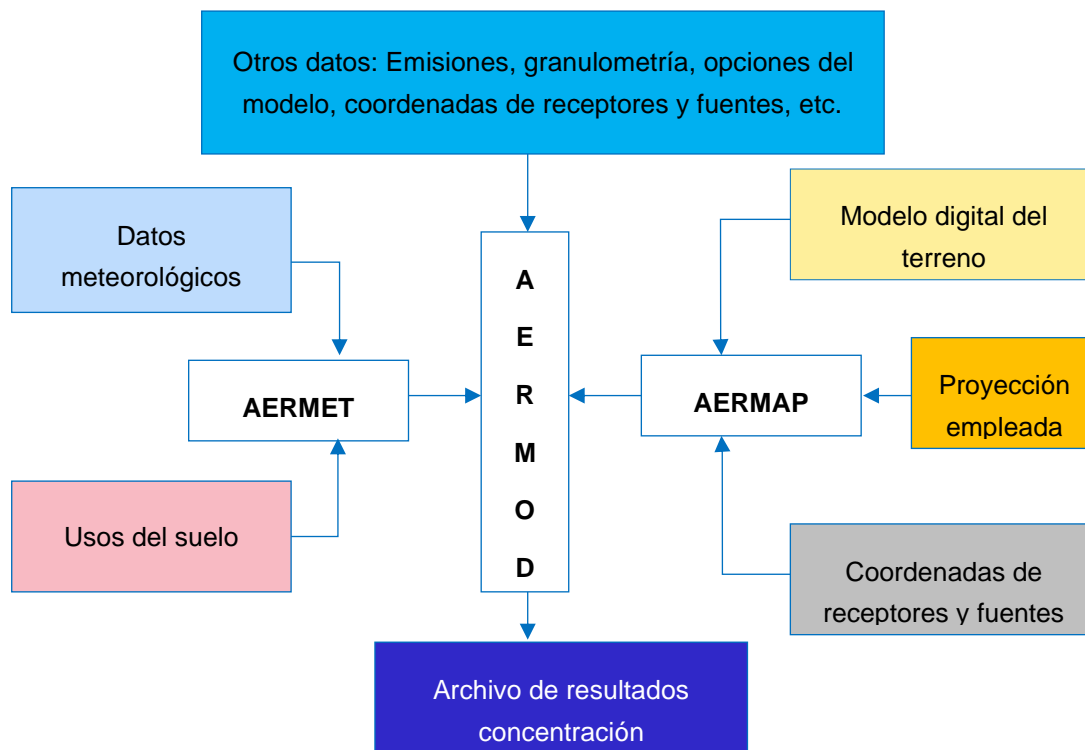


Figura 326 Metodología Específica para Modelación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.4.1.1 Receptores sensibles identificados

La descripción de los receptores sensibles identificados en el área de estudio del proyecto construcción de la primera línea del metro de Bogotá se relaciona en el capítulo 5.2.3.2.4- receptores sensibles.

#### 5.2.3.3.4.1.2 Datos de entrada y salida

En este capítulo se presenta cada uno de los datos y/o archivos introducidos en los diferentes módulos que componen el modelo meteorológico WRF y el modelo de dispersión de contaminantes en el aire AERMOD, así como los datos y/o archivos de salida de cada uno de ellos, los cuales se utilizaron en el modelo de dispersión implementado.

#### 5.2.3.3.4.1.3 Modelo WRF

Los principales componentes del sistema WRF se presentan en la siguiente figura. Existen dos solvers (programa que resuelve las ecuaciones) dinámicos en el sistema WRF: el Advanced Research WRF (ARW), desarrollado principalmente por el NCAR y el Nonhydrostatic Mesoscale Model (NMM), desarrollado por los NCEP. El WRF está compuesto por el solver dinámico, junto con los otros componentes del sistema compatibles con este solver usados para producir la simulación.

Este conjunto, por tanto, engloba la física, opciones dinámicas y numéricas, rutinas de inicialización y paquete de asimilación de datos.

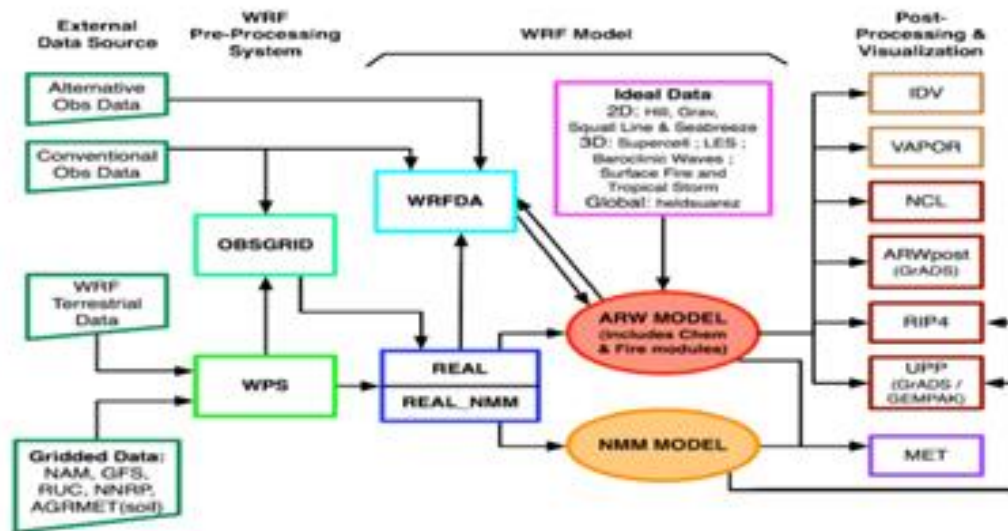


Figura 327 Procesamiento WRF

Fuente: WRF, Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.3.4.1.4 Datos de entrada

##### 5.2.3.3.4.1.4.1 Datos del terreno (topografía y usos del suelo)

Los datos del terreno incluyen la topografía, los usos del suelo y datos de arrastre por ondas de gravedad (GWD). Estos datos son necesarios para inicializar el módulo GEOGRID.

La cobertura del suelo y su alteración natural y antrópica juegan un rol importante en los patrones del clima, a escala global y en el ciclo biogeoquímico del sistema de la Tierra. Aunque los océanos son la

mayor fuerza motriz de la climatología de la Tierra, la superficie del terreno tiene un control considerable sobre los ciclos biogeoquímicos. En particular, variaciones en la topografía, albedo, cobertura vegetal y otras características físicas de la superficie de la Tierra generan variaciones en el tiempo y el clima, forzando los patrones de circulación atmosférica que son movidos por relaciones superficie-atmósfera y flujos de energía, y el momento de rotación de la Tierra.

Los usos del suelo son los materiales que componen la superficie de la tierra, estos incluyen hierba, asfalto, árboles, suelo descubierto, agua, etc. Hay dos métodos principales para capturar información sobre la cobertura del suelo: mediciones sobre este y sensores remotos (aviones y satélites). Por defecto, GEOGRID interpolará las categorías de usos del suelo a partir de datos de 24 categorías USGS; sin embargo, el usuario puede seleccionar un set alternativo de categorías del suelo basado en la clasificación MODIS del Programa Internacional Geósfera-Biósfera.

Por otro lado, también se tiene en cuenta en WRF el arrastre por ondas de gravedad (GWD), procesos a pequeña escala que no pueden ser resueltos completamente por modelos globales, ya que las escalas espaciales de estas ondas son demasiado pequeñas, comparadas con el tamaño de malla usado generalmente en los modelos globales. Aun siendo procesos no resueltos, los GWD juegan papeles importantes en la atmósfera real.

Todos los datos geográficos están disponibles (incluidos datos MODIS y GWD) en resoluciones de 10, 5 y 2 minutos y de 30 segundos, en la página web del modelo WRF.

#### 5.2.3.3.4.1.4.2 Datos atmosféricos de inicialización y condiciones laterales

Los datos atmosféricos de inicialización y condiciones laterales consisten en datos de salida de modelos globales que proporcionan estas condiciones (necesarias, al tratarse de una ejecución en un dominio de trabajo concreto). WPS admite un gran número de formatos de datos meteorológicos, incluso se pueden crear tablas de variables personalizadas, si los formatos no son estándar.

De manera general, existen dos fuentes de datos meteorológicos, los proporcionados por NCAR (Centro Nacional para la Investigación Atmosférica, por sus siglas en inglés) y los proporcionados por ECMWF.

#### 5.2.3.3.4.1.4.3 Datos de observaciones

El programa OBSGRID (módulo de análisis objetivo de WRF) lee las observaciones proporcionadas por el usuario en archivos de texto ASCII. Este formato es el mismo usado en el programa de análisis objetivo de MM5, llamado formato "little\_" (debido al nombre del programa). En la sección de soporte de datos de NCEP se pueden encontrar datos operacionales de observaciones en altura (upper-air) y en superficie (surface).

Los datos de NCEP ADP Global Upper Air Observational Weather Data se componen de reportes globales del tiempo en altura recogidos por los NCEP. Estos incluyen informes de radiosondas, globos pilotados (pibals) y avionetas del GTS (Global Telecommunications System), y datos de satélite del NESDIS (National Environmental Satellite Data and Information Service). Estos informes incluyen presión, altura geopotencial, temperatura del aire, dew point (punto de rocío), dirección y velocidad del

viento. Los datos están disponibles hasta a 20 niveles obligatorios desde 1.000 mb a 1 mb, más otros niveles de interés. El rango de intervalo de los informes va de horario a cada 12 horas.

Las variables registradas en los informes incluyen presión, temperatura del aire, dew point, velocidad y dirección del viento. El rango de intervalo de los informes va desde horario a cada 3 horas.

#### 5.2.3.3.4.1.5 Datos de salida

Una vez corrido el modelo, se obtienen en los diferentes puntos de la malla datos de:

- ▶ Velocidad del viento (VV)
- ▶ Dirección del viento (DV)
- ▶ Temperatura (T)
- ▶ Humedad relativa
- ▶ Presión
- ▶ Altura de nubes
- ▶ Cobertura de nubes

El conjunto de datos meteorológicos utilizados se presenta en formato SAMSON.

#### 5.2.3.3.5 Modelo AERMOD

En la siguiente figura se muestra el flujo de información en AERMOD. El sistema consiste en un programa principal (AERMOD) y dos preprocesadores (AERMET y AERMAP). El objetivo principal de AERMET es calcular los parámetros de la PBL (capa límite planetaria, por sus siglas en inglés), mientras que la INTERFACE meteorológica interna a AERMOD utiliza estos parámetros para generar los perfiles de las variables meteorológicas necesarias. Adicionalmente, AERMET pasa toda la información meteorológica a AERMOD.

A continuación, se detalla cada uno de los módulos de AERMOD utilizados para la modelación.

Para ejecutar el módulo AERMET son necesarios, como mínimo, datos superficiales (medidos o de modelo meteorológico) y datos en altura (medidos o de modelo meteorológico). También se pueden ingresar en el modelo datos on-site a distintas alturas.

Por otro lado, existe la posibilidad de ejecutar el módulo AERMET sin datos en altura, empleando una herramienta que incorpora la interfaz gráfica “upper air estimator” de la compañía Lakes Environmental Software (proveedor del modelo AERMOD), la cual no está incluida en los ejecutables de la US EPA. Mediante la herramienta “upper air estimator” se estiman los datos en altura, a partir de los datos superficiales, aunque siempre que se disponga de datos en altura es aconsejable su empleo, en lugar de dicha herramienta.

Además de los datos meteorológicos anteriormente citados, el módulo AERMET requiere datos de usos del suelo en el entorno de la torre meteorológica superficial seleccionada, como representativa (o en

caso de emplear datos de modelo meteorológico en el entorno del punto del que se seleccionan los datos).

A continuación, se detalla cada uno de los datos empleados en el módulo AERMET para obtener los archivos \*.SFC y \*.PFL necesarios, a fin de ejecutar el modelo AERMOD.

#### 5.2.3.3.5.1.1 Datos de entrada a AERMET

Datos superficiales: Los datos superficiales empleados en el módulo AERMET son datos horarios generados con el modelo meteorológico WRF.

- ▶ Velocidad del viento (VV)
- ▶ Dirección del viento (DV)
- ▶ Temperatura (T)
- ▶ Humedad relativa
- ▶ Presión
- ▶ Altura de nubes
- ▶ Cobertura de nubes

Los parámetros superficiales mínimos requeridos son: VV, DV, T y cobertura de nubes.

Por otro lado, hay que destacar que el modelo no precisa la estabilidad atmosférica como dato de entrada, puesto que AERMET (módulo meteorológico de AERMOD) la calcula a través de los parámetros internos L (longitud de Monim-Obukhov) y H (flujo de calor sensible). Los datos superficiales se han introducido en el módulo AERMET en formato SAMSON (ver carpeta).

Datos en altura: Se han empleado para ejecutar el módulo AERMET datos obtenidos mediante el modelo meteorológico WRF. Estos datos se han generado para distintas alturas o niveles (desde la superficie hasta más de 6.000 m de altura), a las 00:00 horas y a las 11:00 horas (GMT). Los parámetros incluidos en cada nivel son:

- ▶ Presión
- ▶ Altura del nivel
- ▶ Temperatura
- ▶ Humedad relativa
- ▶ Velocidad del viento
- ▶ Dirección del viento

AERMET requiere datos en altura en la mañana, para estimar la evolución horaria de la PBL a lo largo del día. Es preferible el sondeo de la mañana justo antes de la salida del sol, cuando empieza a crecer la PBL. AERMET sólo emplea los datos de los niveles hasta una altura de 5.000 m.



Usos del suelo: Por otro lado, también intervienen en la difusión de contaminantes una serie de parámetros superficiales representativos del tipo de uso del suelo del área de estudio considerada, estos son:

- ▶ Rugosidad superficial: La rugosidad superficial se calcula como la media geométrica ponderada con la inversa de la distancia de los valores de este parámetro para cada sector en que se divide un área de 1 km de radio, centrada en el punto donde se miden/modelan los datos meteorológicos a considerar en la modelización. Los sectores en los que se divide dicha área no puede ser inferiores a 30°.
- ▶ Ratio Bowen: El ratio Bowen se calcula como la media geométrica de los valores de este parámetro para cada celda contenida en un área de 50 km por 50 km, centrada en el punto donde se miden/modelan los datos meteorológicos a considerar en la modelización.
- ▶ Albedo: El albedo se calcula como la media aritmética de los valores de este parámetro para cada celda contenida en un área de 50 km por 50 km, centrada en el punto donde se miden/modelan los datos meteorológicos a considerar en la modelización.
- ▶ La determinación de los usos del suelo existentes se ha realizado en el entorno del punto para el cual se han generado los datos meteorológicos con el modelo WRF. Cada uso del suelo determina un valor de ratio Bowen, albedo y rugosidad superficial para cada una de las estaciones del año. Para caracterizar dichos parámetros se han seguido criterios establecidos en el documento AERSURFACE User's Guide. [4].

#### 5.2.3.3.5.1.1.1 Datos de salida AERMET

Una vez introducidos todos los datos anteriormente mencionados en el módulo AERMET, este se ejecuta y se obtienen los archivos de salida de este módulo, que contienen todos los parámetros meteorológicos necesarios para poder ejecutar el modelo AERMOD. Concretamente, se generan los archivos \*.SFC y \*.PFL (se adjuntan los archivos). Estos archivos contienen los siguientes parámetros:

Archivo SFC

- ▶ Flujo de calor sensible (W/m<sup>2</sup>)
- ▶ Velocidad de fricción superficial (m/s)
- ▶ Velocidad convectiva de escala (m/s)
- ▶ Gradiente vertical de temperatura sobre Zic (K/m)
- ▶ Altura convectiva - PBL (m)
- ▶ Altura mecánica - SBL (m)
- ▶ Longitud de Monin-Obukhov (m)
- ▶ Rugosidad superficial (m)
- ▶ Ratio Bowen
- ▶ Albedo
- ▶ Velocidad del viento (m/s)
- ▶ Dirección del viento (°)
- ▶ Altura de referencia para la velocidad y dirección del viento (m)

- ▶ Temperatura (K)
- ▶ Altura de referencia para la temperatura (m)
- ▶ Código para precipitación (0= nula, 11= líquida, 22= nieve, 99= sin dato)
- ▶ Cantidad de precipitación (mm/h)
- ▶ Humedad relativa (%)
- ▶ Presión (mb)
- ▶ Cobertura de nubes (décimas)

#### Archivo PFL

- ▶ Altura de la medida (m)
- ▶ Indicativo del nivel más alto/último (1= sí, 0= no)
- ▶ Dirección del viento del nivel (°)
- ▶ Velocidad del viento del nivel (m/s)
- ▶ Temperatura del nivel (° C)
- ▶ Fluctuaciones de la desviación estándar de la dirección del viento (°)
- ▶ Fluctuaciones de la desviación estándar de la velocidad del viento vertical (m/s)

#### 5.2.3.3.5.2 Modelo AERMAP

El preprocesador del terreno, módulo AERMAP, calcula una altura del terreno que sea representativa de su influencia sobre la dispersión de contaminantes,  $h_c$ , a la cual denomina altura de escala del terreno, se define para cada receptor y se emplea para calcular la altura de la línea de corriente divisoria que se definirá posteriormente.

Los datos del terreno que AERMAP necesita los obtiene de modelos de elevación digital del terreno. A partir de ellos el preprocesador puede también crear mallas de receptores, ya que la elevación de cada uno de ellos es asignada automáticamente mediante AERMAP. Para cada receptor, la información que AERMAP facilita a AERMOD es la siguiente:

- ▶ Situación de cada receptor ( $X_r$ ,  $Y_r$ )
- ▶ Altura de cada receptor sobre el nivel del mar ( $Z_r$ )
- ▶ Altura de escala del terreno, específica para cada receptor ( $h_c$ )

A continuación, se presentan los datos empleados para ejecutar el módulo AERMAP, y así obtener los datos de elevación del terreno. Concretamente, mediante el módulo AERMAP se generan los archivos \*.ROU y \*.SOU, que contienen la información de los receptores considerados y las fuentes, respectivamente.

##### 5.2.3.3.5.2.1 Datos de entrada al modelo AERMAP

Modelo digital de elevación del terreno: Para reproducir el efecto de la orografía del terreno en el comportamiento de la dispersión de emisiones, se utilizan las cotas sobre el nivel del mar de cada uno de los nudos receptores. El modelo digital de elevación del terreno empleado para reproducir el efecto de la orografía se adjunta en la carpeta.

Localización fuentes y receptores: Para ejecutar AERMAP y posteriormente AERMOD se ha empleado una malla, y adicionalmente se han dispuesto receptores discretos dentro de los cuales se encuentran

las estaciones de calidad del aire. Ahora bien, mediante la interfaz gráfica de AERMOD, se han introducido las coordenadas de los receptores discretos y se ha generado la malla de receptores. Asimismo, mediante la interfaz gráfica del modelo AERMOD se han introducido las coordenadas de cada una de las fuentes consideradas para los escenarios modelados.

Proyección empleada: Dentro del abanico de las proyecciones que permite emplear el modelo, para el presente estudio se ha seleccionado la proyección UTM 18 Norte y el Datum WGS84.

#### 5.2.3.3.5.2.2 *Datos de salida al módulo AERMAP*

Una vez ejecutado el módulo AERMAP, se generan los archivos \*.ROU y \*.SOU, que contienen la información de la elevación del terreno en receptores y fuentes, respectivamente.

Archivo \*.ROU contiene la siguiente información:

- ▶ 1.<sup>a</sup> columna: Indicador de receptor "RE"
- ▶ 2.<sup>a</sup> columna: Tipo receptor
- ▶ 3.<sup>a</sup> columna: Coordenada X
- ▶ 4.<sup>a</sup> columna: Coordenada Y
- ▶ 5.<sup>a</sup> columna: Elevación del terreno (m)
- ▶ 6.<sup>a</sup> Columna: Altura de colina (hc) (m)

Archivo \*.SOU contiene la siguiente información:

- ▶ 1.<sup>a</sup> columna: Indicador de fuente "SO"
- ▶ 2.<sup>a</sup> columna: Indicador de localización "LOCATION"
- ▶ 3.<sup>a</sup> columna: Nombre fuente
- ▶ 4.<sup>a</sup> columna: Tipo fuente
- ▶ 5.<sup>a</sup> columna: Coordenada X
- ▶ 6.<sup>a</sup> columna: Coordenada Y
- ▶ 7.<sup>a</sup> columna: Elevación del terreno (m)

#### 5.2.3.3.5.3 *Modulo AERMOD*

Una vez ejecutados los módulos AERMET y AERMAP, tenemos procesados los datos meteorológicos y del terreno necesarios para ejecutar el modelo AERMOD. Además de estos, es necesario introducir en el modelo AERMOD los siguientes datos:

Datos de las fuentes de emisión:

- ▶ Coordenadas
- ▶ Tasa de emisión, etc.
- ▶ Opciones del modelo a emplear

- ▶ Se ha seleccionado dispersión rural.
- ▶ Se han introducido las densidades y la granulometría característica del material particulado emitido por el proyecto.
- ▶ Se ha seleccionado la opción “dry depletion”.
- ▶ Tipo de datos de salida (\*.ADO y \*.PLT)
- ▶ Unidades de los datos de salida: Se ha seleccionado  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- ▶ Periodo para el que se calcula la contribución: Se ha seleccionado la media anual.

#### 5.2.3.3.5.3.1 Datos de entrada al modelo AERMOD

Los datos de salida de los preprocesadores AERMET y AERMAP, así como el resto de datos a introducir en el modelo, se agrupan en un archivo \*.ADI, que es el archivo de entrada del modelo AERMOD y contiene toda la información necesaria para la ejecución del modelo. Este (\*.ADI) es el archivo de configuración del modelo.

La información que contiene el archivo \*.ADI se agrupa de la siguiente manera:

- ▶ Opciones de ejecución del modelo
- ▶ Datos de fuentes
- ▶ Datos de receptores
- ▶ Datos de meteorología
- ▶ Datos de salida

#### 5.2.3.3.5.3.2 Datos de salida al modelo AERMOD

Una vez ejecutado el modelo AERMOD, se generan dos tipos de salida:

- ▶ Informe de la ejecución del modelo (\*.ADO): es un informe que contiene los datos de entrada al modelo (\*.ADI) y la información referente a la propia ejecución del modelo, como lo son advertencias, errores, etc. Este archivo indica si el modelo se ha ejecutado correctamente.
- ▶ Archivos de resultados (\*.PLT): Por otro lado, los archivos de resultados (\*.PLT) contienen los resultados de la ejecución del modelo. En este caso, se ha calculado la contribución ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a la media anual de PST y PM10, debido a las emisiones procedentes de las fuentes consideradas para cada uno de los escenarios en estudio. En el encabezado de los archivos aparece la información correspondiente a cada una de las columnas que componen el archivo.

#### 5.2.3.3.5.3.3 Meteorología

La meteorología empleada en el presente estudio corresponde a los datos meteorológicos generados con el modelo WRF adquirida por Lakes Environmental suministrados en tres puntos localizados

estratégicamente en el trazado del metro debido que la resolución espacial corresponde a 4km x 4km y no cubre la totalidad del proyecto.

Tabla 168 - Criterios ubicación estaciones WRF.

ID	MET2220068	MET2220069	MET2220070
<b>Locación</b>	Sector Sur	Sector Centro	Sector Norte
<b>Empresa</b>	Consortio Ambiental Metro Bogotá L1	Consortio Ambiental Metro Bogotá L1	Consortio Ambiental Metro Bogotá L1
<b>Formato</b>	AERMET-Ready WRF-MMIF (Onsite & Upper Air Met Data) AERMOD-Ready WRF-MMIF (SFC & PFL Met Data)	AERMET-Ready WRF-MMIF (Onsite & Upper Air Met Data) AERMOD-Ready WRF-MMIF (SFC & PFL Met Data)	AERMET-Ready WRF-MMIF (Onsite & Upper Air Met Data) AERMOD-Ready WRF-MMIF (SFC & PFL Met Data)
<b>Periodo</b>	Jan 01, 2021 hour 00 - Dec 31, 2021 hour 23	Jan 01, 2021 hour 00 - Dec 31, 2021 hour 23	Jan 01, 2021 hour 00 - Dec 31, 2021 hour 23
<b>Coordenadas</b>	Lat.: 4.632556 N – Long.: 74.17358 W	Lat.: 4.599431 N – Long.: 74.11227 W	Lat.: 4.646658 N – Long.: 74.06499 W
<b>Datum</b>	WGS 84	WGS 84	WGS 84
<b>UTM Zone</b>	18	18	18
<b>Elevación</b>	2537.67 m	2544.39 m	2660.6 m
<b>WRF Grid Cell</b>	4 km x 4 km	4 km x 4 km	4 km x 4 km
<b>Ciudad</b>	Bogotá - Colombia	Bogotá - Colombia	Bogotá - Colombia

Fuente: Consortio Ambiental Metro Línea 1, 2022

Se verificaron los datos meteorológicos utilizados en la implementación del modelo los cuales han sido divididos en tres sectores para aumentar la representatividad de las características meteorológicas locales.

#### 5.2.3.3.5.3.4 Topografía

El efecto de la topografía del área en el comportamiento de la dispersión de emisiones se analizó para el área del proyecto, utilizando el diseño minero y en los alrededores una resolución de 30 m. La elevación del área de estudio oscila entre 1.735 y 3660 m s.n.m., tal como se ilustra en la siguiente figura.

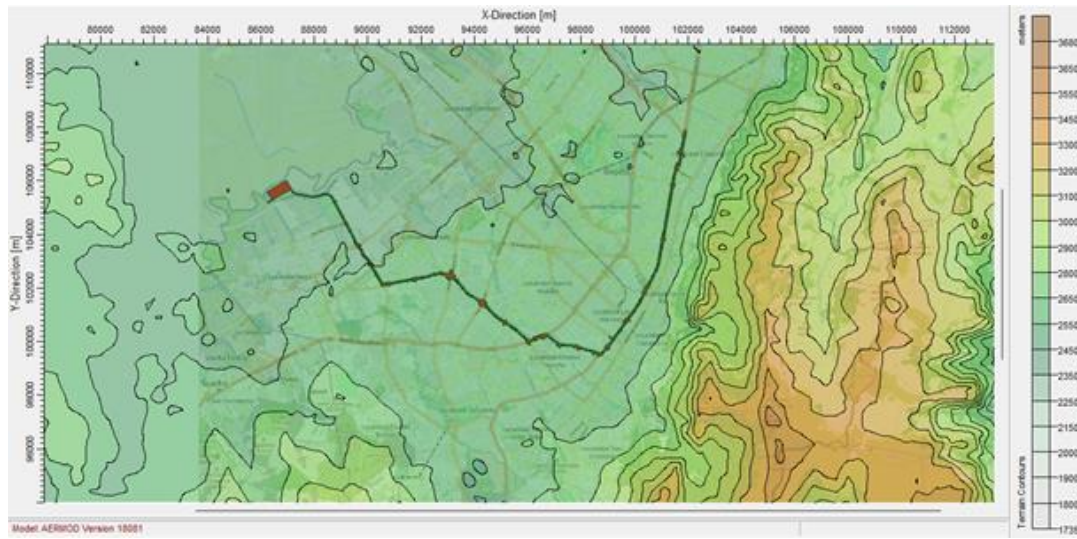


Figura 328 Condiciones topográficas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

#### 5.2.3.3.5.3.5 Mallado

La definición del área de modelado se desarrolló con dos mallados para establecer una cobertura espacial significativa en el área del proyecto, se relacionan de la siguiente forma:

- ▶ La malla de detalle tiene dimensiones de 19500 m en dirección norte-sur y 19500 m en dirección este-oeste; el punto central de la malla empleada tiene como coordenadas 93772,91 E y 103630,62 N\*. La resolución de la cuadrícula corresponde a 40 x 50 segmentos con distancias de 500 m en el eje x y 500 m en el eje y.

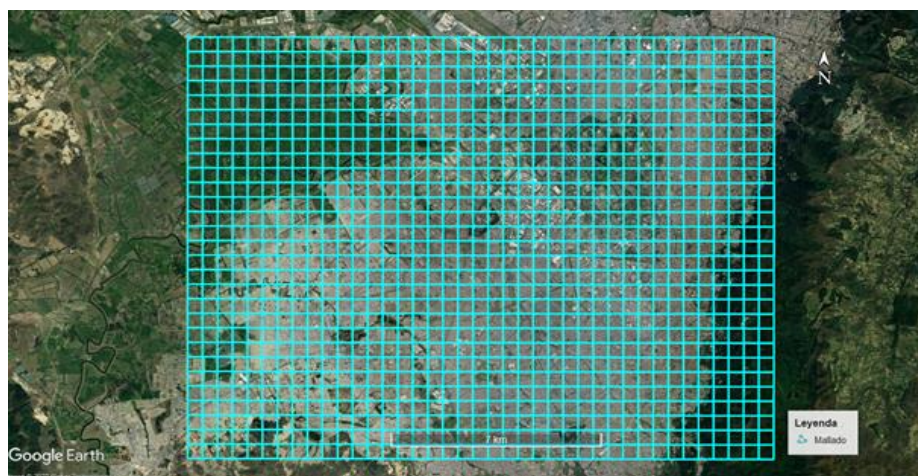


Figura 329 Mallado detallado

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

- ▶ La malla superior tiene dimensiones de 42000 m en dirección norte-sur y 42000 m en dirección este-oeste; el punto central de la malla empleada tiene como coordenadas 93818,48 E y 102695,07 N\*. La resolución de la cuadrícula corresponde a 7 x 7 segmentos con distancias de 42000 m en el eje x y 42000 m en el eje y.

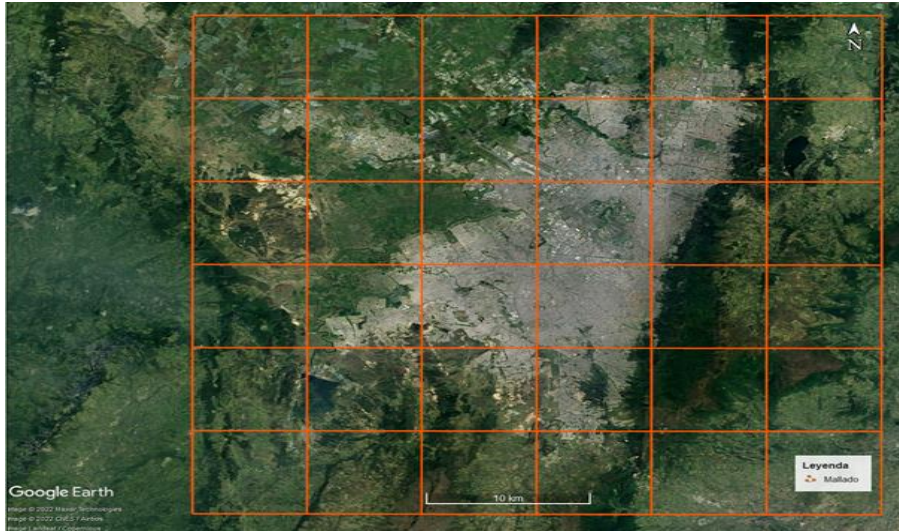


Figura 330 Mallado superior

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

#### 5.2.3.3.5.3.6 Incertidumbre

El grado de incertidumbre de un modelo ayuda a la interpretación correcta de sus resultados, los factores que afectan en mayor grado la precisión de los modelos son principalmente la calidad de los datos de entrada. A continuación, se listan una serie de características que aumentan la incertidumbre de los modelos de dispersión teniendo presente de entrada que los modelos son una idealización de la realidad,

Un modelo de dispersión maneja una serie de variables, de las cuales algunas pueden ser medidas, tales como las variables meteorológicas (velocidad y dirección del viento, temperatura, nubosidad, etc) y emisiones de fuentes fijas. Asimismo, existen otras variables que no se pueden medir, sino que se realiza estimación por métodos indirectos, tales son las emisiones fugitivas (transferencias, cargue, descargue de material) y detalles de flujo atmosférico.

El uso de factores de emisión para emisiones fugitivas genera niveles de incertidumbre ya que no son propiamente medidas, por tanto, los valores deben ser considerados y tomados de un modo semicuantitativo.

Los modelos son más fiables para medir concentraciones promedio a largo plazo que para estimar concentraciones a corto plazo en un punto específico, esto es consecuencia que los modelos son más restrictivos a medida que el lapso es menor.

De acuerdo con las anteriores precisiones, los resultados presentados deben ser leídos en sus capacidades reales, entonces las predicciones dan un orden de magnitud probable y sólo en esas

dimensiones puede ser interpretado, por ello es por lo que la evaluación del impacto se realiza con el periodo de tiempo que ofrece menor incertidumbre, es decir anual.

#### 5.2.3.3.5.4 Primer escenario: línea base, sin proyecto

Una vez se incluya la información de tasas de emisión de las fuentes involucradas en el escenario sin proyecto, procesada la información meteorológica modelada, la información de topografía del área de estudio y se delimitó el área de modelación, se realiza la corrida del modelo.

A partir de los resultados se generó una serie análisis en los cuales se destaca la identificación de las concentraciones máximas posibles que se pueden generar por las emisiones de las fuentes sin proyecto, los aportes a concentraciones de contaminantes criterios sobre puntos en los cuales se localizaron las estaciones de calidad de aire instaladas para el monitoreo, las cuales fueron analizadas en la línea base atmosférica del presente estudio y por último los análisis de distribución espacial de las concentraciones de contaminantes evaluados; de esta manera, a continuación se abordan estos análisis. El modelo se corre bajo el supuesto que todas las fuentes funcionando y liberando contaminantes al mismo tiempo.

De los resultados generados en el ejercicio de modelación se extrajo las concentraciones máximas posibles que pueden generar las fuentes que se encuentran en el ítem 5.2.3.2 estas concentraciones se exponen en la Tabla 169, allí se discriminan por contaminantes y tiempos de exposición y se comparan frente al cumplimiento de los límites permisibles expuestos en la resolución 2254 de 2017. Los contaminantes presentados fueron los analizados para este escenario y dependieron de la información de emisión entregada por la Secretaría de Ambiente Distrital de Bogotá. En la tabla se resalta un sobrepaso de las concentraciones de SO<sub>2</sub> para los tiempos de exposición 24horas y 1 hora y para NO<sub>2</sub> en los tiempos de exposición anual y 1 hora. Las posibles causas es la combustión de gas natural el cual puede llegar a elevar las concentraciones de NO<sub>2</sub> en el aire, es de recordar que el 87.9% de las fuentes modeladas, usan gas natural para su funcionamiento y el 5% utilizan Diesel, el cual contiene azufre que puede aportar a las concentraciones de SO<sub>2</sub>.

Tabla 169 – Resultados concentraciones máximas - escenario actual.

Contaminante	Concentración máxima	Límite permisible		
EA_PM10_24H	67,00	75,000	Cumple	---
EA_PM10_ANUAL	42,39	50,000	Cumple	---
EA_NO2_1H	1480,21	200,000	No cumple	-640,1%
EA_NO2_ANUAL	318,01	60,000	No cumple	-430,0%
EA_SO2_1H	486,44	100,000	No cumple	-386,4%
EA_SO2_24H	80,46	50,000	No cumple	-60,9%



Contaminante	Concentración máxima	Límite permisible		
		Valor	Cumplimiento	Diferencia
EA_CO_1H	16181,10	35000,000	Cumple	---
EA_CO_8H	8853,67	5000,000	No cumple	-77,1%
EA_COV_24H	1008,43	---	Cumple	---
EA_COV_ANUAL	674,87	---	Cumple	---

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

Los aportes que se presentan a continuación representan la adición a la concentración de un contaminante del aire en un punto específico por causa de las fuentes modeladas los aportes se presentan en la siguiente tabla se especifican para las estaciones de monitoreo de calidad de aire.

El análisis espacial de las concentraciones resultantes por las emisiones de las fuentes involucradas en el escenario Actual o Sin Proyecto se pueden consultar en la siguiente tabla, cada figura representa un contaminante en un tiempo de exposición. En general las concentraciones máximas que sobrepasan los límites normativos corresponden a los Dióxidos de Nitrógeno en los tiempos de exposición 1 hora y Anual y Dióxidos de Azufre en los tiempos de exposición 1 hora y 24horas. La mayor concentración de  $\text{NO}_2$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] según el modelo, puede presentarse cerca de la calle 37sur con carrera 51 en inmediaciones de la zona residencial del barrio Santa Rita entre la Av. 1 de Mayo y la Autopista Sur y la Av. Cra 68 y la carrera 50 la mayor concentración en el tiempo de exposición de 1 hora [ $749\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] se podría presentar en el mismo punto. Por otra parte, la mayor concentración de  $\text{SO}_2$  [ $80.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ] en el tiempo de exposición 24H se podría generar cerca de la carrera 24 con calle 77 en una zona caracterizada por alternar el uso residencial, comercial e industrial; para el tiempo de exposición 1Hora la máxima concentración [ $486.38\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] también se puede presentar en el mismo sitio, también se puede generar un foco de alta concentración para este tiempo de exposición cerca de la intersección de la Calle 38A sur con Carrera 72m a 1Km aproximadamente del Hospital de Kennedy. En general todos los contaminantes en todos los tiempos de exposición tienen una clara tendencia de acumularse de manera preferente cerca del sector de los Héroes en la Calle 80 con Autopista Norte, lo que convierte a este punto y sus cercanías en un área de alta contaminación. Otra zona de mayor concentración de contaminantes es la cercana a la autopista sur cerca del sector del Matatigres, en donde se localiza el cementerio del Sur, el Material Particulado y los Compuestos Orgánicos Volátiles tienden a acumularse en este sector que se caracteriza por su carácter de uso comercial y residencial.

Tabla 170 – Resultados aportes a concentraciones [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] escenario actual

Fuente	ID	PM10 24H	PM10 ANUAL	NO2 1H	NO2 ANUAL	SO2 1H	SO2 24H	CO 1H	CO 8H	COV 24H	COV ANUAL
Estudio de calidad de aire	CA1	25,025	24,687	56,653	27,873	0,899	0,196	829,584	688,265	9,111	3,678
	CA2	25,527	24,891	99,519	31,476	1,290	0,271	1010,859	771,742	18,819	7,982
	CA3	25,655	25,050	196,599	43,845	1,533	0,347	951,135	752,490	19,292	9,118
	CA4	32,453	30,080	409,728	106,625	4,042	1,215	3865,972	2106,642	234,607	161,076
	CA5	28,043	26,494	309,968	56,321	5,565	0,827	2940,057	1572,706	105,130	56,077
	CA6	26,185	25,402	125,354	38,386	4,126	0,526	1370,619	974,743	41,076	22,324
	CA7	30,470	28,409	398,562	86,112	5,770	1,424	3747,368	1915,201	179,747	113,461
	CA8	29,095	27,261	288,187	63,390	10,875	1,750	2725,129	1444,895	115,335	65,044
	CA9	28,945	26,701	295,656	54,502	10,117	2,665	2688,389	1447,237	90,363	47,033
	CA10	32,423	29,421	575,985	102,632	12,226	2,949	4708,653	2256,719	189,880	116,346
	CA11	27,828	26,637	243,543	55,997	5,217	1,208	2299,805	1378,333	76,084	43,648
	CA12	41,105	35,455	1411,412	252,819	16,362	4,222	12115,964	6356,077	497,463	318,054
	CA13	26,726	26,025	184,087	51,763	2,420	0,606	1843,489	1109,575	55,772	37,871
	CA14	33,132	30,184	916,398	159,257	10,408	2,438	7788,725	3737,327	245,162	153,781
	CA15	27,333	26,138	228,707	52,932	3,376	0,787	2131,712	1270,495	77,498	41,384
	CA16	50,144	40,810	1427,261	303,487	16,151	5,435	12938,364	6618,290	873,200	523,015
	CA17	30,986	28,623	485,637	92,508	7,515	1,628	4916,854	2209,754	219,392	128,090
	CA18	27,786	25,921	245,382	43,810	4,494	0,675	2423,293	1208,493	58,763	31,857
	CA19	30,911	29,056	363,706	98,706	6,020	1,644	3984,551	2264,469	232,888	152,281
	CA20	32,538	29,432	434,560	96,506	6,999	1,515	4539,642	2572,507	250,357	158,554

Fuente	ID	PM10 24H	PM10 ANUAL	NO2 1H	NO2 ANUAL	SO2 1H	SO2 24H	CO 1H	CO 8H	COV 24H	COV ANUAL
	CA21	26,743	26,010	146,343	49,288	8,542	0,991	1846,736	1217,546	79,483	48,783
	CA22	28,834	27,342	301,836	70,790	9,846	1,332	3412,562	1941,656	145,422	96,755
	CA23	26,980	26,135	162,621	49,897	10,275	1,362	2100,956	1325,943	91,449	54,096
	CA24	28,300	27,179	232,291	59,852	19,567	2,403	2898,211	1625,901	129,544	88,297
	CA25	27,812	26,542	195,594	51,476	22,856	3,020	2461,158	1398,729	104,387	59,797
	CA26	27,198	26,012	150,871	42,781	30,311	3,362	1848,156	1144,530	69,100	37,202
	CA27	28,424	26,875	206,552	54,571	33,916	4,953	2519,787	1454,874	108,458	60,269
	CA28	31,495	27,888	175,838	47,013	80,684	9,882	1535,670	1024,938	49,845	32,494
	CA29	37,874	28,624	235,220	43,534	128,381	29,313	1136,604	831,218	27,955	14,189
	CA30	38,205	30,882	305,142	58,948	159,780	30,285	1729,444	1110,603	58,286	29,668
RMCAB	Bosa	24,851	24,647	49,958	27,286	0,947	0,111	792,134	684,484	8,169	3,223
	Carvajal	25,737	25,145	94,532	34,450	2,512	0,503	1125,133	841,327	26,089	13,825
	Centro Alto Rendimiento	25,774	25,152	67,070	31,228	18,388	1,811	913,544	737,196	17,534	9,440
	Ciudad Bolívar	25,077	24,709	96,458	28,168	2,413	0,255	1207,687	731,349	13,254	4,616
	Fontibón	24,961	24,741	48,913	28,390	2,594	0,286	757,777	676,838	9,286	4,676
	Jazmín	26,651	26,004	185,393	51,400	2,447	0,575	1847,107	1102,703	55,598	38,561
	Kennedy	26,509	25,763	133,395	43,403	3,838	0,793	1472,496	971,028	46,968	30,972
	Las Ferias	25,869	24,922	66,502	28,529	16,893	2,925	760,135	672,104	8,057	4,373
	Sagrado Corazón	28,427	27,232	298,615	67,483	12,622	1,612	3446,636	1755,295	140,707	94,577
	Unidad móvil	24,776	24,586	41,616	26,041	2,853	0,352	690,441	632,947	3,026	1,340
Puente Aranda	25,415	25,135	85,215	34,584	4,195	0,461	1077,350	806,201	22,492	14,090	

Fuente	ID	PM10 24H	PM10 ANUAL	NO2 1H	NO2 ANUAL	SO2 1H	SO2 24H	CO 1H	CO 8H	COV 24H	COV ANUAL
	San Cristobal	25,885	25,124	227,201	33,674	3,861	0,461	2129,251	951,338	29,578	14,041
	Suba	24,716	24,597	33,234	26,154	1,788	0,231	671,883	636,177	3,588	1,449
	Tunal	25,478	24,976	70,672	32,270	1,953	0,328	973,915	779,941	21,966	10,505
	Usaquen	24,959	24,692	48,875	26,973	10,064	0,761	724,772	651,554	6,439	2,686
	Usme	24,964	24,684	75,883	27,909	2,273	0,204	963,473	709,743	10,773	4,294

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea

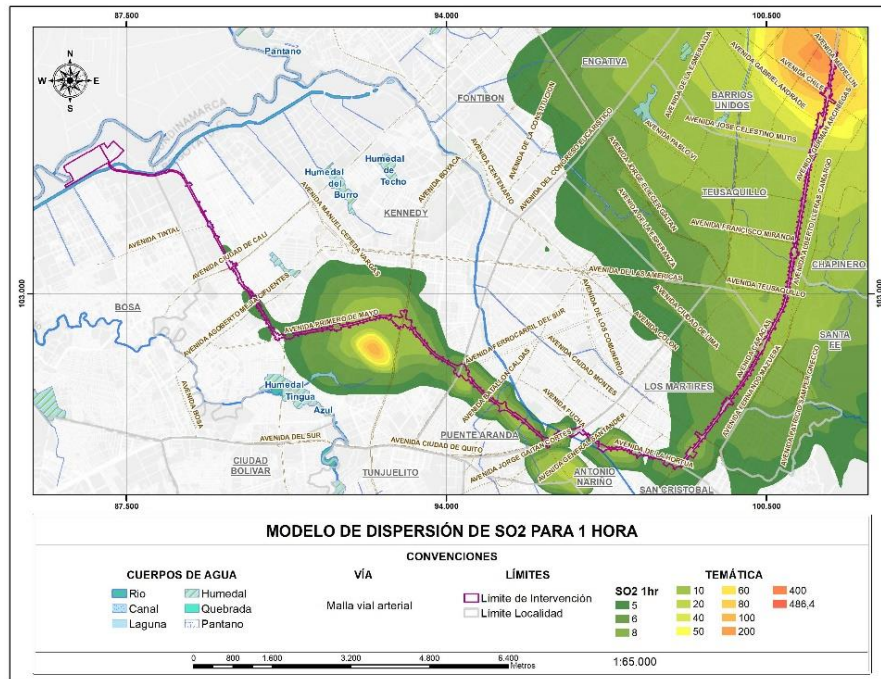


Figura 331 Modelo de dispersión de SO<sub>2</sub> para 1 hora.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

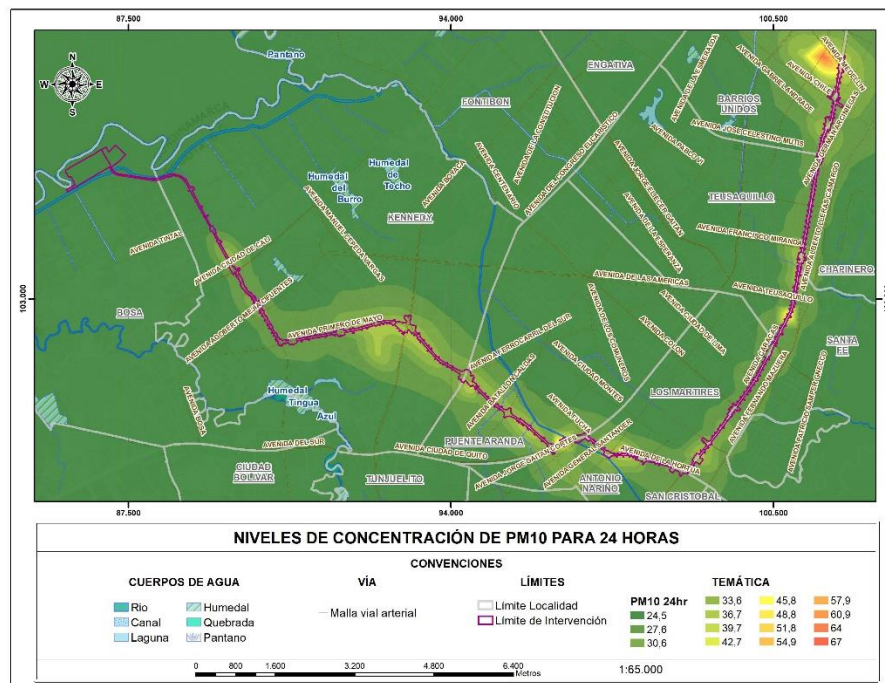


Figura 332 Modelo de dispersión de PM<sub>10</sub> para 24 horas.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

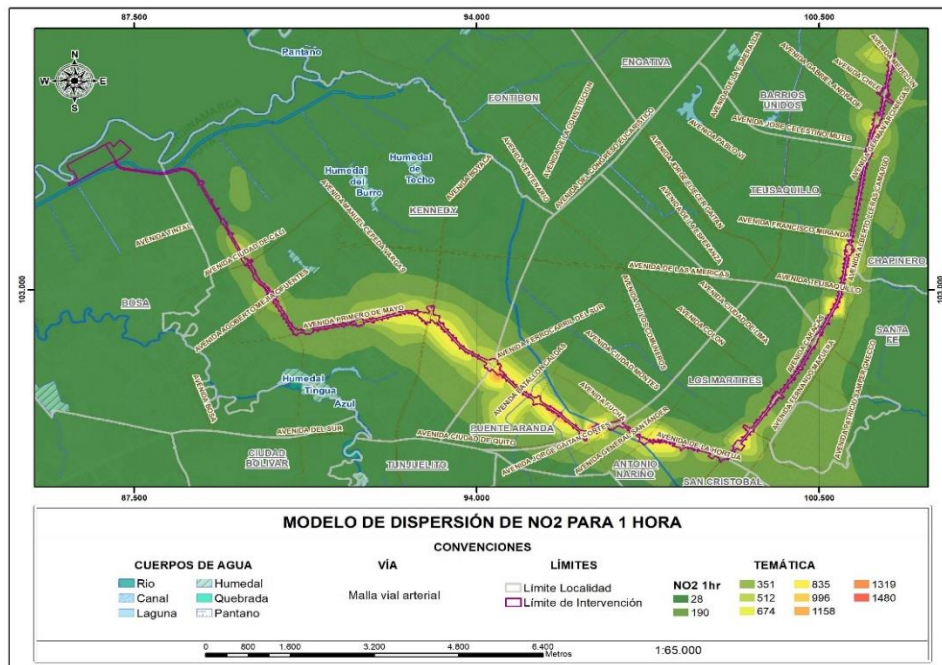


Figura 333 Modelo de dispersión de NO<sub>2</sub> una hora.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

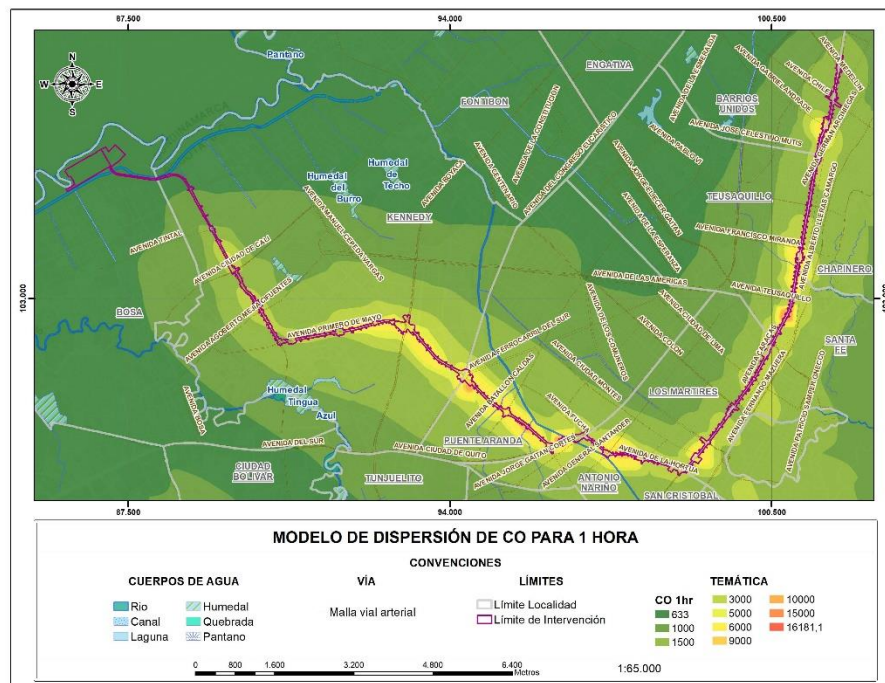


Figura 334 Modelo de dispersión de CO una hora.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

### 5.2.3.3.5.5 Segundo escenario: Etapa constructiva

En este escenario se incluyen las emisiones generadas por las fuentes pertenecientes al proyecto Metro Línea 1 y que funcionarán dentro del área de intervención del proyecto en la etapa constructiva; para determinar un escenario de mayores emisiones se asumirá en el desarrollo del modelo que todas las fuentes emitirán al mismo tiempo, esto puede delinear el peor escenario en cuanto emisiones, sin embargo, este escenario es poco probable que se produzca.

A continuación, se presentan características técnicas que se tuvo en cuenta como datos de entrada de las fuentes pertenecientes al proyecto; en la Tabla 171 se presenta las fuentes que colaboran con la construcción del proyecto ubicadas sobre la línea del proyecto, en la Tabla 172 las fuentes que funcionarían en el patio taller y en la Tabla 173 las fuentes ubicadas a lo largo del trazado del proyecto que se utilizarían para la construcción de vías.

Tabla 171 - Fuentes del proyecto a lo largo de la línea del proyecto

Fuente	Cantidad	Potencia (hp)	Tiempo de Operación (h/día)
Grúa sobre orugas	10	455	8
Camión-grúa (1)	24	280	8
Camión-grúa (2)	2	280	8
Torre-grúa	8	55	8
Excavadora	10	128	8
Bulldozer	3	149	8
Motoniveladora	3	174	8
Cama baja	6	187	8
Montacargas	3	250	8
Autobomba de concreto	2	200	8
Camioneta de platón	8	210	8
Vehículo utilitario deportivo (SUV)	4	210	8

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

Tabla 172 - Fuentes del Proyecto en el Patio Taller

Actividad	Fuente	Cantidad	Potencia	Tiempo de Operación (h/día)
Descapote	Excavadora	2	128	8
	Volqueta	40	280	8
Relleno	Excavadora	4	128	8
Edificio	Volqueta	90	280	8
	Camión-grúa	3	280	8
Mejoramiento de suelos	Piloteadoras	65	280	8
Rellenos	Excavadora	6	128	8
	Volqueta	140	280	8
Edificio	Camión-grúa	3	280	8
Patio y vías	Excavadora	2	128	8
	Volqueta	10	280	8
	Tren de asfaltado	1	250	8
	Pavimentadora de asfalto	1	250	8

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

Tabla 173 - Fuentes del Proyecto para construcción de vías

Fuente	Cantidad	Potencia (hp)	Tiempo de Operación Diaria (h/día)
Planta de mezcla de asfalto	1	200	8
Reglón vibratorio	2	280	8
Pavimentadora de asfalto	3	280	8
Rodillo vibratorio doble	3	100	8
Rodillo vibratorio doble	1	100	8
Compactador de ruedas	1	280	8
Compactador de ruedas	1	280	8



Fuente	Cantidad	Potencia (hp)	Tiempo de Operación Diaria (h/día)
Compactador de ruedas	1	280	8
Cargador	2	280	8
Vehículo regador para imprimación	1	280	8
Máquina para lechada asfáltica	1	250	8
Volqueta	30	250	8
Excavadora	3	128	8
Grúa sobre orugas	3	280	8
Cama baja	3	280	8

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

#### 5.2.3.3.5.5.1 Estimación de emisiones

La estimación de las emisiones por contaminantes de las fuentes presentadas en el numeral anterior se presentan en este apartado en la siguiente tabla.

Tabla 174 - Tasas de Emisión Fuentes del proyecto a lo largo de la línea del proyecto

Fuente	PM10-PM2.5		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		CO	
	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)
Grúa sobre orugas	0.3156	0.0638	8.2589	1.6701	0.0050	0.0010	4.4921	0.9084
Camión-grúa (1)	0.3156	0.0943	8.2589	2.4667	0.0050	0.0015	4.4921	1.3417
Camión-grúa (2)	0.3156	0.0079	6.9229	0.2056	0.0050	0.0001	4.4922	0.1118
Torre-grúa	0.6248	0.0122	8.4078	0.1354	0.0000	0.0000	6.0401	0.1181
Excavadora	0.3156	0.0180	8.4079	0.4783	0.0050	0.0003	4.6729	0.2658
Bulldozer	0.3156	0.0063	8.4079	0.1670	0.0050	0.0001	4.6729	0.0928
Motoniveladora	0.3156	0.0073	8.2590	0.1951	0.0050	0.0001	4.6729	0.1084
Cama baja	0.3156	0.0157	8.2590	0.4118	0.0050	0.0002	4.4923	0.2240
Montacargas	0.3156	0.0105	8.2590	0.2753	0.0050	0.0002	4.4916	0.1497
Autobomba de concreto	0.3156	0.0056	8.2590	0.1468	0.0050	0.0001	4.4917	0.0799
Camioneta de platón	0.3156	0.0236	8.2590	0.6167	0.0050	0.0004	4.4917	0.3354
Vehículo utilitario deportivo (SUV)	0.3156	0.0118	8.2589	0.3083	0.0050	0.0002	4.4918	0.1677

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

Tabla 175 - Tasas de Emisión Fuentes del proyecto del patio taller

Fuente	PM10-PM2.5		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		CO	
	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)
Excavadora	0.3156	0.0036	8.4078	0.0957	0.0050	0.0001	4.6726	0.0532
Volqueta	0.3156	0.1571	8.2589	4.1111	0.0050	0.0025	4.4921	2.2361
Excavadora	0.3156	0.0072	8.4078	0.1913	0.0050	0.0001	4.6728	0.1063
Volqueta	0.3156	0.3534	8.2589	9.2500	0.0050	0.0055	4.4922	5.0313
Camión-grúa	0.3156	0.0118	8.2589	0.3083	0.0050	0.0002	4.4923	0.1677
Piloteadoras	0.3156	0.2553	8.2589	6.6806	0.0050	0.0040	4.4923	3.6338
Excavadora	0.3156	0.0108	8.4079	0.2870	0.0050	0.0002	4.6729	0.1595
Volqueta	0.3156	0.5498	8.2590	14.3889	0.0050	0.0086	4.4923	7.8266
Camión-grúa	0.3156	0.0118	8.2590	0.3083	0.0050	0.0002	4.4916	0.1677
Excavadora	0.3156	0.0036	8.4079	0.0957	0.0050	0.0001	4.6720	0.0532
Volqueta	0.3156	0.0393	8.2590	1.0278	0.0050	0.0006	4.4917	0.5590
Tren de asfaltado	0.3156	0.0035	8.2590	0.0918	0.0050	0.0001	4.4918	0.0499
Pavimentadora de asfalto	0.3156	0.0035	8.2590	0.0918	0.0050	0.0001	4.4918	0.0499

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1.

Tabla 176 Tasas de Emisión de Fuentes del Proyecto para construcción de vías

Fuente	PM10-PM2.5		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		CO	
	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)
Planta de mezcla de asfalto	0.3156	0.0028	8.2589	0.0734	0.0050	0.0000	4.4921	0.0399
Reglón vibratorio	0.3156	0.0079	8.2589	0.2056	0.0050	0.0001	4.4921	0.1118
Pavimentadora de asfalto	0.3156	0.0118	8.2589	0.3083	0.0050	0.0002	4.4922	0.1677
Rodillo vibratorio doble	0.3156	0.0042	8.4078	0.1121	0.0050	0.0001	4.6728	0.0623
Rodillo vibratorio doble	0.3156	0.0014	8.4078	0.0374	0.0050	0.0000	4.6729	0.0208
Compactador de ruedas	0.3156	0.0039	8.2589	0.1028	0.0050	0.0001	4.4923	0.0559
Compactador de ruedas	0.3156	0.0039	8.2589	0.1028	0.0050	0.0001	4.4923	0.0559
Compactador de ruedas	0.3156	0.0039	8.2590	0.1028	0.0050	0.0001	4.4923	0.0559
Cargador	0.3156	0.0079	8.2590	0.2056	0.0050	0.0001	4.4916	0.1118
Vehículo regador para imprimación	0.3156	0.0039	8.2590	0.1028	0.0050	0.0001	4.4917	0.0559
Máquina para lechada asfáltica	0.3156	0.0035	8.2590	0.0918	0.0050	0.0001	4.4917	0.0499
Volqueta	0.3156	0.1052	8.2590	2.7530	0.0050	0.0017	4.4918	1.4973
Excavadora	0.3156	0.0054	8.4080	0.1435	0.0050	0.0001	4.6722	0.0797
Grúa sobre orugas	0.3156	0.0118	8.2590	0.3083	0.0050	0.0002	4.4919	0.1677

Fuente	PM10-PM2.5		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		CO	
	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)	FE Global (g/hp-h)	Emisión (g/s)
Cama baja	0.3156	0.0118	8.2590	0.3083	0.0050	0.0002	4.4919	0.1677

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

### 5.2.3.3.5.5.2 Resultados

Una vez corrido el modelo se presenta de manera resumida las concentraciones máximas posibles que se pueden generar por las emisiones de las fuentes que pertenecen al proyecto (Ver Tabla 177). El modelo se configura bajo el supuesto que todas las fuentes del proyecto están funcionando y liberando contaminantes al mismo tiempo. Los contaminantes analizados para este escenario dependieron de las tasas de emisión disponibles en las fichas técnicas de los equipos modelados. En la Tabla 177 se resalta sobrepaso de las concentraciones de NO<sub>2</sub> en los tiempos de exposición anual y 1 hora. Las altas tasas de emisión mostradas en las siguientes tablas se presentan las tasas de emisión de los equipos elevan las concentraciones de NO<sub>2</sub> en el aire, a partir de esta información permite distinguir que las tasas más altas pertenecen a los Dióxidos de Nitrógeno de esta manera es normal tener como producto altas concentraciones para los dos tiempos de exposición.

Tabla 177 - Resultados concentraciones máximas - escenario construcción

Contaminante	Concentración máxima	Cumplimiento Límite permisible Res 2254/2017			Cumplimiento IFC	
		Límite Permisible [µg/m <sup>3</sup> ]	Cumplimiento	% Sobrepasso	Límite Permisible [µg/m <sup>3</sup> ]	Cumplimiento
PM10 24H	14.00	75	Cumple	---	50	Cumple
PM10 ANUAL	4.60	50	Cumple	---	20	Cumple
PM2.5 24H	1.09	37	Cumple	---	25	Cumple
PM2.5 ANUAL	0.37	25	Cumple	---	10	Cumple
SO2 1H	1.87	100	Cumple	---	500 (10 min)	Cumple
SO2 24H	0.18	50	Cumple	---	20	Cumple
NO2 1H	1833.88	200	No cumple	916%	200	No Cumple
NO2 ANUAL	82.35	60	No cumple	37.25%	40	No cumple
CO 1H	2022.88	35000	Cumple	---	Sin dato	
CO 8H	401.20	5000	Cumple	---	Sin dato	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

Las Isopletras generadas para el escenario con Proyecto se pueden ver en las siguientes figuras. En general se puede apreciar que las dispersiones de las concentraciones se distribuyen a lo largo del área de estudio y se presentan múltiples focos con concentraciones altas, a diferencia, la tendencia presentada en el escenario sin Proyecto es a tener uno o dos focos con concentraciones altas.

Solo se generó sobrepaso a los niveles permisibles de Dióxidos de Nitrógeno en los tiempos de exposición 1 hora y Anual. La mayor concentración de NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>] para el tiempo de exposición anual podría presentarse en el patio taller, esto se puede explicar por la cantidad de fuentes que se agrupan en este sitio.

Tabla 178 - Resultados aportes escenario de construcción.

Fuente	ID	EC_PM10_24H	EC_PM10_A NUAL	EC_PM2.5_24H	EC_PM2.5_A NUAL	EC_SO2_1H	EC_SO2_24H	EC_NO2_1H	EC_NO2_A NUAL	EC_CO_1H	EC_CO_8H
Estudio de calidad del aire	CA1	2.414	0.536	0.194	0.043	0.009	0.001	12.860	0.064	7.775	1.484
	CA2	0.781	0.157	0.062	0.013	0.003	0.000	4.681	0.035	2.834	0.411
	CA3	0.633	0.130	0.050	0.010	0.005	0.000	8.166	0.101	4.957	1.015
	CA4	7.785	2.771	0.610	0.218	0.008	0.000	14.149	0.113	8.634	1.183
	CA5	1.837	0.240	0.144	0.019	0.006	0.000	9.835	0.121	5.999	0.921
	CA6	0.656	0.124	0.052	0.010	0.005	0.000	8.237	0.056	5.046	0.828
	CA7	2.123	0.445	0.167	0.036	0.028	0.002	45.431	0.275	27.854	5.759
	CA8	3.057	0.557	0.240	0.044	0.043	0.002	76.123	0.641	46.645	7.359
	CA9	0.974	0.194	0.077	0.016	0.026	0.002	43.487	0.671	26.520	4.528
	CA10	2.278	0.437	0.178	0.035	0.008	0.000	13.514	0.090	8.258	1.061
	CA11	1.001	0.146	0.079	0.012	0.036	0.002	53.797	0.180	32.538	4.262
	CA12	7.654	2.057	0.600	0.162	0.266	0.013	222.072	1.190	241.683	35.669
	CA13	0.954	0.167	0.075	0.013	0.098	0.006	127.956	2.424	96.794	16.815
	CA14	5.580	0.751	0.437	0.060	0.047	0.003	83.821	1.305	51.360	8.147
	CA15	1.007	0.161	0.079	0.013	0.011	0.000	18.682	0.115	11.402	1.427
	CA16	7.070	0.878	0.554	0.071	0.175	0.007	159.979	0.206	175.527	21.948
	CA17	1.676	0.234	0.134	0.020	0.062	0.003	92.875	0.502	56.154	7.469



Fuente	ID	EC_PM10_24H	EC_PM10_A NUAL	EC_PM2.5_24H	EC_PM2.5_A NUAL	EC_SO2_1H	EC_SO2_24H	EC_NO2_1H	EC_NO2_A NUAL	EC_CO_1H	EC_CO_8H
	CA18	0.876	0.130	0.069	0.010	0.033	0.002	48.960	0.435	29.602	4.688
	CA19	6.360	0.867	0.498	0.069	0.019	0.001	34.101	0.411	20.895	3.462
	CA20	1.338	0.218	0.105	0.018	0.004	0.000	7.829	0.095	4.795	0.670
	CA21	1.277	0.210	0.100	0.017	0.025	0.001	42.403	0.168	25.962	3.245
	CA22	2.940	0.446	0.230	0.036	0.032	0.001	49.345	0.179	29.866	3.895
	CA23	1.277	0.149	0.101	0.012	0.033	0.001	49.296	0.193	29.807	3.726
	CA24	0.992	0.104	0.079	0.009	0.017	0.001	30.618	0.161	18.762	2.357
	CA25	1.328	0.158	0.104	0.013	0.005	0.000	9.089	0.067	5.570	0.911
	CA26	0.515	0.097	0.041	0.008	0.648	0.038	541.585	10.821	589.408	85.993
	CA27	1.487	0.263	0.117	0.021	0.187	0.012	169.834	3.537	187.313	29.812
	CA28	0.760	0.147	0.060	0.012	0.217	0.010	183.966	2.979	202.921	26.288
	CA29	0.426	0.065	0.034	0.005	0.955	0.102	938.133	46.654	1034.783	276.026
	CA30	0.622	0.063	0.049	0.005	0.288	0.024	282.834	4.959	311.971	56.200
RMCAB	Bosa	0.212	0.026	0.017	0.002	0.160	0.009	157.507	2.839	173.736	23.897
	Carvajal	0.499	0.064	0.040	0.005	0.588	0.028	578.074	9.165	637.558	83.736
	Centro Alto Rendimiento	0.141	0.036	0.011	0.003	0.549	0.040	530.302	11.158	584.226	120.353
	Ciudad Bolívar	0.077	0.016	0.006	0.001	0.252	0.013	247.786	4.372	273.307	35.948
	Fontibon	0.195	0.029	0.016	0.002	0.427	0.030	418.812	8.579	461.956	79.419

Fuente	ID	EC_PM10_24H	EC_PM10_A NUAL	EC_PM2.5_24H	EC_PM2.5_A NUAL	EC_SO2_1H	EC_SO2_24H	EC_NO2_1H	EC_NO2_A NUAL	EC_CO_1H	EC_CO_8H
	Jazmin	0.832	0.165	0.065	0.013	0.151	0.013	148.296	3.268	163.575	28.898
	Kennedy	1.124	0.221	0.088	0.018	1.182	0.100	1161.252	34.583	1280.791	294.307
	Las Ferias	0.113	0.019	0.009	0.002	0.245	0.013	240.426	3.716	265.202	34.846
	Sagrado Corazón	0.919	0.142	0.073	0.012	1.252	0.073	1229.991	12.987	1356.762	174.780
	Unidad móvil	0.070	0.005	0.005	0.000	0.237	0.013	233.197	3.567	257.223	41.784
	Puente Aranda	0.315	0.057	0.025	0.005	0.920	0.092	903.727	14.986	996.882	236.708
	San Cristobal	0.210	0.041	0.017	0.003	0.372	0.022	365.105	4.999	402.592	66.458
	Suba	0.045	0.007	0.004	0.001	0.137	0.012	141.206	2.918	148.840	36.225
	Tunal	0.314	0.044	0.025	0.003	1.077	0.083	1058.304	14.729	1167.378	258.656
	Usaquen	0.175	0.010	0.014	0.001	0.370	0.018	363.754	4.927	401.255	52.935
	Usme	0.151	0.018	0.012	0.001	0.263	0.017	258.114	4.382	284.713	37.807

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

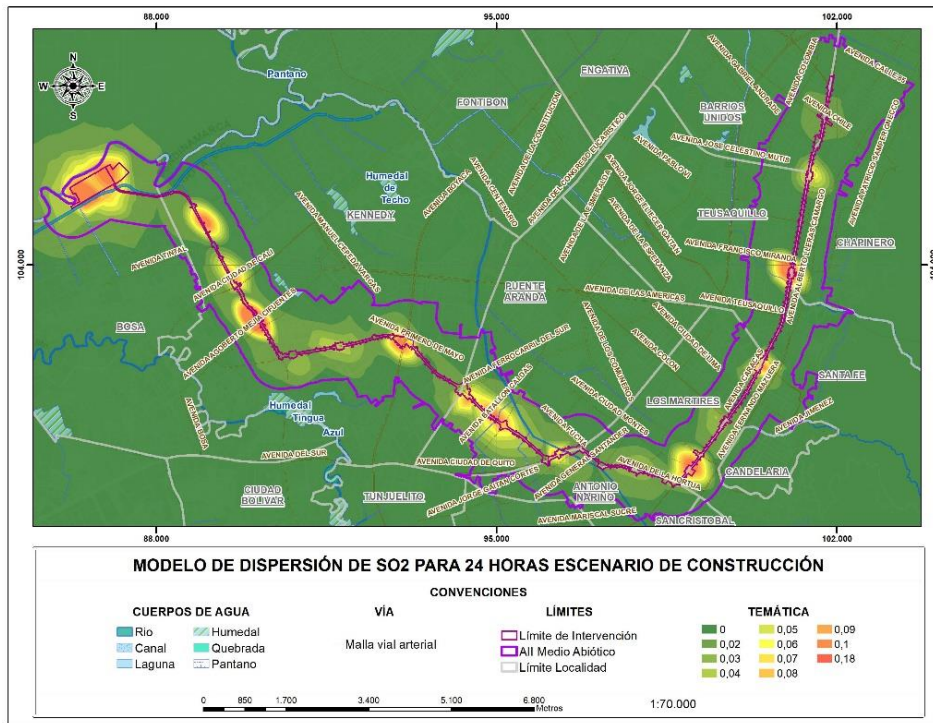


Figura 335 Modelo de dispersión de SO<sub>2</sub> 24 Horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

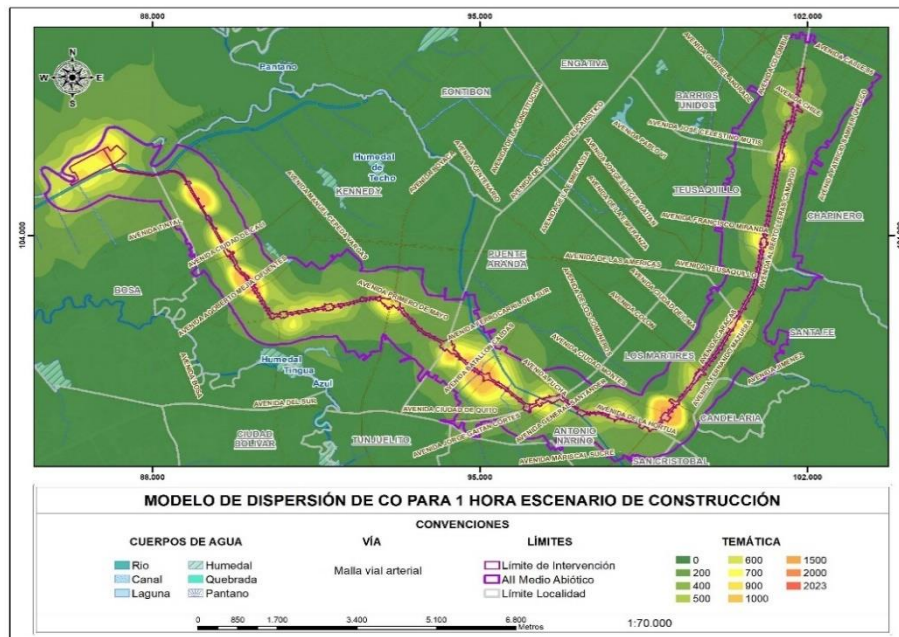


Figura 336 Modelo de dispersión de CO una Horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

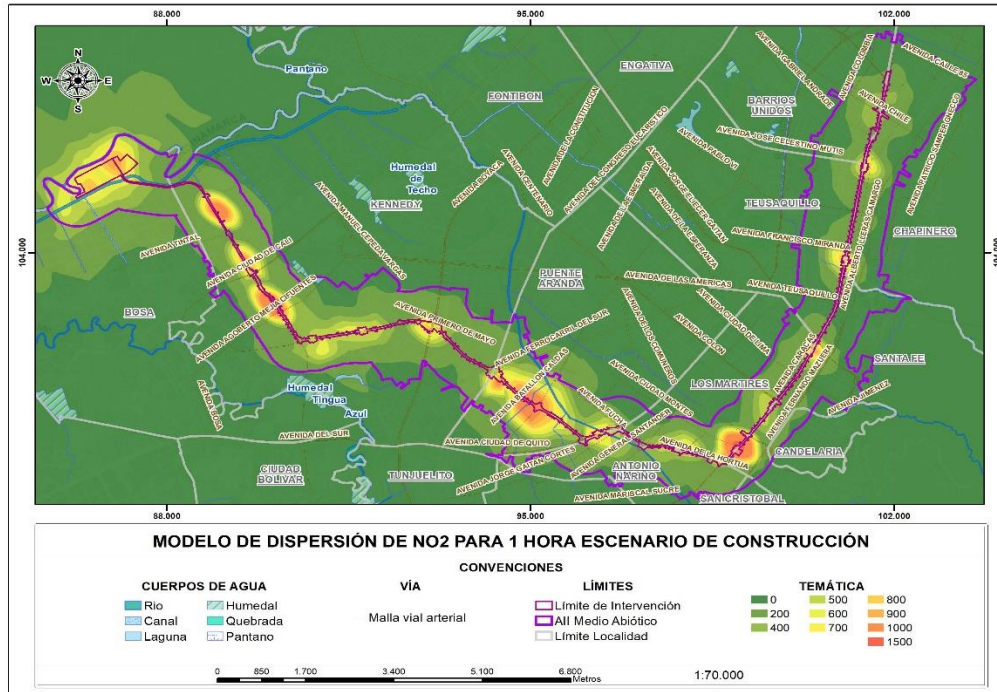


Figura 337 Modelo de dispersión de NO<sub>2</sub> una Horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

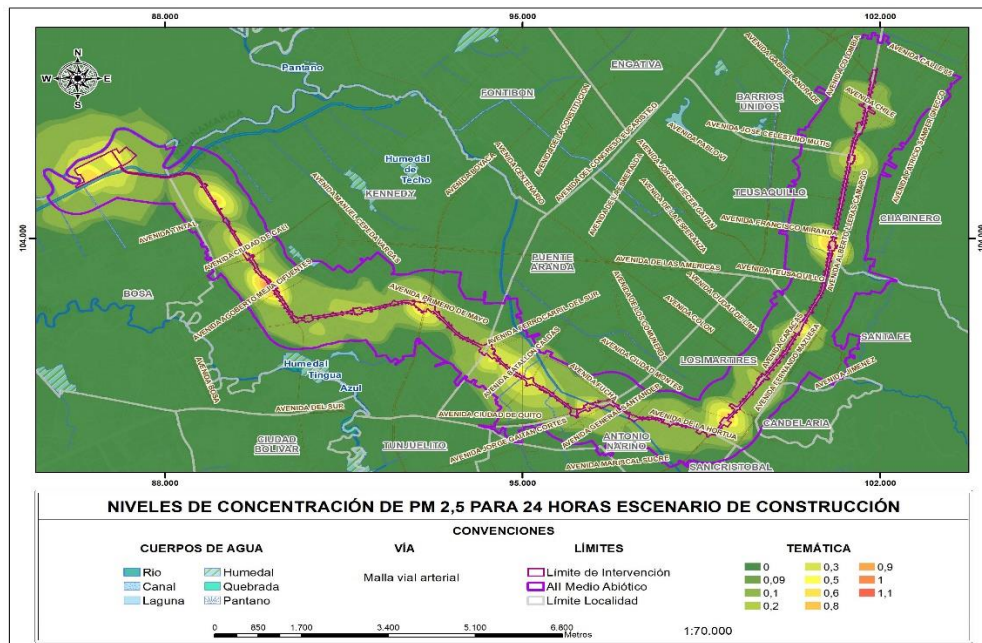


Figura 338 Modelo de dispersión de PM<sub>2.5</sub> 24 horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

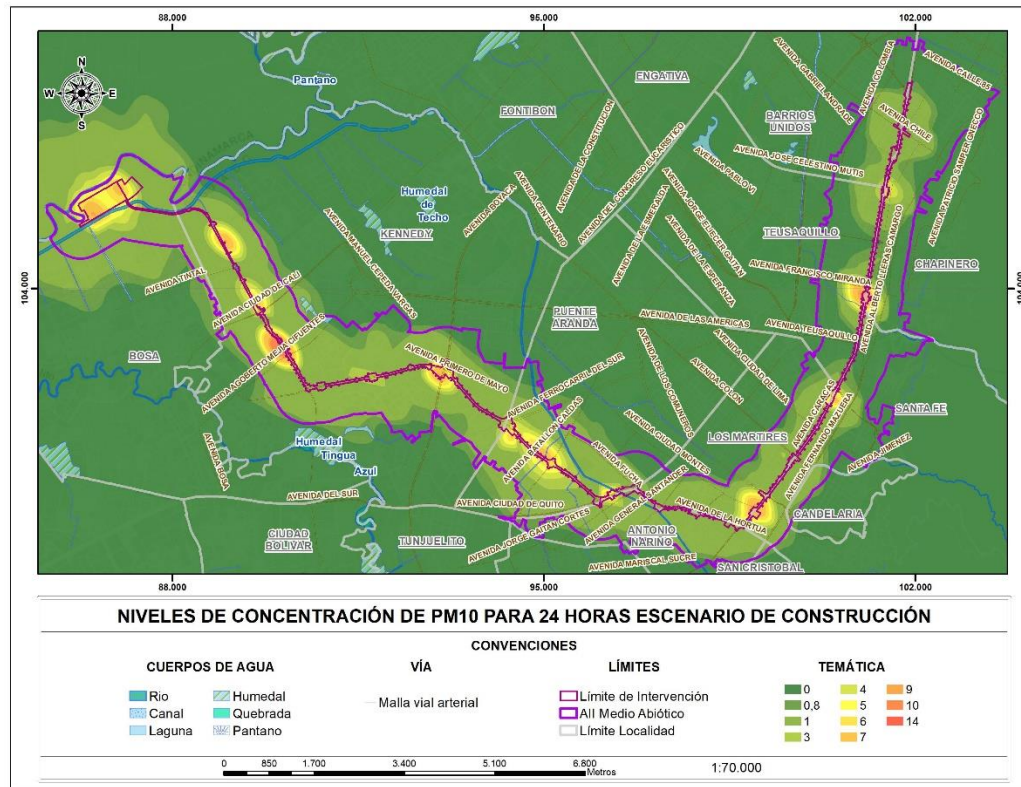


Figura 339 Modelo de dispersión de PM10 24 Horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

#### 5.2.3.4 Ruido ambiental

A continuación, se presenta la línea base de ruido ambiental, basado en la Resolución 627 de 2006, del MAVDT, hoy MASDS, “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”.

Es importante indicar que el Informe de Resultados Monitoreos de Ruido Ambiental 29 Puntos-EIAS-PLMB L1T1-CON-AMB-IN-0031, es un anexo al presente EIAS y cuenta con validación de la interventoría (ver Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \ 7\_3 Atmosférico \ C\_ Ruido).

##### 5.2.3.4.1 Línea base ruido

###### 5.2.3.4.1.1 Condiciones generales

Los monitoreos fueron realizados para determinar el estado actual de los niveles de presión sonora en 29 puntos a lo largo del trazado de la PLMB (en adelante se hará referencia a cada punto de monitoreo mediante la letra M, seguido del número consecutivo del punto monitoreado, por ejemplo: M1, M2, M3...), dentro del búfer del área de influencia definida para la alteración en los niveles de presión sonora, es decir, dentro del radio de emisión y acotado a las manzanas aferentes al búfer de 84 metros (ver numeral 5.1.2.1.3.2 Ruido de este documento).

#### 5.2.3.4.1.1.1 *Identificación de receptores sensibles*

A lo largo del área de estudio se identificaron receptores sensibles como instituciones educativas (colegios, universidades, etc) y de salud (centros médicos de atención inmediata, clínicas, hospitales, geriátricos entre otros). Ver el listado de receptores en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \ 7\_3 Atmosferico \ E\_ Receptores Sensibles. Asimismo, las medidas a considerar respecto a estos receptores se encuentran en el Programa de manejo de ruido PM\_AB\_09.

En general, se identificaron 43 instituciones de salud y 144 instituciones educativas. En estos receptores sensibles se realizará un acercamiento con la entidad para identificar los horarios y definir, en áreas inmediatamente aledañas, los horarios de trabajo del proyecto (previo al permiso de trabajo nocturno) con el fin de generar el menor impacto posible a estas entidades.

#### 5.2.3.4.1.1.2 *Técnica combinada*

Se definió la Línea Base de referencia de ruido a partir de una técnica combinada entre monitorización de niveles de ruido, el cual se realizó en los 29 puntos a lo largo del corredor de la PLMB y métodos de predicción sonora que permitan conocer la distribución de los niveles de ruido en toda el área de influencia del Proyecto, mediante la ayuda de dos programas que permitieron realizar lo enunciado, el primer programa utilizado es SoundPlan mediante el cual se realizan las modelaciones y el segundo es ArcGis mediante el que se vectorizan todos los elementos y se diseña las estructuras fundamentales para la creación del modelo.

#### 5.2.3.4.1.1.3 *Laboratorio acreditado por IDEAM*

El laboratorio que realizó el monitoreo de ruido ambiental fue la sociedad MCS CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL S.A.S que cuenta con la certificación del IDEAM, mediante Resolución 2892 del 30 de diciembre de 2016, modificada mediante las resoluciones 0049 del 2017, Resolución 485 de 2020 y Resolución 0775 de 2020 y, mediante respuesta al Radicado No 20206010023571 del 1 de diciembre de 2020, el IDEAM prorroga la vigencia del alcance de la acreditación. El soporte se encuentra en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \ 7\_3 Atmosferico\C\_Ruido\Monitoreo\Anexos\L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A01\_V00.

#### 5.2.3.4.1.1.4 *Protocolos y bitácoras*

Los Protocolos y bitácoras se encuentra en el Anexos L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07\_VFF\7\_3 Atmosferico\C\_Ruido\Monitoreo\Anexos\L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A02\_V00 y en la subcarpeta L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A10\_V00.

#### 5.2.3.4.1.1.5 *Personal idóneo*

El personal que realiza el monitoreo y análisis de información es profesional capacitado en procesos de medición de ruido, operación de instrumentos de medición y análisis de la información; si bien, el IDEAM, conforme al artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, acredita a laboratorios y no personas

naturales. (Parágrafo 2), en la acreditación hace un proceso de validación de los procedimientos y facultades del laboratorio.

### 5.2.3.4.1.2 Inventario de edificaciones

#### 5.2.3.4.1.2.1 Edificaciones

Teniendo en cuenta la longitud del trayecto de la PLMB, el inventario de edificaciones se realizó a partir de los 29 puntos, donde se inició con un reconocimiento de los edificios existentes a 150 m en una dirección y 150 m (abarcando un poco más del área de influencia en caso de algún margen de error) en la otra dirección a partir del punto de ubicación de los puntos donde fueron localizados los sonómetros para la realización de los monitoreos de ruido. En la Figura 339 se presenta la localización de los 29 puntos de monitoreo de ruido desde donde se tuvo referencia para realizar el inventario de edificaciones.



Figura 340 Localización de los 29 puntos de monitoreo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1

Específicamente, en el punto de Monitoreo, M1, no se hizo recolección de información, ya que en el área adyacente a este punto no se cuenta con edificaciones. Esto puede observarse más detalladamente en el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/

Monitoreo/ L1T1-CON-AMB-IN-0031. En la Tabla 179 se presentan las características generales del registro.

Tabla 179 – Características de altura de las edificaciones

Número de pisos de edificaciones (unidad)	Cantidad (Unidad)	Altura de las edificaciones en (m)
1	105	3-4
2	436	6-7
3	385	7-8
4	207	12-15
5	113	14-16
6	34	14-18
7	6	19-22
8	16	22-24
12	2	32-36
15	3	42-45
18	3	53-54

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

► Codificación para la identificación de cada edificación

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosférico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09, se encuentra el inventario de edificaciones, en este se estipula la codificación de cada uno de los edificios. En el inventario se presenta la codificación de la siguiente manera: M#-N/S-E/O-#. Donde:

- M#: Es el punto de monitoreo desde el que se basa la toma de información.
- N/S/E/O: Indica en qué dirección desde el punto de monitoreo se encuentra la edificación.
- E/O/N/S: Indica en qué lado de la acera se encuentra la edificación.
- #: La posición de la edificación desde el punto de monitoreo.

► Uso de edificación

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosférico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09, se encuentra el inventario de edificaciones, en este se estipula el uso de cada edificación que fue encontrada durante el levantamiento de la información, ya



sea residencial, comercial, hospitales, educativo, institucional, entre otros. La mayoría son edificaciones de sectores comerciales y residenciales.

▶ Estado de la edificación

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09, se encuentra el inventario de edificaciones, en este se estipula el estado de cada una de las edificaciones y las características generales de las mismas.

A grandes rasgos se evidencia que la mayoría de las edificaciones se encuentran en mal estado, el gran denominador de las viviendas es que son construidas en mampostería, con cimentación en concreto y se evidencia que hay edificaciones construidas hace menos de 10 años en el sector de la calle 26 con Avenida Caracas.

▶ Coordenadas geográficas

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09/ Carto, se encuentra la localización de cada una de las edificaciones de las que se levantó la información.

▶ Altura de las edificaciones

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09, se encuentra el inventario de edificaciones, en este se estipula la altura de cada una de las edificaciones. Un 70% son edificaciones cuentan con una altura de entre 3 y 54 metros.

▶ Número de pisos de las edificaciones

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09, se encuentra el inventario de edificaciones, en este se estipula el número de pisos de cada una de las edificaciones. Un 70% de las edificaciones tienen entre 1-18 pisos.

▶ Distancia hasta el eje del proyecto

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09/ Carto, se muestra la distancia desde el eje del proyecto a las edificaciones levantadas, teniendo distancias promedio desde 20 a 30 m.

▶ Valores máximos permisibles de ruido ambiental de acuerdo con la resolución 0627 de 2006 para día y noche

En el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A04 y A05, se presentan los valores de ruido ambiental diurno y nocturno en día hábil y no hábil que fueron monitoreados para cada punto, así como las figuras de las isófonas para cada tipo. En la Tabla 180 se especifican los valores máximos permisibles para día y noche de acuerdo con el día hábil y no hábil.

Tabla 180 – Valores máximos permisibles resolución 0627 de 2006

Punto de monitoreo	Sector	Límite máximo diurno (dB)	Límite máximo nocturno (dB)
M1	Sector B: Residencial	65	50
M2	Sector B: Residencial	65	50
M3	Sector B: Residencial	65	50
M4	Sector C: Vías	80	70
M5	Sector C: Vías	80	70
M6	Sector B: Parques	65	50
M7	Sector A: Tranquilidad	55	45
M8	Sector C: Vías	80	70
M9	Sector B: Parques	65	50
M10	Sector C: Vías	80	70
M11	Sector C: Vías	80	70
M12	Sector C: Vías	80	70
M13	Sector C: Vías	80	70
M14	Sector B: Residencial	65	50
M15	Sector C: Vías	80	70
M16	Sector C: Vías	80	70
M17	Sector C: Vías	80	70
M18	Sector B: Residencial	65	50
M19	Sector A: Tranquilidad	55	45
M20	Sector A: Tranquilidad	55	45
M21	Sector A: Tranquilidad	55	45

Punto de monitoreo	Sector	Límite máximo diurno (dB)	Límite máximo nocturno (dB)
M22	Sector C: Vías	80	70
M23	Sector C: Vías	80	70
M24	Sector C: Vías	80	70
M25	Sector C: Vías	80	70
M26	Sector C: Vías	80	70
M27	Sector C: Vías	80	70
M28	Sector C: Vías	80	70
M29	Sector C: Vías	80	70

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.4.1.2.2 Malla vial o tráfico rodado

El tráfico rodado en las principales vías se realiza basado en 29 puntos donde se realizó el conteo de tráfico, como primera medida se presenta la información general de las vías principales por donde pasa el corredor de la PLMB, continuando con la información tomada en cada uno de los puntos ya sea mediante conteo sistematizado o manual. En la Tabla 181 se presenta la localización de los puntos donde se realizó la medición y el tipo de medición que se hizo:

Tabla 181 – Puntos de conteo de tráfico

Punto de monitoreo	Localización	Tipo de medición de tráfico
M1	Av. Villavicencio Carrera 109	No se realiza medición
M2	Av. Villavicencio Carrera 92	Sistematizado
M3	Av. Villavicencio Av. Ciudad de Cali	Sistematizado
M4	Av. Villavicencio Carrera 80	Manual
M5	Av. Villavicencio Av. 1 de mayo	Sistematizado
M6	Av. 1 de mayo Calle 41B Sur	Sistematizado
M7	Av. 1 de mayo Calle 40 Sur	Manual
M8	Av. 1 de mayo calle 26 Sur	Sistematizado
M9	Av. 1 de mayo Av. Boyacá	Sistematizado

Punto de monitoreo	Localización	Tipo de medición de tráfico
M10	Av. 1 de mayo Carrera 69B – 69I	Manual
M11	Av. 1 de mayo Av. 68	Sistematizado
M12	Av. 1 de mayo Carrera 51F	Manual
M13	Av.1 de mayo Carrera 50	Sistematizado
M14	Av.1 de mayo carrera 39	Manual
M15	Av. NQS Av. 1 de mayo	Sistematizado
M16	Av. NQS Calle 8 Sur	Sistematizado
M17	Calle 8 Sur Carrera 27	Sistematizado
M18	Calle 1 Transversal 21	Sistematizado
M19	Av. Caracas Calle 1	Sistematizado
M20	Av. Caracas Calle 2	Manual
M21	Av. Caracas Calle 6	Sistematizado
M22	Av. Caracas Calle 10	Sistematizado
M23	Av. Caracas Calle 26	Sistematizado
M24	Av. Caracas Calle 45	Manual
M25	Av. Caracas Calle 53	Manual
M26	Av. Caracas Calle 63	Manual
M27	Av. Caracas Calle 72 - Carrera 20	Manual
M28	Av. Caracas Calle 80	Sistematizado
M29	Autopista Norte Calle 82	Sistematizado

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

► Identificador numérico

Teniendo en cuenta las principales vías vehiculares a interceptar y en las que se va a construir la PLMB, se presenta en la Tabla 182, las vías identificadas, mediante un identificador numérico para cada una de las vías.

- ▶ Nombre de la vía, Velocidad máxima de circulación y tipo de vía

En la Tabla 182 se presenta el nombre de cada una de las vías identificadas para todo el corredor de la PLMB, así como la velocidad máxima para cada una y el tipo de vía.

- ▶ Número de carriles, sentido

En la Tabla 182 se presenta el número de carriles por sentido y el sentido de cada una de las vías identificadas para todo el corredor de la PLMB.

Tabla 182 – Información vial

ID	Vía	Intersección	Sentidos	N. Carriles por sentido	Velocidad máxima permitida	Tipo de vía
1	Carrera 109	Calle 49 sur	2	1	10	Destapada
2	Calle 43 sur	Carrera 89 b	1	1	10	Destapada
3	Carrera 89b	Av. Villavicencio	2	2	30	Asfalto
4	Av. Villavicencio	Carrera 89b	2	2	30	Asfalto
		Av. ciudad de Cali	2	3	50	Asfalto
		Carrera 80	2	3	50	Asfalto
		Av. 1 de mayo	2	3	50	Asfalto a concreto
5	Av. ciudad de Cali	Av. Villavicencio	2	5	50	Asfalto y concreto
6	Carrera 80	Av. Villavicencio	2	2	30	Asfalto
7	Av. 1 de mayo	Av. Villavicencio	2	3	50	Asfalto
		Calle 41 sur	2	3	50	Asfalto
		Calle 40 sur	2	3	50	Asfalto
		Calle 26 sur	2	3	50	Asfalto

ID	Vía	Intersección	Sentidos	N. Carriles por sentido	Velocidad máxima permitida	Tipo de vía
		Av. Boyacá	2	3	50	Asfalto
		Carrera 69b	2	3	50	Asfalto
		Carrera 68i	2	3	50	Asfalto
		Carrera 68	2	3	50	Asfalto
		Carrera 50	2	3	50	Asfalto
		Carrera 39	2	3	50	Asfalto
		Autopista sur	2	5 y 3	50	Asfalto
8	Calle 41 sur	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
9	Calle 40 sur	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
10	Calle 26 sur	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
11	Av. Boyacá	Av. 1 de mayo	2	4	50	Asfalto
12	Carrera 69b	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
13	Carrera 68i	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
14	Carrera 68	Av. 1 de mayo	2	4	30	Asfalto
15	Transversal 53	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
16	Carrera 50	Av. 1 de mayo	2	3	30	Asfalto
17	Carrera 39	Av. 1 de mayo	2	2	30	Asfalto
18	Autopista sur	Av. 1 de mayo	2	6	50	Concreto
		Carrera 30	2	5	50	Concreto
		Calle 8 Sur	2	5	50	Concreto

ID	Vía	Intersección	Sentidos	N. Carriles por sentido	Velocidad máxima permitida	Tipo de vía
19	Carrera 30	Autopista sur	2	3	30	Asfalto
20	Calle 8 Sur	Autopista sur	2	3	30	Asfalto
		Calle 1	2	2	30	Asfalto
21	Calle 1	Calle 8 Sur	2	3	30	Asfalto
		Transversal 19	2	3	30	Asfalto
		Transversal 22	2	3	30	Asfalto
		Carrera 22	2	3	30	Asfalto
		Carrera 24	2	3	30	Asfalto
		Transversal 17a	2	3	30	Asfalto
		Av. Caracas	2	2 y 3	30	Asfalto
22	Carrera 27	Calle 8 sur	1	4	30	Asfalto
		Transversal 24l	2	3	30	Asfalto
23	Transversal 24l	Carrera 27	2	2	30	Asfalto
24	Calle 11	Calle 1	1y 2	1 y 2	30	Asfalto
25	Transversal 19	Calle 1	2	3	30	Asfalto
26	Transversal 22	Calle 1	1	3	30	Asfalto
27	Carrera 22	Calle 1	1	2	30	Asfalto
28	Carrera 24	Calle 1	1	2	30	Asfalto
29	Transversal 17a	Calle 1	1	3	30	Asfalto
30	Av. Caracas	Calle 1	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 2	2	4	30	Asfalto y concreto

ID	Vía	Intersección	Sentidos	N. Carriles por sentido	Velocidad máxima permitida	Tipo de vía
		Calle 6	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 10	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 11	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 13	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 19	2	4	30	Asfalto y concreto
		Av. El dorado	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 45	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 53	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 57	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 63	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 72	2	4	30	Asfalto y concreto
		Calle 76	2	4	30	Asfalto y concreto
		Carrera 20b	2	4 y 8	30	Asfalto y concreto
		Calle 80	2	4 a 5	40	Asfalto y concreto
31	Calle 2	Av. Caracas	1	2	30	Asfalto
32	Calle 6	Av. Caracas	2	5	30	Asfalto y concreto
33	Calle 10	Av. Caracas	1 a 2	2 a 1	30	Asfalto y adoquín
34	Calle 11	Av. Caracas	1	3	30	Asfalto
35	Calle 13	Av. Caracas	2	4	30	Asfalto y concreto
36	Calle 19	Av. Caracas	2	5	30	Asfalto
37	Av. El dorado	Av. Caracas	2	4	60	Concreto
38	Calle 45	Av. Caracas	2	2	30	Asfalto
		Carrera 13	2	2	30	Asfalto
39	Calle 53	Av. Caracas	2	2	30	Asfalto



ID	Vía	Intersección	Sentidos	N. Carriles por sentido	Velocidad máxima permitida	Tipo de vía
		Carrera 13	2	2	30	Asfalto
40	Calle 57	Av. Caracas	2	2	30	Asfalto
		Carrera 13	1 a 2	3 a 2	30	Asfalto
41	Calle 63	Av. Caracas	1	6 a 3	30	Asfalto
		Carrera 13	1	3	30	Asfalto
42	Carrera 13	Calle 45	1	3	30	Asfalto
		Calle 53	1	3	30	Asfalto
		Calle 57	1	3	30	Asfalto
		Calle 63	1	3	30	Asfalto
43	Calle 72	Av. Caracas	2	2 a 3	30	Asfalto
		Carrera 15	2	3	30	Asfalto
		Carrera 20	2	2	30	Asfalto
44	Carrera 15	Calle 72	1	3	30	Asfalto
45	Carrera 20	Calle 72	2	2	30	Asfalto
46	Calle 76	Av. Caracas	1	4 a 2	30	Asfalto
47	Calle 80	Av. Caracas	2	4	50	Asfalto y concreto
48	Carrera 20b	Calle 80	1	2	30	Asfalto
49	Autopista norte	Carrera 20	8 y 7	2	60	Asfalto y concreto
50	Carrera 20	Autopista norte	2	1	30	Asfalto y adoquín

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

El estudio de tráfico rodado fue ejecutado en las vías principales e intersecciones que se encuentran a lo largo del trazado de la PLMB, para cuantificar el flujo vehicular, se realizaron las mediciones de acuerdo con la complejidad de cada una de ellas. A continuación, se realiza la descripción de cada aforo:

► **Conteo de tráfico sistematizado**

El conteo vehicular fue realizado en el mes de julio de 2021, con cámaras en un tiempo continuo de 96 horas en las vías aferentes a los puntos de monitoreo de ruido (ejecutado por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1). En la siguiente tabla se muestran las cantidades inventariadas por tipo de vehículo.

Tabla 183 – Resumen monitoreo de tráfico de 96 horas

Punto	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
<b>M2</b>	277	271	1	101	154	3	0
<b>M3</b>	231233	226906	35421	24355	1454	362	1326
<b>M5</b>	199371	271812	33535	26082	1305	191	704
<b>M6</b>	144417	185587	25885	14036	437	46	209
<b>M8</b>	133921	157850	25516	12124	262	40	211
<b>M9</b>	452138	755107	80511	68818	7462	1076	6253
<b>M11</b>	399729	615471	58435	37598	3342	252	1434
<b>M13</b>	196572	351928	23366	24578	2092	70	654
<b>M15</b>	222324	355856	37819	23318	1285	245	2821
<b>M16</b>	303686	448331	33362	34428	3187	284	4415
<b>M17</b>	137173	254124	9624	13807	1101	40	73
<b>M18</b>	118347	248806	25905	12416	262	14	28
<b>M19</b>	117333	224839	17460	7782	250	12	21
<b>M21</b>	156780	202999	30317	11952	528	24	121
<b>M22</b>	131310	155452	16877	7541	215	3	35
<b>M23</b>	159985	349858	35021	10150	489	8	33
<b>M28</b>	110926	316519	31026	5874	386	6	266
<b>M29</b>	74933	234700	17058	5177	275	8	456

Nota: A las mediciones del punto M3 le falta información de 24 horas, ya que la cámara fue vandalizada.

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

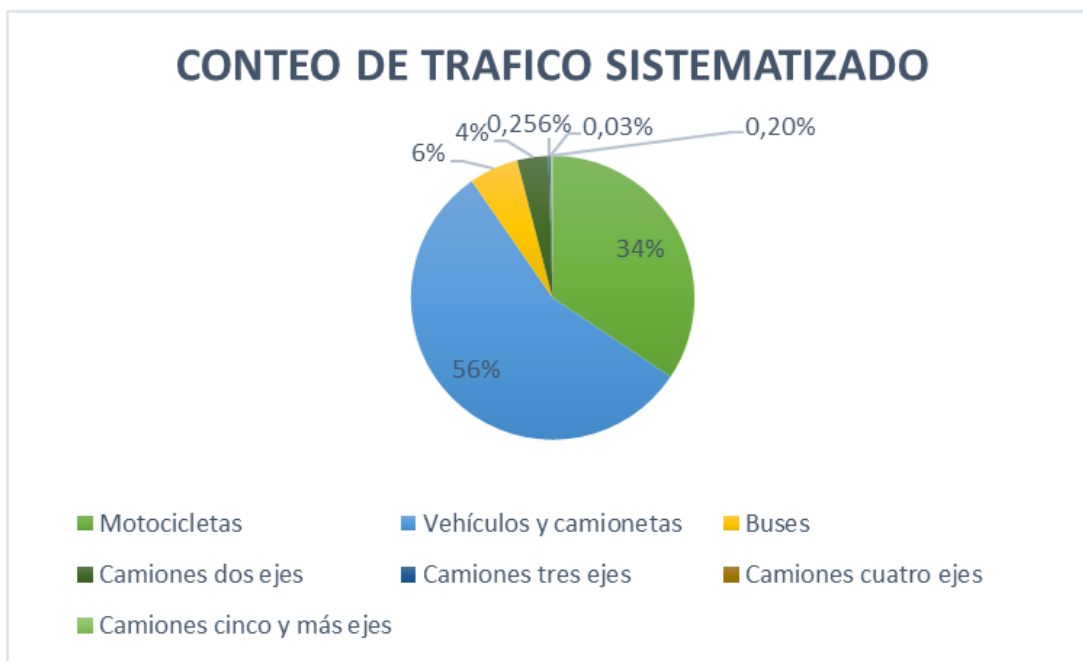


Figura 341 Comportamiento del tráfico sistematizado (96 horas)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

En la Figura 341 se evidencia que más de la mitad del tráfico total monitoreado corresponde a vehículos y camionetas, seguido de motocicletas.

El punto que cuenta con mayor paso de vehículos es el M9 el cual se encuentra entre las avenidas Boyacá y avenida primero de mayo, precedido por la avenida primero de mayo y avenida 68 (M11).

► **Conteo de tráfico manual**

Además del conteo sistematizado, se realizó el conteo de tráfico de manera manual durante una (1) hora continua, a diferentes horas del día, incluyendo la noche y en 4 días seguidos. En la siguiente tabla se presenta el resumen de los respectivos aforos.

Tabla 184 – Resumen monitoreo de tráfico manual de 1 hora en 4 días

M4							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
<b>Día 1 (23/07/21)</b>	1748	2144	302	374	53	4	8
<b>Noche 2 (24/07/21)</b>	1908	2887	259	65	4	0	16
<b>Día 3 (25/07/21)</b>	1753	3434	284	65	2	1	11
<b>Día 4 (26/07/21)</b>	1419	2111	337	217	38	10	12

M7							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (24/07/21)	1607	2646	331	153	6	1	3
Noche 2 (25/07/21)	97	454	7	4	1	0	1
Día 3 (26/07/21)	1084	2362	260	218	22	2	4
Día 4 (27/07/21)	1325	2584	389	169	5	0	6
M10 Carrera 69B							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (23/07/21)	1449	2322	444	283	23	1	4
Noche 2 (24/07/21)	522	2656	149	14	4	0	0
Día 3 (25/07/21)	1064	3194	320	41	1	0	0
Día 4 (26/07/21)	1525	3271	347	360	31	0	7
M10 Carrera 69i							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (23/07/21)	1259	2855	496	250	60	1	5
Noche 2 (24/07/21)	345	1276	124	4	1	1	0
Día 3 (25/07/21)	910	2450	353	43	0	0	0
Día 4 (26/07/21)	1203	2701	331	270	29	0	5
M12							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (29/07/21)	1277	2746	352	281	15	1	6
Noche 2 (30/07/21)	332	1335	116	20	2	0	2
Día 3 (31/07/21)	2023	3342	280	164	2	0	1
Día 4 (02/08/21)	2310	2823	358	187	5	1	2
M14							

	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (24/07/21)	1037	2160	333	109	2	0	0
Noche 2 (25/07/21)	199	675	22	8	2	0	0
Día 3 (26/07/21)	1211	1676	344	271	2	0	0
Día 4 (27/07/21)	1019	2008	319	166	12	0	1
<b>M20</b>							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (29/07/21)	838	1405	151	108	3	0	0
Noche 2 (30/07/21)	387	750	152	22	0	0	0
Día 3 (31/07/21)	1614	1658	204	66	0	0	0
Día 4 (02/08/21)	1357	1367	280	114	0	0	0
<b>M24</b>							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (24/07/21)	1063	2371	345	25	5	0	0
Noche 2 (25/07/21)	593	1231	159	6	2	0	0
Día 3 (26/07/21)	1646	2202	344	105	9	0	0
Día 4 (27/07/21)	1962	4075	584	144	1	1	0
<b>M25</b>							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes
Día 1 (29/07/21)	1875	3787	391	155	4	0	0
Noche 2 (30/07/21)	1173	2829	335	40	1	0	0
Día 3 (31/07/21)	1084	2909	318	40	3	0	0
Día 4 (02/08/21)	1684	3270	382	153	1	0	0
<b>M26</b>							
	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones dos ejes	Camiones tres ejes	Camiones cuatro ejes	Camiones cinco y más ejes

<b>Día 1 (30/07/21)</b>	2154	2997	569	109	2	0	0
<b>Noche 2 (31/07/21)</b>	871	3174	218	18	1	0	0
<b>Día 3 (02/08/21)</b>	1355	3519	384	145	2	1	0
<b>Día 4 (03/08/21)</b>	1465	3790	430	173	3	0	0
<b>M27 Av. Caracas</b>							
	<b>Motocicletas</b>	<b>Vehículos y camionetas</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones dos ejes</b>	<b>Camiones tres ejes</b>	<b>Camiones cuatro ejes</b>	<b>Camiones cinco y más ejes</b>
<b>Día 1 (30/07/21)</b>	2087	3903	450	179	3	1	0
<b>Noche 2 (31/07/21)</b>	624	2427	133	14	1	0	0
<b>Día 3 (02/08/21)</b>	1481	4070	397	212	5	0	0
<b>Día 4 (03/08/21)</b>	1553	3712	350	152	6	0	1
<b>M27 Carrera 20</b>							
	<b>Motocicletas</b>	<b>Vehículos y camionetas</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones dos ejes</b>	<b>Camiones tres ejes</b>	<b>Camiones cuatro ejes</b>	<b>Camiones cinco y más ejes</b>
<b>Día 1 (30/07/21)</b>	491	678	36	59	0	1	0
<b>Noche 2 (31/07/21)</b>	151	384	27	3	0	0	0
<b>Día 3 (02/08/21)</b>	333	864	34	61	0	0	0
<b>Día 4 (03/08/21)</b>	388	1009	41	96	0	0	0

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

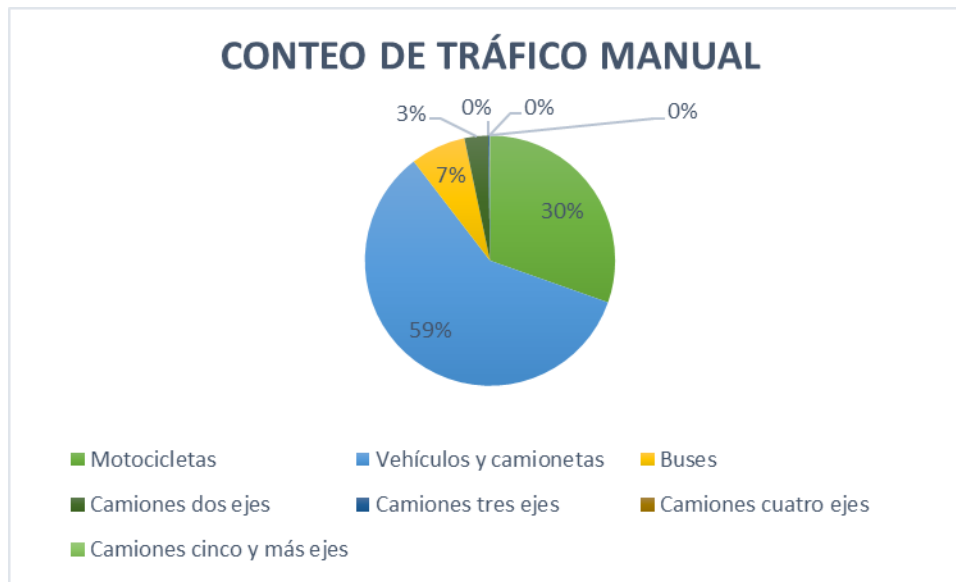


Figura 342 Comportamiento del tráfico mediante conteo manual (1 hora por 4 días)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

De acuerdo con la Figura 342, casi el 60 % corresponde a vehículos y camionetas, seguido de un 30% que corresponde a motocicletas (consolidando alrededor del 90% de los vehículos comúnmente identificados), un 7% a buses entre otros.

Una vez se realiza el análisis del comportamiento del flujo vehicular en horas de la noche se evidencia que las vías que tienen mayor flujo vehicular son: Avenida Villavicencio con carrera 80, sigue la calle 53 con avenida caracas y la calle 63 con avenida como las más representativas del trazado del viaducto.

► Número de vehículos promedio diario, porcentaje de vehículos pesados, periodo día

Basado en los conteos realizados manual y sistematizado se calcula el promedio diario de vehículos en cada uno de los puntos monitoreados y el porcentaje de vehículos para el periodo día, se muestran en la Tabla 185 a continuación:

Tabla 185 – Promedio diario y porcentaje de vehículos pesados, periodo día

Punto de monitoreo	Promedio de vehículos	% de vehículos pesados
M2	180	35%
M3	90780	5.7%
M4	114624	5.5%
M5	98678	5.8%
M6	69890	4.3%

Punto de monitoreo	Promedio de vehículos	% de vehículos pesados
M7	105408	4.5%
M8	61464	4.1%
M9	259100	7.2%
M10 Cra. 69B	117504	5.1%
M10 Cra. 69I	105768	5.0%
M11	191501	4.7%
M12	129408	4.1%
M13	116257	5%
M14	85368	5.2%
M15	125780	4.2%
M16	157891	5.1%
M17	87256	3.9%
M18	84426	3.3%
M19	76583	2.4%
M20	73320	3.2%
M21	77421	3.3%
M22	64748	2.7%
M23	116565	1.9%
M24	119064	1.9%
M25	128448	2.2%
M26	136776	2.5%
M27 Av. Caracas	148488	2.5%
M27 Cra.20	32712	5.3%
M28	94429	1.5%
M29	69352	1.9%

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



► Número de vehículos promedio diario, periodo noche

Basado en los conteos realizados manual y sistematizado se calcula el promedio diario de vehículos en cada uno de los puntos monitoreados y el porcentaje de vehículos para el periodo noche, se muestran en la Tabla 186 continuación:

Tabla 186 – Promedio diario y porcentaje de vehículos pesados, periodo noche

Punto de monitoreo	Promedio de vehículos	% de vehículos pesados
M2	17	9%
M3	39288	4.1%
M4	123336	4%
M5	34586.5	4%
M6	22755	2.9%
M7	13536	1%
M8	21017	2.8%
M9	86131	6.3%
M10 Cra 69B	80280	0.5%
M10 Cra 69I	42024	0.3%
M11	53562	3.3%
M12	43368	1.3%
M13	33558	3%
M14	21744	1.1%
M15	35137	4.5%
M16	49033	5.3%
M17	16662	2.3%
M18	17019	2.3%
M19	15341	1.3%
M20	31464	1.6%
M21	23259	2.4%

Punto de monitoreo	Promedio de vehículos	% de vehículos pesados
M22	12150	1.3%
M23	24729	1.6%
M24	47784	0.4%
M25	105072	0.9%
M26	102768	0.4%
M27 Av. Caracas	76776	0.4%
M27 Cra. 20	13560	0.5%
M28	21896	1%
M29	13799	1.3%

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.4.1.3 Características de los instrumentos de medición

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron con un sonómetro tipo I de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 (...) “*Los instrumentos deben cumplir las especificaciones de sonómetros, Tipo 1 o mínimo Tipo 2*” (...) de la Resolución 0627 de 2006.

Además del sonómetro, también se contó con un calibrador acústico y los instrumentos que se encuentran descritos en la tabla siguiente.

Tabla 187– Equipos empleados en las mediciones de ruido ambiental




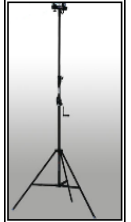

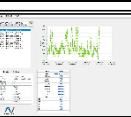
Imagen	Tipo	Marca	Modelo	Número de Serie	Código	Fecha de vencimiento	Características
	Sonómetro	BSWA TECH	BSWA 308	580263	580263	01/02/2022	Precisión <u>tipo I</u> . Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia. Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava. <u>Filtros de ponderación de frecuencia</u> A, B, C y LIN. <u>Modos de respuesta</u> rápida, lenta, impulsos y picos. Determinación del <u>nivel equivalente</u> , máximo y mínimo. Cumple normas IEC 60651 y 60804.

Imagen	Tipo	Marca	Modelo	Número de Serie	Código	Fecha de vencimiento	Características
	<u>Calibrador acústico</u>	CASELLA	CEL-110/2	190081	190081	07/05/2022	Nivel de 114 dB. Certificado de calibración vigente.
	<u>Anemómetro</u>	Lutron Instrumens	Enviromental Quality Meter	AM-4205A	MCS-0295	19/05/2022	Multiparámetro Ambiental Portátil con sensores para Temperatura, Humedad y Velocidad de Air,
	<u>Trípode</u>	No aplica	No aplica	No Aplica	No aplica	No Aplica	Ajustable a altura de 4 metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.
	<u>GPS</u>	Garmin	Vista	No aplica	No aplica	No aplica	Registro de posiciones geográficas. Rutas de desplazamiento. Orientación para localizar los puntos almacenados previamente.
	<u>Software</u>	VA-SLM	-	No aplica	No Aplica	No Aplica	Utilizado para descargar los datos del sonómetro.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Los equipos como el sonómetro y calibrador acústico contaban con la certificación de calibración correspondiente, lo cuales se encuentran en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07\_VFF\7\_3 Atmosférico\C\_Ruido\Monitoreo\Anexos\L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A11\_V00.









#### 5.2.3.4.1.4 Identificación de los puntos de muestreo

A continuación, se presentan los puntos monitoreados que reciben la denominación M1, M2, M3, en consecutivo hasta el punto M29 tal como se muestra en la Tabla 188






En el presente monitoreo (2021) se tuvieron en cuenta los 18 puntos monitoreados realizados en agosto de 2017 por el laboratorio K2 INGENIERIA S.A.S y que hace parte del EIAS del 2018 (Etapa de factibilidad del proyecto). Adicionalmente, se monitorearon otros 11 puntos; de los cuales, 3 puntos fueron distribuidos teniendo en cuenta el sector A, Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos (M7 Hospital de Kennedy, M19 Centro Dermatológico Federico Lleras, M21 Medicina Legal). Los 8 puntos de los 11 restantes fueron seleccionados teniendo en cuenta la distancia entre punto-punto de los 18 y los sectores B (Tranquilidad y Ruido Moderado) y C (Ruido Intermedio Restringido), los cuales son: M2, M8, M10, M12, M14, M16, M17 y M19, hasta tener una cobertura del trazado con un total de 29 puntos.











En la siguiente tabla se muestran los puntos del muestreo referenciados y la clasificación de acuerdo con la norma.









Tabla 188 – Localización, descripción y sectorización de los puntos monitoreados en día diurno y nocturno

Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura (ms.n.m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M1	El punto de monitoreo se encuentra Avenida Longitudinal e Occidente Cañaveralejo, a un costado del Patio Taller Metro de Bogotá			E4867720,514 N071694,553	N 4°38'52,28" W74°11'34,98"	2630	B
M2	El Punto se ubicó en la Avenida Ciudad Villavicencio Calle 43 Sur, El Jazmín UPZ Patio Bonito, la avenida se encontraba destapada y se encuentra una obra de la EAAB-ESP			E4869317,234 N2071073,288	N 4°38'32,13" W 4°10'43,11"	2630	B
M3	El punto fue ubicado en la Avenida Ciudad Villavicencio Calle 43 Sur, Las Margaritas Al frente se encuentra el Portal de las Américas.			E4870158,773 N2069579,307	N 4°37'43,51" W74°10'15,71"	2630	B
M4	El punto se ubicó en la intersección de la Avenida Ciudad Villavicencio con Carrera 80 en la esquina frente a la subdirección Central de Kennedy			E4870749,403 N2068715,696	N 4°37'15,41" W74° 9'56,49"	2630	C








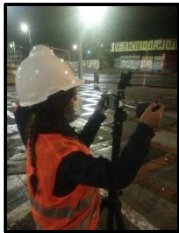


Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura (ms.n.m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M5	El punto fue ubicado en Avenida Ciudad Villavicencio con Avenida 1ra de Mayo, la muestra fue tomada en costado sur oriental de una de la intersecciones			E4871093,269 N2068019,190	N 4°36'52,74" W 74°9'45,29"	2630	C
M6	El punto se ubicó Parque La Amistad, Avenida 1ra de Mayo, la muestra fue tomada en costado sur sobre la Av Primera de mayo			E4871771,695 N2068281,174	N 4°37'1,31" W74° 9'23,28"	2630	B
M7	Punto ubicado en la Av 1ra de Mayo con Calle 40 f Sur, a un costado del Hospital de Kennedy.			E4871998,639 N2068230,459	N 4°36'59,67" W74° 9'15,91"	2630	C
M8	El punto se ubicó en la Avenida 1ra de Mayo con Calle 38 C sur, Barrio Camilo Torres, cerca a una plazoleta sobre la avenida primera de mayo.			E4872560,632 N2068309,674	N 4°37'2,28" W74° 8'57,67"	2630	C
M9	El punto fue ubicado en la Calle 26 Sur, canchas de futbol del conjunto residencial las Américas en costado sur occidental			E4873554,346 N2068681,063	N 4°37'14,43" W74° 8'25,43"	2630	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura (ms.n.m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M10	El punto fue ubicado en la Avenida 1ra de mayo con carrera 69b cerca de un Mac Donald			E4874105,1 61 N2067936,6 62	N4°36'50,21"  W 74° 8'7,51"	2630	C
M11	Transversal 68B, en Floralía en una zona verde que se encuentra en un costado de la avenida primera de mayo con carrera 68			E4874625,1 38 N2067358,3 96	N4°36'31,40"  W 74° 7'50,60"	2630	C
M12	Avenida 1ra de Mayo Calle 51F, sobre la avenida, donde se encuentra talleres y comercio.			E4875153,2 97 N2067080,0 46	N4°36'22,36"  W74°7'33,44"	2630	C
M13	El punto de muestreo se tomó en la Rotonda Avenida 1ra de mayo con Carrera 50, en el área verde.			E4875663,9 91 N2066662,6 64	N 4°36'8,79"  W 74° 7'16,84"	2630	C
M14	El punto se encuentra sobre la Avenida 1ra de mayo con Carrera 39, cerca al canal albina donde se encuentra el sector de venta de muebles			E4876074,2 08 N2066404,4 62	N 4°36'0,40"  W 74° 7'3,51"	2630	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura (ms.n.m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M15	El punto de monitoreo se instaló cerca al SENA Complejo del Sur, Avenida Carrera 30. Cerca al sector de venta de motos.			E4876589,762 N2065937,349	N 4°35'45,21" W 74°6'46,75"	2630	C
M16	Punto ubicado en la Avenida Carrera 30, con Calle 1, cerca de la estación de Transmilenio del SENA.			E4877238,401 N2066268,498	N 4°35'56,03" W 74°6'25,71"	2630	C
M17	La muestra es tomada en la Rotonda Calle 8 Sur, La Fragueta, cerca de la entrada al barrio Ciudad Montes.			E4877645,884 N2065832,259	N 4°35'41,84" W 74°6'12,46"	2630	C
M18	El punto de monitoreo se ubicó en Transversal 22, con Calle 1, en una zona verde sobre la avenida Hortua			E4878431,493 N2065694,137	N 4°35'37,38" W 74°5'46,95"	2630	B
M19	El punto de monitoreo se ejecutó en la intersección cerca al centro dermatológico federico Ileras.			E4879335,179 N2065415,861	N 4°35'28,36" W 74°5'17,60"	2630	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura (ms.n.m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M20	El punto de toma de muestra se ubicó Hospital Materno Infantil HOMI, Troncal Caracas con Calle, en la intersección.			E4879407,071 N2065696,332	N 4°35'37,50" W 74°5'15,28"	2630	B
M21	El punto para la toma de muestra se ubicó en el Troncal Caracas con Calle 6, Parque Tercer Milenio, cerca a Medicina Legal			E4879809,926 N2066059,185	N 4°35'49,34" W 74° 5'2,22"	2630	B
M22	El monitoreo se realizó en el punto de la Troncal Caracas Plazoleta los Mártires, cerca de la iglesia Voto Nacional.			E4880077,14 N2066560,385	N 4°36'5,68" W 74°4'53,57"	2630	C
M23	Los equipos fueron ubicados en la Avenida Caracas con Calle 26, cerca de un conjunto residencial.			E4880980,159 N2068096,374	N 4°36'55,76" W 74°4'24,33"	2630	C
M24	Los equipos fueron instalados en la Avenida Caracas con Calle 45, en el costado nor-occidente cerca de la UPTC			E4881586,416 N2069973,866	N 4°37'56,95" W 74° 4'4,74"	2630	C



Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura (ms.n.m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M25	Avenida Caracas con Calle 54 Bis cerca a la secretaria Distrital de medio ambiente.			E4881820,162 N2070968,739	N 4°38'29,37" W 74°3'57,20"	2630	C
M26	El punto fue ubicado en la intersección de la Avenida Caracas con Calle 62 cerca a la funeraria la Paz			E4881974,534 N2071823,135	N 4°38'57,21" W 74°3'52,23"	2630	C
M27	La toma de muestra se realizó en el costado noroccidente de la Avenida Caracas con Calle 72			E4882286,986 N2072929,015	N 4°39'33,25" W 74°3'42,14"	2630	C
M28	El punto fue ubicado cerca al monumento de los héroes en la Autopista Norte con Calle 80 costado sur oriente			E4882411,732 N2073748,153	N 4°39'59,94" W 74°3'38,13"	2630	C
M29	El monitoreo fue realizado sobre la Autopista Norte con Calle 81, Iglesia El Encuentro.			E4882429,366 N2074004,146	N 4°40'8,28" W 74°3'37,57"	2630	C

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

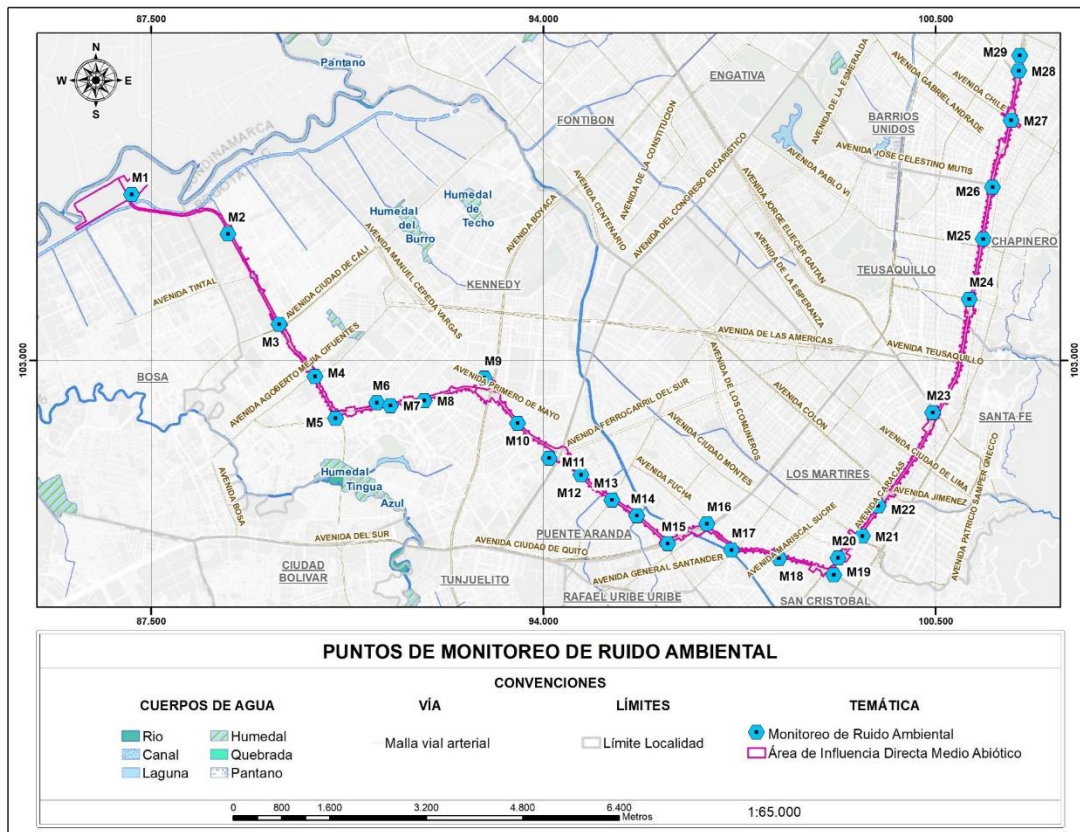


Figura 343 Puntos de monitoreo de ruido ambiental

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.4.1.5 Monitoreo de ruido 2021

El monitoreo de ruido ambiental fue realizado en condición de día hábil (nocturno y diurno) los días 14, 15, 16 y 17 de julio de 2021 para 29 puntos y día No hábil (nocturno y diurno) los días 11,18 de julio y 02 de agosto del año 2021. Esta valoración toma las mediciones en campo (Leq) hechas en ponderación A y tiempo de respuesta S y las compara con la normatividad ambiental vigente.

En el Informe de Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental 29 Puntos EIAS-PLMB L1T1-CON-AMB-IN-0031 se encuentra a detalle los resultados del informe, entre ellos el Procedimiento y Método de Medición (Ver numeral 4.2.6 de dicho informe).

Se verificaron y registraron las condiciones meteorológicas del monitoreo, contando con condiciones favorables en tiempo seco; sin lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo y velocidad del viento inferior a 3 m/s.

5.2.3.4.1.5.1 Ruido ambiental en horario diurno

► Sector B zonas residenciales

En la Tabla 189 se presentan los resultados para los puntos localizados en el sector de restricción B “Tranquilidad y Ruido Moderado”, subsector “Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.”, de acuerdo con la Resolución 627 de 2006, en la cual se establece un límite máximo permisible para el horario diurno de 65 dB.

Tabla 189 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Horario Diurno (Sector B). Día No Hábil

Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permisible dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
M1	51,7	56,7	56,6	57,4	54,6	55,8	65	SI	2,3	4,1%	3,0	14/07/2021	07:15:00	08:15:00
	50,2	56,7	56,6	52,4	57,6	55,5	65	SI	3,2	5,8%	4,1	11/07/2021	07:15:00	08:15:00
M2	53,6	52,1	51,8	54,1	53,3	53,1	65	SI	1,0	1,9%	1,3	14/07/2021	09:00:16	10:00:25
	53,6	54,1	51,8	55,1	53,3	53,7	65	SI	1,2	2,2%	1,5	11/07/2021	09:00:16	10:00:25
M3	71,0	63,6	68,2	67,8	62,8	67,7	65	NO	3,4	5,1%	4,4	14/07/2021	10:15:16	11:15:29
	67,0	63,6	69,2	67,8	62,8	66,7	65	NO	2,8	4,2%	3,6	11/07/2021	10:15:16	11:15:29
M14	65,7	62,7	64,4	65,6	66,6	65,2	65	NO	1,5	2,3%	1,9	15/07/2021	14:00:28	15:00:23
	67,7	64,7	66,4	65,6	68,6	66,8	65	NO	1,6	2,3%	2,0	18/07/2021	14:00:28	15:00:23
M18	59,6	60,4	64,0	59,4	59,5	61,0	65	SI	2,0	3,2%	2,5	16/07/2021	09:00:16	10:00:18
	60,6	62,4	64,0	59,4	59,5	61,6	65	SI	2,0	3,2%	2,6	25/07/2021	09:00:16	10:00:18
M19	59,1	60,2	58,2	59,7	55,2	58,8	65	SI	2,0	3,4%	2,5	16/07/2021	10:15:00	11:15:00
	61,1	61,2	58,2	59,7	55,2	59,6	65	SI	2,5	4,2%	3,2	25/07/2021	10:15:00	11:15:00
M20	60,4	57,9	57,3	61,8	57,9	59,4	65	SI	1,9	3,3%	2,5	16/07/2021	11:30:34	12:30:32
	62,4	59,9	57,3	61,8	57,9	60,3	65	SI	2,3	3,8%	2,9	25/07/2021	11:30:34	12:30:32

N: Norte. E: Este. S: Sur. O: Oeste. V: Vertical. LAeq dB Diurno: Lectura equivalente en dB horario diurno.

SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Mediciones realizadas en día no hábil

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### **Análisis de Resultados en día Hábil**

En cuanto a los puntos clasificados en el sector de restricción B, en horario diurno se registraron niveles de presión sonora comprendidos entre 53,1 dB y 67,7 dB en día hábil, donde el menor resultado se presentó en el punto M2 (Avenida Villavicencio con 43 sur) y el mayor en el punto M3 (portal de las Américas).

En los altos niveles de presión presentados en el punto M3 influye las actividades de la zona como los son: el comercio formal e informal, el alto flujo vehicular de la AV Cali y Avenida Villavicencio, el paso esporádico de ambulancias, el tráfico y su control.

En cuanto al punto M2, los niveles de presión sonora son causados por el paso de maquinaria de las obras que se encuentra ejecutando la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en el Canal Tintal II, es una zona residencial con bajo flujo vehicular.

### **Análisis de Resultados en Día No Hábil**

Para el día no hábil los valores se alojaron en un rango de 53,7 dB (M2) y 66,8 dB (M14), presentando sobrepasos de 0,2 dB (M14) y 2,7 dB (M3) en día hábil y de 1,7 dB (M3) y 1,8 dB (M14) en día no hábil, con respecto al límite máximo permisible (65 dB) establecido en la Resolución 627 del 7 de abril de 2006, como se observa en la Figura 344.

Como se había mencionado anteriormente el punto M3 que se ubicó al frente del portal de las Américas, tiene actividades y fuentes de emisión de ruido que influyen en los altos niveles de presión sonora del muestreo y es importante resaltar que los días no hábiles el flujo vehicular es mayor debido a que la mayoría población bogotana circula en sus vehículos particulares los días festivos; situación que se presenta también en el punto M14 que se encuentra sobre la Avenida Primera de Mayo con carrera 39 cerca al Canal Albina.

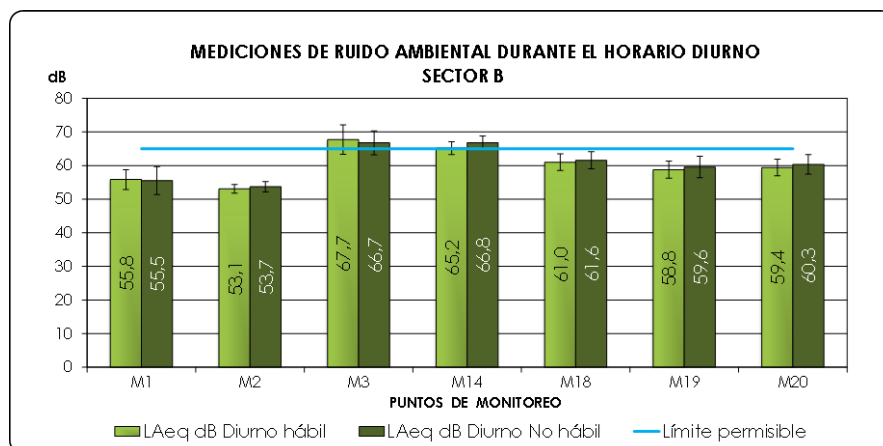


Figura 344 Niveles de Presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno Sector B

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Los datos reportados se relacionan con el paso de volquetas en el punto M2, así como el ruido proveniente de la sirena de ambulancias y el sobrevuelo de aviones que se percibió en los puntos M1 y M3. Asimismo, por la cercanía con las vías de acceso en los puntos M3, M14, M19 y M20 se alcanzaron a percibir los sonidos de la bocina de los vehículos, además se percibieron los sonidos de perros, aves, personas y el perifoneo de vendedores informales. Es importante destacar que, durante el monitoreo no se percibieron fuentes permanentes de ruido, por ende, se infiere que los niveles de presión sonora registrados y los sobrepasos en los puntos M3 y M14 se atribuyen a las características normales del entorno.

► Sector B – Parques

En la Tabla 190, se presentan los resultados para los puntos localizados en el sector de restricción B “Tranquilidad y Ruido Moderado”, subsector “Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.”, de acuerdo con la Resolución 627 de 2006, en la cual se establece un límite máximo permisible para el horario diurno de 65 dB.

Tabla 190 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Horario Diurno (Sector B - Parques)

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector B														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permisible dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
M6	72,4	73,6	73,7	72,7	71,6	72,9	65	NO	0,9	1,2%	1,1	14/07/2021	14:00:20	15:00:27
	72,4	73,6	74,7	73,7	73,6	73,7	65	NO	0,8	1,1%	1,1	11/07/2021	14:00:20	15:00:27
M9	64,6	66,4	60,5	63,0	69,4	65,8	65	NO	3,4	5,1%	4,3	15/07/2021	07:15:16	08:15:25
	64,6	68,4	60,5	62,0	71,4	67,2	65	NO	4,5	6,7%	5,8	18/07/2021	07:15:16	08:15:25
M21	55,7	53,7	53,6	52,4	54,6	54,1	65	SI	1,2	2,3%	1,6	16/07/2021	12:45:28	13:45:27
	55,7	55,7	55,6	52,4	54,6	55,0	65	SI	1,4	2,6%	1,8	25/07/2021	12:45:28	13:45:27

N: Norte. E: Este. S: Sur. O: Oeste. V: Vertical. LAeq dB Diurno: Lectura equivalente en dB horario diurno.

SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Mediciones realizadas en día no hábil

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Respecto a los puntos clasificados en el sector de restricción B, subsector “Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre”, se registraron excedencias en los puntos M6 y M9, tanto en día hábil como no hábil, asociados a momentos esporádicos de fauna urbana, ambulancias.

### **Análisis de Resultados en día Hábil**

En horario diurno se registraron niveles de presión sonora que variaron de 54,1 dB (en el punto M21 - Medicina Legal) y el valor de 71,6 dB presentado en el punto M6 (Av Primero de Mayo con 41 sur) como valor más alto del monitoreo en este sector.

Las fuentes de emisión de ruido que se encuentran en el Punto M6 y M9 son principalmente las relacionadas con el comercio, alto flujo de personas, bocinas de ambulancias, alto flujo vehicular, paso esporádico de aviones.

En cambio, para el punto M21, el cual fue tomado en el parque tercer milenio sobre la avenida caracas, en esta medición influye que el sonido disminuye por el follaje de los árboles que se encuentran en la intersección de la avenida caracas con Avenida sexta.

### **Análisis de Resultados en día No Hábil.**

Para el día no hábil los resultados se encontraron en un rango entre 55,0 dB (M21) el cual sube 0.9 dB ya que en estos días festivos aumenta el flujo vehicular y el tránsito de personas en el parque y para el Punto M6 el cual tiene un NPS de 73,7 dB por circunstancias similares al M21, mas las emisiones de ruido del comercio formal (equipos de sonido) e informal (perifoneo).

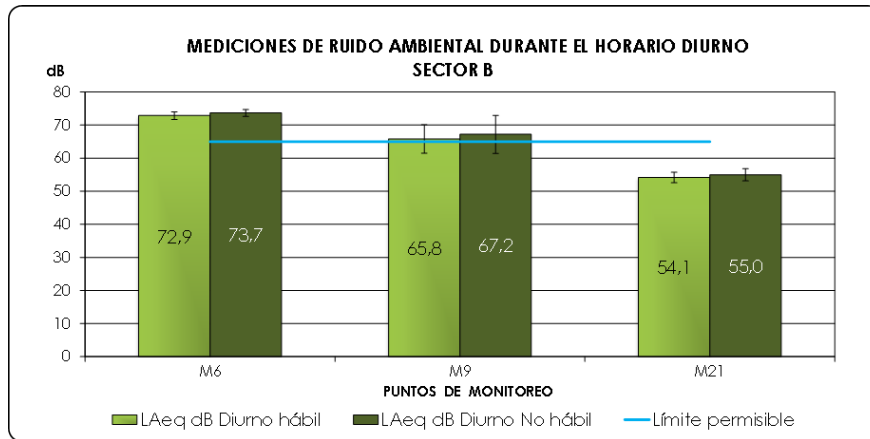


Figura 345 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Este comportamiento es acorde a las condiciones normales del medio, puesto que los puntos se ubicaron al interior de parques con zonas verdes, donde se percibieron los sonidos del canto de las aves y perros ladrando, al igual que, por la proximidad con vías de acceso concurridas como la avenida Primera de Mayo aledaña a los puntos M6 y M9, y la avenida Caracas y la calle 6 próximas al punto M21 se alcanzaron a percibir los sonidos de la bocina de los vehículos que transitan por la zona. Es importante señalar que, durante el monitoreo no se percibieron fuentes permanentes de ruido, por lo cual, los resultados se atribuyen a los sonidos del entorno.

► **Sector c – vías**

En la Tabla 191, se encuentran los resultados para el punto el cual pese a que pertenece al sector C “Ruido Intermedio Restringido”, subsector “Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.” de acuerdo a la Resolución 627 de 2006, en la cual se establece un límite máximo permisible para el horario diurno de 80 dB.

Tabla 191 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Durante el Horario Diurno (Sector C)

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector C														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permisible dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
M4	70,0	73,6	78,2	71,8	72,8	74,3	80	SI	3,1	4,1%	4,0	14/07/2021	11:30:16	12:30:29
	66,0	73,6	76,2	71,8	72,8	73,1	80	SI	3,8	5,2%	4,9	11/07/2021	11:30:16	12:30:29
M5	73,6	66,4	72,5	73,0	73,4	72,4	80	SI	3,0	4,2%	3,9	14/07/2021	12:45:16	13:45:25
	71,6	66,4	73,5	75,0	73,4	72,8	80	SI	3,3	4,6%	4,3	11/07/2021	12:45:16	13:45:25
M7	50,1	49,4	56,2	52,0	46,7	52,1	80	SI	3,5	6,7%	4,5	14/07/2021	15:15:30	16:15:14
	50,1	49,4	56,2	53,0	42,7	52,2	80	SI	5,0	9,6%	6,4	11/07/2021	15:15:30	16:15:14
M8	68,0	63,6	64,2	66,8	67,8	66,4	80	SI	2,0	3,0%	2,6	14/07/2021	16:40:16	17:40:29
	68,0	64,6	63,2	66,8	66,8	66,2	80	SI	1,9	2,9%	2,5	11/07/2021	16:40:16	17:40:29
M10	71,4	71,9	71,3	68,8	68,9	70,7	80	SI	1,5	2,1%	1,9	15/07/2021	09:00:34	10:00:32
	71,4	73,9	74,3	70,8	70,9	72,6	80	SI	1,7	2,4%	2,2	18/07/2021	09:00:34	10:00:32
M11	59,7	61,7	65,6	63,4	60,6	62,7	80	SI	2,4	3,8%	3,0	15/07/2021	10:15:28	11:15:27
	59,7	61,7	67,6	63,4	62,6	63,9	80	SI	2,9	4,6%	3,7	18/07/2021	10:15:28	11:15:27
M12	66,0	71,6	69,2	68,8	71,8	70,0	80	SI	2,4	3,4%	3,0	15/07/2021	11:30:16	12:30:29
	66,0	73,6	71,2	68,8	71,8	71,0	80	SI	3,0	4,2%	3,8	18/07/2021	11:30:16	12:30:29
M13	65,7	67,7	68,6	67,4	66,6	67,3	80	SI	1,1	1,7%	1,4	15/07/2021	12:45:28	13:45:27
	66,7	69,7	68,6	67,4	66,6	68,0	80	SI	1,3	2,0%	1,7	18/07/2021	12:45:28	13:45:27
M15	65,0	66,6	67,2	62,8	67,8	66,2	80	SI	2,0	3,0%	2,6	15/07/2021	15:15:16	16:15:29
	65,0	66,6	67,2	64,8	69,8	67,1	80	SI	2,0	3,0%	2,6	18/07/2021	15:15:16	16:15:29
M16	65,7	69,7	71,6	63,4	63,6	68,1	80	SI	3,7	5,4%	4,7	15/07/2021	16:40:28	17:40:27
	65,7	69,7	71,6	65,4	66,6	68,5	80	SI	2,7	4,0%	3,5	18/07/2021	16:40:28	17:40:27
M17	65,4	67,9	63,3	64,8	60,9	65,1	80	SI	2,6	4,0%	3,3	16/07/2021	07:15:34	08:15:32

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector C														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
	65,4	67,9	63,3	66,8	62,9	65,7	80	SI	2,2	3,3%	2,8	25/07/2021	07:15:34	08:15:32
M22	69,1	68,7	73,2	73,2	73,2	71,9	80	SI	2,4	3,3%	3,0	16/07/2021	14:00:00	15:00:00
	69,1	69,7	71,2	73,2	73,2	71,6	80	SI	1,9	2,7%	2,5	25/07/2021	14:00:00	15:00:00
M23	73,4	71,9	72,3	71,8	79,9	75,2	80	SI	3,4	4,6%	4,4	16/07/2021	15:15:34	16:15:32
	71,4	72,9	72,3	71,8	79,9	75,1	80	SI	3,5	4,7%	4,5	25/07/2021	15:15:34	16:15:32
M24	73,4	73,9	72,3	71,8	79,9	75,5	80	SI	3,3	4,3%	4,2	16/07/2021	16:40:34	17:40:32
	74,4	71,9	72,3	71,8	79,9	75,4	80	SI	3,4	4,6%	4,4	25/07/2021	16:40:34	17:40:32
M25	75,4	77,9	73,3	74,8	70,9	75,1	80	SI	2,6	3,5%	3,3	17/07/2021	07:15:34	08:15:32
	76,4	78,9	73,3	74,8	70,9	75,7	80	SI	3,0	4,0%	3,9	01/08/2021	07:15:34	08:15:32
M26	79,9	70,8	74,6	79,3	79,1	77,9	80	SI	3,9	5,1%	5,0	17/07/2021	09:00:16	10:00:18
	80,9	72,8	74,6	79,3	79,1	78,3	80	SI	3,5	4,4%	4,4	01/08/2021	09:00:16	10:00:18
M27	81,2	73,3	78,2	79,4	75,2	78,3	80	SI	3,2	4,1%	4,1	17/07/2021	10:15:00	11:15:00
	79,2	72,3	78,2	79,4	75,2	77,6	80	SI	3,1	3,9%	3,9	01/08/2021	10:15:00	11:15:00
M28	73,2	77,8	77,3	78,5	77,8	77,3	80	SI	2,1	2,7%	2,7	17/07/2021	11:30:34	12:30:32
	72,2	78,8	77,3	78,5	77,8	77,4	80	SI	2,7	3,5%	3,5	01/08/2021	11:30:34	12:30:32
M29	85,8	83,7	82,5	84,0	82,8	83,9	80	NO	1,3	1,5%	1,7	17/07/2021	12:45:28	13:45:27
	80,8	84,7	82,5	84,0	82,8	83,2	80	NO	1,5	1,8%	1,9	01/08/2021	12:45:28	13:45:27

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Para los puntos de ruido ambiental, analizados en el sector de restricción C, se presentaron niveles de presión sonora que se encontraron en un rango de 52,1 dB a 83,9 dB en día hábil, donde el menor valor se registró en el punto M7 y el mayor en el punto M29, por otro lado, en día no hábil los NPS fluctuaron entre 52,2 dB y 83,2 dB, en los puntos M7 y M29, respectivamente, evidenciando sobrepasos de 3,9 dB en día hábil y de 3,2 dB en día no hábil, en el punto M29, respecto al límite máximo permisible (80 dB) establecido en la Resolución 627 de 2006, como se puede evidenciar en la Figura 346 y Figura 347.



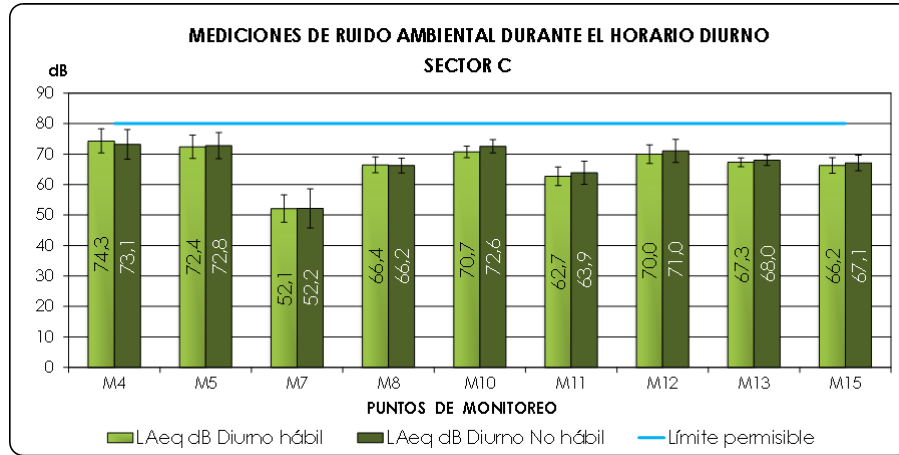


Figura 346 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

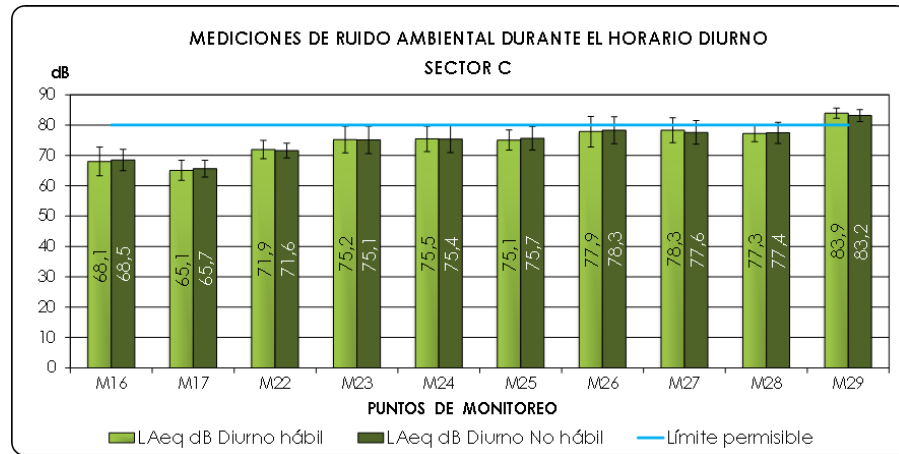


Figura 347 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Los niveles de presión sonora registrados se atribuyen a las fuentes de ruido esporádicas identificadas durante el monitoreo, dado que los puntos se localizaron a un costado de vías de acceso principales los sonidos se asociaron al alto tráfico vehicular que se presenta en dichas avenidas, incluyendo el paso de los automotores del sistema de transporte masivo (Transmilenio) por la troncal Caracas que se alcanzan a percibir en los puntos de M22 en la avenida Caracas con calle 10 a M29 a la altura de la Autopista Norte en sentido Norte-Sur, así como se identificaron los sonidos procedentes de las bocinas de los automotores, el ruido de las sirenas de las ambulancias, el perifoneo de vendedores ambulantes y sonidos provenientes de aves cantando. Es importante resaltar que, durante el monitoreo no se percibieron fuentes permanentes de ruido, por lo cual, los resultados se relacionan a las características normales del entorno y a las actividades cotidianas desarrolladas en el área de estudio.

► Sector A – Tranquilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos de los puntos: M7 Hospital de Kennedy, M19 Centro dermatológico federico Lleras, M20 Hospital de la Misericordia y M21 Medicina Legal, identificados en el censo realizado para la selección de los puntos de muestreo en el sector A *Tranquilidad y Silencio*, supera los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 0627 de 2006.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los resultados de la campaña con los descritos en el artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006.

Tabla 192 – Comparación de los resultados de los puntos categorizados como sector A con los valores máximos permisible de la RES. 627-2006 (diurno)

Punto de Monitoreo	Valores de los resultados del Monitoreo en (dB)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental (dB) Sector A. Tranquilidad y Silencio
M 7	52,1	55
M 19	58,8	
M 20	57,9	
M 21	54,1	

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

De acuerdo con lo anterior, en el sector A se identificó que el aumento de los niveles de presión sonora se debe a fuentes de emisión de ruido tales como: Vehiculares principalmente en la avenida Primera de mayo y Av. caracas, comercio informal y formal, paso de ambulancias y control de flujo vehicular con silbato.

5.2.3.4.1.5.2 *Ruido ambiental en horario nocturno*

► Sector B - Residencial

En la Tabla 193, se muestran los niveles de presión sonora para los puntos ubicados en el sector B “Tranquilidad y Ruido Moderado”, subsector “Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.”, en el cual el límite máximo permisible, establecido para el horario nocturno es de 50 dB.

Tabla 193 – Comparación de los resultados obtenidos con el límite máximo permisible durante el horario nocturno (Sector B – zonas residenciales)

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector B														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
M1	47,4	45,6	49,0	51,1	50,3	49,1	50	SI	2,2	4,5%	2,9	14/07/2021	21:15:39	22:15:21
	47,4	45,6	54,3	55,6	53,1	52,7	50	NO	4,4	8,4%	5,7	11/07/2021	21:15:39	22:15:21
M2	51,8	47,9	51,1	46,0	44,2	49,1	50	SI	3,3	6,7%	4,2	14/07/2021	22:20:18	23:20:35
	51,8	48,1	51,1	46,0	48,2	49,6	50	SI	2,4	4,8%	3,1	11/07/2021	22:20:18	23:20:35
M3	51,9	56,8	47,4	46,3	45,4	51,9	50	NO	4,8	9,2%	6,1	14/07/2021	00:35:10	01:35:22
	51,9	56,8	58,1	46,3	45,4	54,3	50	NO	5,8	10,7%	7,5	11/07/2021	23:30:25	00:30:20
M14	47,4	48,6	49,0	51,1	50,3	49,5	50	SI	1,5	3,0%	1,9	15/07/2021	02:50:39	03:50:21
	47,4	48,6	49,0	51,1	49,3	49,2	50	SI	1,3	2,7%	1,7	18/07/2021	02:50:39	03:50:21
M18	62,7	65,9	66,7	65,6	66,5	65,7	50	NO	1,6	2,5%	2,1	16/07/2021	22:20:00	23:20:00
	62,7	65,9	66,7	67,1	66,5	66,0	50	NO	1,8	2,7%	2,3	25/07/2021	22:20:00	23:20:00
M19	42,1	48,9	46,8	44,0	44,5	45,9	50	SI	2,6	5,8%	3,4	16/07/2021	23:30:17	00:30:30
	42,1	48,9	46,8	44,0	45,8	46,1	50	SI	2,6	5,67%	3,4	25/07/2021	23:30:17	00:30:30
M20	42,1	48,9	46,8	47,0	44,5	46,4	50	SI	2,6	5,6%	3,4	16/07/2021	00:35:17	01:35:30
	42,1	48,9	46,8	47,0	46,5	46,8	50	SI	2,5	5,36%	3,2	25/07/2021	00:35:17	01:35:30

Resultados validos únicamente para los puntos monitoreados-prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin autorización escrita del laboratorio.

N: Norte. E: Este. S: Sur. O: Oeste. V: Vertical. LAeq dB: Lectura equivalente en dB horario nocturno. SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Mediciones realizadas en día no hábil

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

### **Análisis de Resultados en día Hábil**

Respecto a los niveles de presión sonora en horario nocturno, se evidenciaron sobrepasos de 1,9 dB (M3) y 15,7 dB (M18) en día hábil y de 2,7 dB (M1) y 16,0 dB (M18) en día no hábil, con relación al límite máximo permisible establecido en la Resolución No. 627 del 7 de abril de 2006 (50 dB), al registrar valores de 45,9 dB a 65,7 dB en día hábil, correspondiendo a los puntos M19 y M18, en tanto que, en día no hábil los resultados se obtuvieron resultados que variaron de 46,1 dB (M19) a 66,0 dB (M18), como se aprecia en la Figura 348.

Los valores reportados se asocian a las fuentes de ruido identificadas durante el monitoreo, es así como se percibieron los sonidos provenientes de las bocinas de los vehículos y el ruido de las sirenas de las ambulancias, además se alcanzaron a percibir los sonidos de caninos ladrando. Es importante destacar que, durante el monitoreo no se identificaron fuentes permanentes de ruido.

En la figura siguiente, se ilustra el comportamiento de los niveles de presión sonora en el sector B.

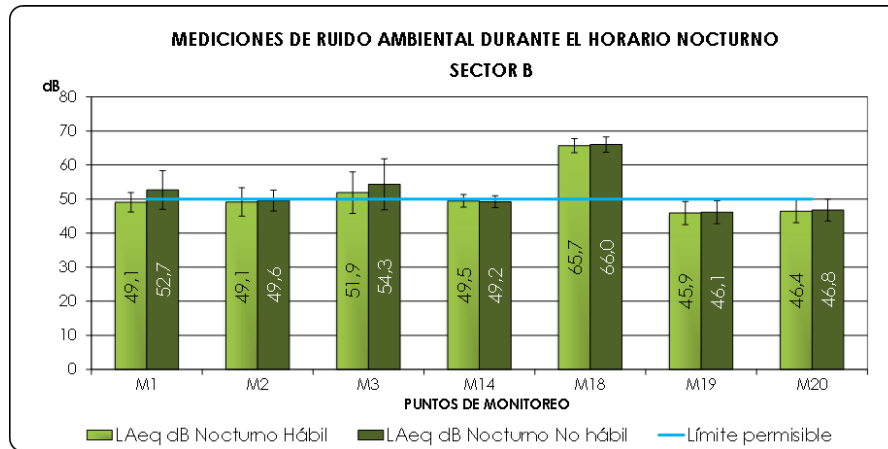


Figura 348 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector B – zonas residenciales).

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Realizando la comparación con la jornada diurna, los niveles de presión sonora en día hábil, se registró una disminución de 3,9 dB (M2) a 15,8 dB (M3), mientras en el punto M18 se evidenció un aumento de 4,7 dB; al igual que en día no hábil, se presentó una disminución de 2,8 dB (M1) a 17,6 dB (M14), en tanto que, el punto M18 exhibió un incremento de 4,5 dB. Dicha variación se asoció a las fuentes esporádicas de ruido identificadas durante el monitoreo, como la incidencia de la fauna local, la cual, se caracteriza por ser un ruido de tipo intermitente, puntual e impulsivo y, a los sonidos asociados con el tráfico vehicular, el cual, se caracteriza por ser ruido de tipo intermitente y lineal de carácter impulsivo y tonal; ya que no se presenta de manera continua en el área de estudio.

#### ► Sector B - Parques

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de presión sonora para los puntos ubicados en el sector B “Tranquilidad y Ruido Moderado”, subsector “Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.”, en el cual el límite máximo permisible, establecido para el horario nocturno es de 50 dB.

Tabla 194 – Comparación de los resultados obtenidos con el límite máximo permisible durante el horario nocturno (Sector B - parques)

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector B-Parques														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
M6	45,7	45,9	46,7	45,6	46,5	46,1	50	SI	0,5	1,1%	0,6	14/07/2021	02:50:00	03:50:00
	45,7	50,3	48,1	45,6	46,5	47,6	50	SI	2,0	4,2%	2,5	11/07/2021	02:50:00	03:50:00
M9	54,9	56,8	54,4	56,3	55,4	55,7	50	NO	1,0	1,8%	1,3	15/07/2021	21:15:25	22:15:20
	54,9	56,8	54,4	56,3	59,4	56,8	50	NO	2,0	3,4%	2,5	18/07/2021	21:15:25	22:15:20
M21	48,1	49,0	48,8	47,0	46,5	48,0	50	SI	1,1	2,3%	1,4	16/07/2021	01:42:17	02:42:30
	48,1	49,0	48,8	47,0	48,7	48,4	50	SI	0,8	1,7%	1,0	25/07/2021	01:42:17	02:42:30

Resultados validos únicamente para los puntos monitoreados-prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin autorización escrita del laboratorio.

N: Norte. E: Este. S: Sur. O: Oeste. V: Vertical. LAeq dB: Lectura equivalente en dB horario nocturno. SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Mediciones realizadas en día no hábil

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

Con relación a los niveles de presión sonora en horario nocturno, para el subsector “Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.”, se presentaron sobrepasos de 5,7 dB en día hábil y de 6,8 dB en día no hábil en el punto M9, respecto al límite máximo permisible establecido en la Resolución No. 627 del 7 de abril de 2006 (50 dB), al registrar valores que estuvieron comprendidos entre 46,1 dB a 55,7 dB en día hábil, en puntos M6 y M9, respectivamente, por su parte, en día no hábil los datos se alojaron en un rango de 47,6 dB (M6) a 56,8 dB (M9), como se aprecia en la Figura 348.

Los resultados registrados se relacionan a los sonidos provenientes de las bocinas de los vehículos que transitan por las vías de acceso cercanas a los puntos evaluados. Es importante indicar que, no se presentaron fuentes de ruido permanentes, por lo tanto, es posible inferir que los niveles de presión sonora se ven influenciados por la presencia del tráfico de la zona de estudio.

En la figura siguiente se ilustra el comportamiento de los niveles de presión sonora en el sector B.

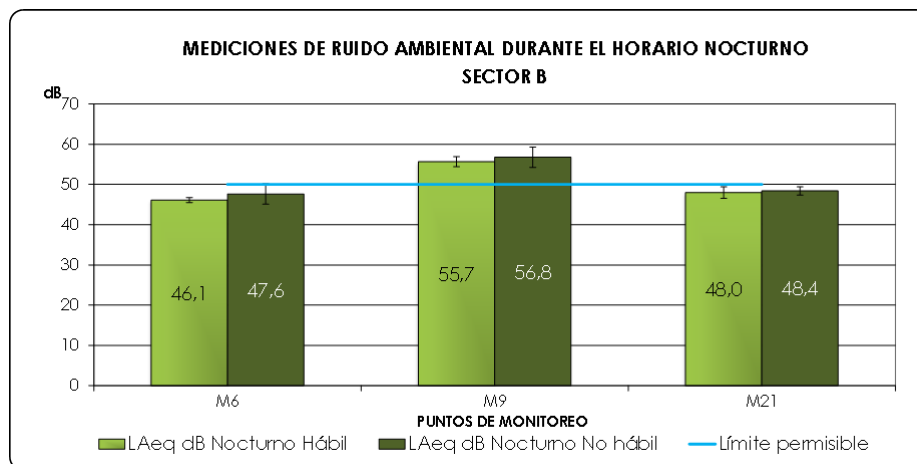


Figura 349 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector B - parques)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

► Sector C – Vías

En la Tabla 195, se aprecian los niveles de presión sonora para el punto el cual pese a que pertenecen al sector C “Ruido Intermedio Restringido”, subsector “Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.” de acuerdo a la Resolución No. 627 del 7 de abril de 2006 expedida por el MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en la cual se establece un límite máximo permisible para el horario nocturno de 70 dB.

Tabla 195 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Durante el Horario Nocturno (Sector C)

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector C														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permisible dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
M4	54,8	49,8	47,9	47,1	51,6	51,2	70	SI	3,1	6,0%	3,9	14/07/2021	00:35:10	01:35:22
	54,8	47,8	46,9	48,4	51,6	51,0	70	SI	3,3	6,4%	4,2	11/07/2021	00:35:10	01:35:22
M5	48,1	48,9	47,8	47,0	46,5	47,8	70	SI	1,0	2,0%	1,2	14/07/2021	01:42:17	02:42:30
	50,1	48,9	47,8	47,0	48,5	48,6	70	SI	1,2	2,4%	1,5	11/07/2021	01:42:17	02:42:30
M7	47,4	45,6	49,0	51,1	50,3	49,1	70	SI	2,2	4,5%	2,9	14/07/2021	04:20:39	05:20:21
	50,7	45,6	49,0	54,5	56,1	52,7	70	SI	4,2	8,0%	5,4	11/07/2021	04:20:39	05:20:21
M8	51,8	51,9	48,1	49,0	53,2	51,2	70	SI	2,1	4,2%	2,7	14/07/2021	05:35:18	06:35:35

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector C														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
	51,8	55,1	48,2	49,0	53,2	52,2	70	SI	2,9	5,5%	3,7	11/07/2021	05:35:18	06:35:35
M10	54,9	58,8	64,4	56,3	55,4	59,7	70	SI	3,9	6,6%	5,0	15/07/2021	22:20:25	23:20:20
	54,9	58,8	64,4	56,3	56,6	59,8	70	SI	3,8	6,3%	4,8	18/07/2021	22:20:25	23:20:20
M11	54,9	53,8	48,4	46,3	45,4	51,4	70	SI	4,4	8,5%	5,6	15/07/2021	23:30:25	00:30:20
	54,9	53,8	48,4	46,3	48,4	51,7	70	SI	3,8	7,3%	4,8	18/07/2021	23:30:25	00:30:20
M12	48,1	48,9	46,8	47,0	44,5	47,3	70	SI	1,7	3,5%	2,1	15/07/2021	00:35:17	01:35:30
	48,1	48,9	46,8	47,0	48,5	48,0	70	SI	0,9	1,9%	1,2	18/07/2021	00:35:17	01:35:30
M13	55,4	48,6	49,0	51,1	50,3	51,7	70	SI	2,7	5,3%	3,5	15/07/2021	01:42:39	02:42:21
	55,4	48,6	49,0	51,1	54,3	52,5	70	SI	3,1	5,9%	3,9	18/07/2021	01:42:39	02:42:21
M15	54,9	46,8	48,4	56,3	55,4	53,8	70	SI	4,4	8,1%	5,6	15/07/2021	04:20:25	05:20:20
	54,9	46,8	48,4	56,3	59,4	55,4	70	SI	5,3	9,6%	6,8	18/07/2021	04:20:25	05:20:20
M16	61,8	57,9	58,1	62,0	60,2	60,4	70	SI	1,9	3,2%	2,5	15/07/2021	05:35:18	06:35:35
	61,8	57,9	58,1	63,8	61,2	61,1	70	SI	2,5	4,1%	3,2	18/07/2021	05:35:18	06:35:35
M17	52,1	58,9	56,8	60,0	57,5	57,8	70	SI	3,0	5,2%	3,9	16/07/2021	21:15:17	22:15:30
	52,1	58,9	56,8	61,0	56,5	58,0	70	SI	3,3	5,7%	4,2	25/07/2021	21:15:17	22:15:30
M22	44,7	47,1	49,7	45,6	45,8	47,0	70	SI	1,9	4,1%	2,5	16/07/2021	02:50:00	03:50:00
	44,7	47,1	49,7	45,6	44,8	46,8	70	SI	2,1	4,5%	2,7	25/07/2021	02:50:00	03:50:00
M23	48,7	45,6	49,4	51,1	54,8	51,0	70	SI	3,4	6,6%	4,3	16/07/2021	04:20:39	05:20:21
	48,7	45,6	49,4	51,1	56,0	51,6	70	SI	3,8	7,4%	4,9	25/07/2021	04:20:39	05:20:21
M24	54,8	53,6	58,1	57,3	53,2	55,8	70	SI	2,2	3,9%	2,8	16/07/2021	05:35:18	06:35:35
	54,8	53,6	58,1	57,3	56,3	56,3	70	SI	1,8	3,2%	2,3	25/07/2021	05:35:18	06:35:35
M25	66,2	63,4	66,2	68,4	74,9	69,9	70	SI	4,3	6,2%	5,6	17/07/2021	21:15:39	22:15:21
	66,2	63,4	66,2	71,3	74,9	70,4	70	NO	4,6	6,6%	5,9	01/08/2021	21:15:39	22:15:21
M26	76,2	71,5	68,9	65,9	68,7	71,8	70	NO	3,9	5,4%	5,0	17/07/2021	22:20:18	23:20:35
	76,2	71,5	68,9	67,2	68,7	71,8	70	NO	3,5	4,9%	4,5	01/08/2021	22:20:18	23:20:35
M27	68,6	59,8	59,5	58,6	57,6	63,2	70	SI	4,4	7,0%	5,7	17/07/2021	23:30:25	00:30:20
	68,6	59,8	59,5	58,6	56,2	63,1	70	SI	4,7	7,5%	6,1	01/08/2021	23:30:25	00:30:20
M28	54,8	49,8	47,9	47,1	49,8	50,8	70	SI	3,0	5,9%	3,8	17/07/2021	00:35:10	01:35:22

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector C														
Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V				SD	CV	IC			
	54,8	49,8	47,9	48,2	50,8	51,1	70	SI	2,8	5,4%	3,6	01/08/2021	00:35:10	01:35:22
M29	48,1	48,9	47,8	47,0	48,6	48,1	70	SI	0,7	1,5%	0,9	17/07/2021	01:42:17	02:42:30
	48,1	48,9	49,8	47,0	47,3	48,3	70	SI	1,2	2,4%	1,5	01/08/2021	01:42:17	02:42:30

Resultados validos únicamente para los puntos monitoreados-prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin autorización escrita del laboratorio.

N: Norte. E: Este. S: Sur. O: Oeste. V: Vertical. LAeq dB: Lectura equivalente en dB horario nocturno. SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Mediciones realizadas en día no hábil

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

De acuerdo con los niveles de presión sonora en horario nocturno, se presentaron resultados que oscilaron entre 47,0 dB (M22) y 71,8 dB (M26) en día hábil, mientras que, en día no hábil los valores estuvieron comprendidos de 46,8 dB (M22) a 71,8 dB (M26), registrando sobrepasos para día hábil de 1,8 dB (M26) y de 0,4 dB (M25) a 1,8 dB (M26) en día no hábil, con respecto al límite máximo permisible (70 dB) establecido en la Resolución No. 627 del 7 de abril de 2006, como se observa en la Figura 349 y .Figura 350.

Los valores reportados se atribuyen a las características normales del entorno, por lo que se alcanzaron a percibir los sonidos procedentes de las bocinas de los automotores que transitan por las vías de acceso aledañas a los puntos evaluados. Cabe resaltar que, durante el monitoreo no se identificaron fuentes de ruido permanentes. En las figuras siguientes, se ilustra el comportamiento de los niveles de presión sonora en el sector C.



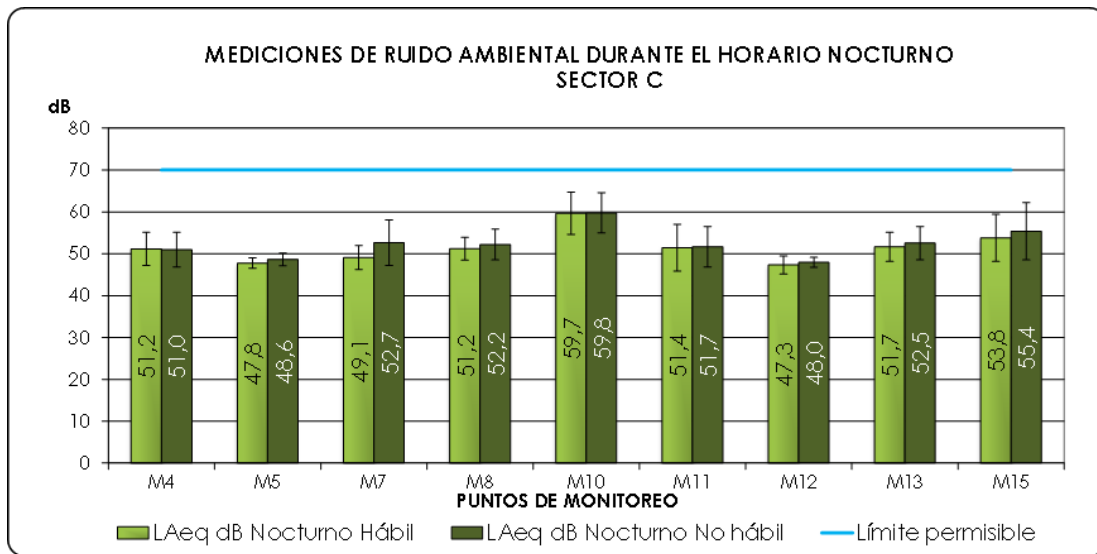


Figura 350 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector C).

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

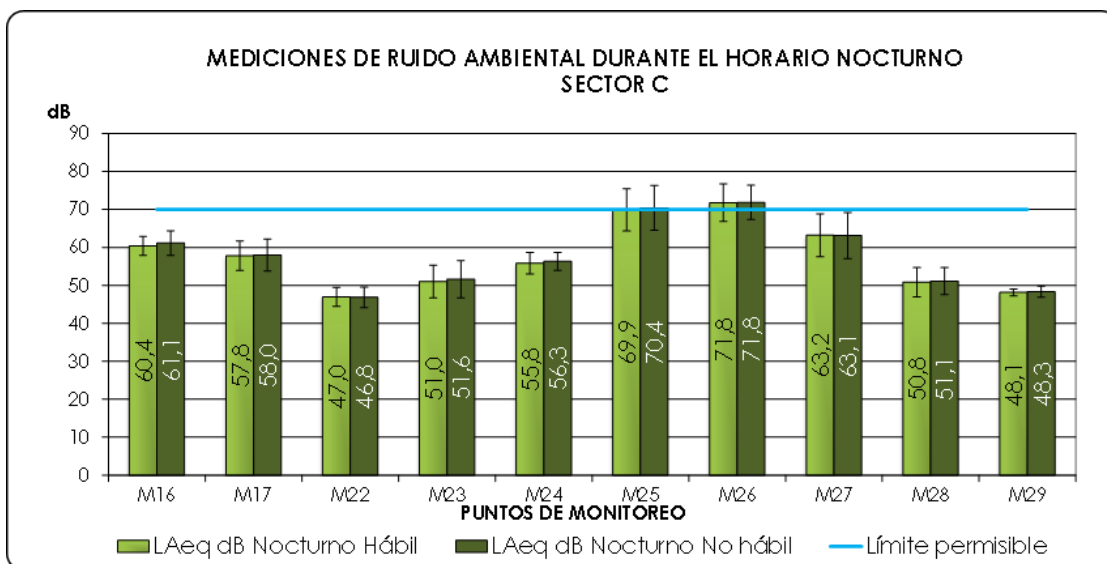


Figura 351 Continuación figura 7 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector C).

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Se evidenció que los niveles de presión sonora, en horario nocturno día hábil, disminuyeron de 3,0 dB (M7) a 35,8 dB (M29), con respecto a los registrados en horario diurno. En cuanto al día no hábil, se presentó un comportamiento similar, donde los NPS denotaron una tendencia a disminuir en un rango de 5,3 dB (M25) a 34,8 dB (M29), dicha variación, se asoció a las fuentes esporádicas de ruido

identificadas durante el monitoreo, como la incidencia del tráfico vehicular, el cual se caracteriza por ser un ruido de tipo intermitente, puntual e impulsivo, ya que no se presenta de manera continua en el área de estudio.

► Sector A – Tranquilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos de los puntos: M7 Hospital de Kennedy, M19 Centro dermatológico federico Lleras, M20 Hospital de la Misericordia y M21 Medicina Legal, identificados en el censo realizado para la selección de los puntos de muestreo en el sector A *Tranquilidad y Silencio*, no cumplen ya que supera los valores de los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental (noche) para este sector A los cuales establece la tabla 2 del artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los resultados de la campaña con los descritos en el artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006.

Tabla 196 – Comparación de los resultados de los puntos categorizados como sector A con los valores máximos permisible de la RES. 627-2006. (Nocturno)

Punto de Monitoreo	Valores de los resultados del Monitoreo en (dB)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental (dB) Sector A. Tranquilidad y Silencio
M 7	52,2	45
M 19	59,6	
M 20	57,9	
M 21	55	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2021

De acuerdo con lo anterior, se identificó que el aumento de los Niveles de presión sonora se debe a que en el sector donde se realizó la toma de la muestra se encontró las fuentes de emisión de ruido tales como el paso de vehículos principalmente en la Avenida Primera de mayo y Avenida caracas y el paso de ambulancias.

5.2.3.4.1.5.3 Comparación de resultados del monitoreo de ruido 2017

En comparación con el estudio de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la PLMB (2019), realizado por INGETEC y registrado en el Tomo línea base del medio abiótico, <sup>2</sup> los resultados obtenidos coinciden

<sup>2</sup> Medio Abiótico, Documento de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la PLMB (2019) Link: <https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/eias20190612/5.2.1%20MEDIO%20ABI%20C3%93TICO.pdf>

en ambas campañas, en donde se evidencian excedencias normativas en el portal de las Américas y en sectores de silencio y tranquilidad como el Hospital de Kennedy y el Hospital de la Misericordia.

#### 5.2.3.4.1.6 Mediciones de ruido a la altura del viaducto

Este monitoreo se realizó con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en el sub ítem *Monitoreo de ruido* del numeral 5.2.3.4.1 del apéndice Técnico 15, donde se establece lo siguiente:

Así mismo se deberá realizar mediciones a las alturas del viaducto considerando los siguientes parámetros:

- ▶ Frente a la ventana ubicada inmediatamente por encima del punto más alto del viaducto, para los edificios cuya altura de fachada supera la altura máxima del viaducto.
- ▶ Frente a la ventana ubicada inmediatamente por debajo del punto más alto del viaducto, para lo edificios cuya altura de fachada es inferior a la altura máxima del viaducto.

Con el fin de dar cumplimiento con lo anterior y de acuerdo con lo descrito en apéndice *técnico 5 sección 1 Diseño Geométrico*, se tiene que la altura del viaducto esta entre 8.7 y 13.5 metros. Se verificó en campo las características de las edificaciones del trazado del proyecto, se identificó que desde los puntos: M2, M3, M5, M6, M8, M9, M13, M15, M16, M17, M18, M19, M22, M23, 28 Y 29, son edificaciones que tienen una altura promedio de 6 m (3 pisos) y a esta altura se le sumo la altura promedio de una persona (1.5 m) con el fin de tener una medida de la percepción del ruido a esta altura. Razón por la cual se tomó la muestra a 7.5 m.





Para el caso de las edificaciones con mayor altura y que se encuentran cerca al paso del Metro, como son las de los puntos M11 y M21, tomando un promedio de la altura 12 m más la altura promedio de una persona (1.5 m) y la percepción del ruido de la persona a esta altura, la toma de muestra de estos puntos se realizó a una altura de 13.5 m.






##### 5.2.3.4.1.6.1 Puntos de toma de muestra

Los puntos de toma de muestra se tomaron de acuerdo con lo descrito en el ítem de *Mediciones de ruido ambiental a la altura del viaducto*, los cuales se encuentran en la siguiente tabla:






---



Tabla 197 - Puntos de monitoreo para ruido ambiental a las alturas de viaducto

Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M1	Avenida Longitudinal en el Occidente del barrio Cañaveralejo, a un costado del Patio Taller.		E4867720,514 N071694,553	4°38'52.28"N - 74°11'34.98"O	4	B
M2	Avenida Ciudad Villavicencio Calle 43 Sur, El Jazmín UPZ Patio Bonito.  Cra 92 #42g – 60 costado sur-oriente de la avenida Villavicencio		E4869317,234 N2071073,288	4°38'22.27"N - 74°10'34.59"O	7,5	B
M3	Avenida Ciudad Villavicencio Calle 43 Sur, Las Margaritas  Avenida Villavicencio # 82#13.  Punto ubicado hacia el costado sur oriente de la avenida Villavicencio		E4870158,773 N2069579,307	4°37'38.60"N - 74°10'11.10"O	7,5	B
M4	Avenida Ciudad Villavicencio con Carrera 80.  Carrera 80 #43 Sur-1 a 43  Centro amar Corabastos Kennedy costado sur occidente de la avenida Villavicencio	  Ubicación del sonómetro	E4870749,403 N2068715,696	4°37'15.76"N - 74° 9'58.63"O	4	B







Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
		 <p>Lugar donde se ejecutó el monitoreo</p>				
M5	<p>Avenida Ciudad Villavicencio con Avenida 1ra de Mayo. Costado sur occidente de la intersección de la avenida villavicencio con Avenida primera de mayo.</p> <p>Avenida primera de Mayo # 43º02</p> <p>Panadería</p>	 <p>Ubicación del sonómetro</p>  <p>Sitio donde se ejecutó el monitoreo</p>	E4871093,269 N2068019,190	4°36'53.35"N - 74° 9'47.18"O	7,5	B
M6	<p>Punto ubicado Cl. 41b Sur #78h-2 costado occidente de la avenida primera de mayo</p>	 <p>Ubicación del sonómetro</p>  <p>Ubicación de la vivienda donde se ejecutó.</p>	E4871771,695 N2068281,174	4°36'59.42"N - 74° 9'27.78"O	7,5	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M7	Avenida 1ra de Mayo con Calle 40 f Sur, a un costado del Hospital de Kennedy  Transversal 74FS # 40-03, Bogotá	 	E4871998,639 N2068230,459	4°37'2.08"N - 74° 9'10.80"O	4	B
M8	Carrera 73 Bis # 38E03 Panadería la cual se encuentra ubicada en el costado sur este del trazado, cerca a la plazoleta	 	E4872560632 N2068309,674	4°37'1.91"N - 74° 8'58.18"O	7,5	B
M8	Avenida 1ra de Mayo con Calle 38 C sur, Barrio Camilo Torres.  carrera 73c bis # 38-10sur		E4872560632 N2068309,674	4°37'1.91"N - 74° 8'58.18"O	7,5	B
M9	Calle 5 Sur, cancha Americas Occidental  calle 6 sur # 72ª-01		E4873554,346 N2068681,063	4°37'9.53"N - 74° 8'25.21"O	7.5	C







Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
						
M10	Avenida 1ra de Mayo con carrera 69b avenida 1 mayo #69*31	 	E4874105,161 N2067936,662	4°36'51.10"N - 74° 8'9.70"O	4	B
M11	Transversal 68B, Floralia transversal 68B # 29-06	 	E4874625,138 N2067358,396	4°36'30.88"N - 74° 7'49.76"O	13,5	C


Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M12	Avenida 1ra de Mayo Calle 26 Sur, San Eusebio UPZ Ciudad Montes  avenida 1 mayo #51F11	 	E4875153,297 N2067080,046	4°36'13.08"N 74° 7'23.37"O	4	B
M13	Rotonda Avenida 1ra de Mayo con Carrera 50  av 1 Mayo # 50B08	 	E4875663,991 N2066662,664	4°36'10.58" N - 74° 7'20.10"O	7,5	B
M14	Avenida 1ra de Mayo con Carrera 39, Los Sauces  avenida 1 mayo # 38b54	 	E4876074,208 N2066404,462	4°35'59.88" N - 74° 7'2.79"O	4	B


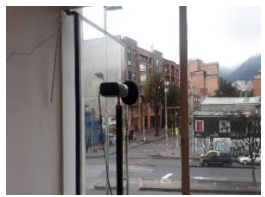





Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M15	SENA Complejo del Sur, Avenida Carrera 30 carrera 30 sur #22sur83	 	E4876589,762 N2065937,349	4°35'41.50"N - 74° 6'44.10"O	7,5	B
M16	Avenida Carrera 30, con Calle 1 carrera 30# 1D84	 	E4877238,401 N2066268,498	4°35'56.86"N - 74° 6'27.42"O	7,5	B
M17	Rotonda Calle 8 Sur, La Fraguilla calle 8 sur #27*30		E4877645,884 N2065832,259	4°35'44.88"N - 74° 6'12.73"O	7,5	B
M18	Transversal 22, con Calle 1 transversal 22 # 3-50		E4878431,493 N2065694,137	4°35'36.51"N - 74° 5'45.80"O	7,5	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
						
M19	Hospital Universitario San Juan de Dios, Calle 1. Federico Ileras calle 1 #13#61	 	E4879335,179 N2065415,861	4°35'29.09"N - 74° 5'20.10"O	7,5	B
M20	Hospital Materno Infantil HOMI, Troncal Caracas con Calle 1 Hospital la Misericordia Av. Caracas #1-65	 	E4879407,071 N2065696,332	4°35'37.33"N - 74° 5'16.59"O	4	B
M21	Troncal Caracas con Calle 6. Medicina Legal Cl. 7ª # 12ª51		E4879809,926 N2066059,185	4°35'52.91"N - 74° 4'58.61"O	13,5	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
						
M22	Troncal Caracas Plazoleta los Martires  parroquia Voto Nacional Cra. 8 #40B-65	 	E 4880077,14 N2066560,385	4°36'7.40"N - 74° 4'56.20"O	7,5	B
M23	Avenida Caracas con Calle 26, Galeria Las Flores  Plazoleta centro Internacional Cl. 28 #13ª 15	 	E4880980,159 N2068096,374	4°36'53.08"N - 74° 4'18.69"O	7,5	B
M24	Universidad Católica Avenida caraca # 46-72		E4881586,416 N2069973,866	4°38'2.80"N - 74° 4'1.83"O	4	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
						
M25	Funeraria la paz Avenida Caracas # 51-65	 	E4881820,162 N2070968,739	4°38'20.99"N - 74° 4'0.24"O	4	B
M26	Colegio Capacitación 2000 Avenida Caracas # 62-09	 	E4881820,162 N2070968,739	4°38'20.99"N - 74° 4'0.24"O	4	B
M27	Calle 72ª # 20-15 Edificio a demoler por la Empresa Metro.		E4881974,534 N2071823,135	4°38'56.98"N - 74° 3'53.82"O	4	B

Punto de Monitoreo	Descripción	Registro Fotográfico	Coordenadas		Altura (m)	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
			DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
						
M28	Avenida Caracas # 74-39 Agro Campo	 	E4882411,732 N2073748,153	4°39'42.12"N - 74° 3'42.06"O	7,5	B
M29	Autopista Norte con Calle 80, Monumento a los Héroes Edificio Urysa Carrera 20B #77-05	 	E4882429,366 N2074004,146	4°39'57.04"N - 74° 3'40.62"O	7,5	B

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

#### 5.2.3.4.1.6.2 Equipos utilizados

En Tabla 198 y Tabla 199 se muestran los equipos utilizados para los monitoreos de ruido ambiental del viaducto:

Los certificados de los sonómetros y calibradores acústicos que utilizaron para la medición se encuentran en el Informe de Resultados Monitoreos de Ruido Ambiental 29 Puntos- EIAS-PLMB (L1T1-CON-AMB-IN-0031).

Tabla 198 - Relación de sonómetros

SONOMETRO	SERIAL	CERTIFICADO DE CALIBRACION	
		FECHA EXPEDICIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO
<b>BSWA 308</b>	580251	2021-02-01	2022-02-01
<b>Casella CEL-63X</b>	1311787	2021-05-07	2022-05-07
<b>SONOMETRO 3M SOUDND PRO</b>	BLF120002	2020-10-16	2021-10-16
<b>SONOMETRO 3M SOUDND PRO</b>	BLM060005	2020-09-09	2021-09-09
<b>SONOMETRO 3M SOUDND PRO</b>	BIF040003	2020-08-31	2021-08-31
<b>SONOMETRO 3M SOUDND PRO</b>	BLJ100010	2020-08-04	2021-08-04
<b>BSWA 308</b>	570255	2020-09-18	2021-09-18
<b>PCE INSTRUMENTS 428</b>	557225	2021-01-04	2022-01-04
<b>BSWA 308</b>	580263	2021-01-02	2022-01-02
<b>SONOMETRO 3M SOUDND PRO</b>	BLH100017	2021-03-19	2022-03-19

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 199 - Relación de calibradores acústicos

CALIBRADORES ACUSTICOS	SERIAL	CERTIFICADO DE CALIBRACION	
		FECHA EXPEDICION	FECHA DE VENCIMIENTO
<b>CASELLA CEL-110/1</b>	051040	2021-05-10	2022-05-10
<b>CASELLA CEL-110/2</b>	190081	2021-05-07	2022-05-07
<b>QUEST TECHNOLOGIES QC-10</b>	0QI0110106	2020-08-31	2021-08-31
<b>PCE INSTRUMENTS PCE-SC42</b>	N839959	2021-01-04	2022-01-04
<b>3M AC-300</b>	AC300002944	2020-09-09	2021-09-09
<b>BSWA TECH CA114</b>	550058	2021-02-01	2022-02-01

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

### 5.2.3.4.1.6.3 Resultados de las mediciones

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las tomas de muestra por cada uno de los sentidos (Norte, este, sur, oeste y vertical) la altura en la que se tomó de acuerdo con las características de la altura de las edificaciones, que se encuentran cerca al punto de monitoreo.

Esta campaña de monitoreo se realizó de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.2.3.4.1 del apéndice técnico 15 anexo 1 en el cual establece: *Las mediciones se desarrollarán durante horarios diurno y nocturno, teniendo en cuenta los horarios estipulados en el Artículo 2 de la Resolución 0627 de 2006:*

- ▶ Diurno: de las 7:01 a las 21:00 horas.
- ▶ Nocturno: de las 21:01 a las 7:00 horas.

En cumplimiento de lo anterior en la siguiente tabla se muestra la fecha de ejecución y el horario en el que fueron ejecutados.

Tabla 200 - Resultados de las mediciones de ruido a la altura del viaducto

Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Altura (m)	Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V					
M1	79,5	75,7	78,7	83,2	74,2	74,03	4	23/07/2021	7:50 am	8:50 am
	55,2	59,6	57,8	60,6	50,7	58,54		24/07/2021	1:00 a.m	2:00 a.m
M2	63,9	56,2	61,5	58,2	59,5	61,35	7.5	21/07/2021	1:00 p.m	2:00 p.m
	52,1	59,4	55,9	60,2	60,4	63,95		22/07/2021	9:00p. m.	10:00 pm
M3	68,07	71,6	68,4	73,4	71,2	70,43	7.5	14/07/2021	02:00 pm	03:00 pm
	52,1	52,2	54,1	49,1	51,7	50,87		15/07/2021	11:00 pm	12:00 am
M4	70,2	71,6	70,0	74,7	71,6	71,67	4	23/07/2021	8:59 am	9:59 am
	71,8	70,8	69,2	69,3	68,9	70,17		24/07/2021	9:28 pm	10:28 pm
M5	70,3	69,2	67,5	63,9	67,2	66,65	7.5	27/07/2021	11:30 am	12:30 pm
	71,5	70,5	70,2	68,5	72,4	71,13		28/07/2021	10:15 pm	11:15 pm
M6	66,5	68,9	71,0	71,9	70,1	66,74	7.5	27/07/2021	1:17 pm	2:17 pm
	71,8	69,2	69,8	70,4	72,7	70,02		28/07/2021	11:40 pm	12:40 am
M7	74	76,6	76,1	74,3	75,7	75,27	4	24/07/2021	4:30 pm	5:30 pm
	49,8	52,1	50,5	49,4	47,7	52,64		25/072021	12:15 am	1:15 am
M8	66	67,7	65,8	67,0	70,0	68,7	7.5	14/07/2021	11:31 am	12:31 pm

Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Altura (m)	Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V					
	60.8	62.1	60.8	59.3	58.0	61.8		15/07/2021	10:30 pm	11:30 pm
M9	57.9	57.0	56.0	60.7	58.7	58.81	7.5	13/07/2021	2:50 pm	3:50 pm
	49.7	52.2	48.8	49.5	48.3	50.88		14/07/2021	11:50 am	12:50 am
M10	70.7	74.2	77.5	71.4	83.8	71.41	4	23/07/2021	11:18 am	12:18 pm
	72.3	69.1	68.6	69.7	65.8	70.18		24/07/2021	11:14 pm	12:14 am
M11	59.1	63.2	62.5	57.0	56.2	59.35	13.5	28/07/2021	10:04 am	11:04 am
	67.6	69.4	71.5	72.2	71.2	70.37		29/07/2021	9:08 pm	10:08 pm
M12	70.7	71.3	70.1	72.5	71.6	71.72	4	29/07/2021	10:34 am	11:34 am
	68.8	68.2	70.1	70.5	62.3	67.70		30/07/2021	9:45 pm	10:45 pm
M13	69.8	70.3	70.2	71.6	71.8	70.88	7.5	28/07/2021	1:07 pm	2:07 pm
	71.2	71.8	75.8	71.1	70.9	71.36		29/07/2021	9:41 pm	10:41 pm
M14	72.6	74.3	73.2	73.8	77.2	75.44	4	24/07/2021	6:41 pm	7:41 pm
	66.9	72.6	69.1	66.0	73.0	69.69		25/07/2021	10:53 pm	11:53 pm
M15	74	76.6	76.1	75.7	77.4	75.27	7.5	23/07/2021	11:50 am	12:50 pm
	66.0	65.3	70.6	68.6	67.2	69.68		24/07/2021	11:35 pm	12:35 am
M16	67.8	70.8	69.8	68.0	68.1	68.96	7.5	21/07/2021	2:45 pm	3:45 pm
	66.9	68.4	65.2	68.4	65.1	66.80		22/07/2021	10:30 pm	11:30 pm
M17	74.0	76.6	76.1	75.7	77.4	75.27	7.5	24/07/2021	4:30 pm	5:30 pm
	49.8	52.1	50.5	49.4	49.8	52.64		25/07/2021	1:00 am	2:00 am
M18	66.0	67.7	65.8	66.9	70.0	68.17	7.5	14/07/2021	11:31 am	12:31 pm
	60.8	62.1	64.2	58	58	61.8		15/07/2021	10:30 pm	11:30 pm
M19	57.9	57.0	57.7	61.1	58.7	58.81	7.5	14/07/2021	2:50 pm	3:50 pm
	49.7	52.2	48.8	49.5	48.3	50.88		15/07/2021	11:50 pm	12:50 am
M20	68.9	63.3	67.7	74.9	65.7	66.25	4	29/07/2021	1:11 pm	2:11 pm
	70.5	73.8	71.5	71.7	71.0	71.61		30/07/2021	9:30 pm	10:30 pm
M21	58.6	58.8	52.1	57.0	59.2	57.38	13.5	27/07/2021	10:07 am	11:07am
	59.3	58.0	57.6	56.3	60.8	57.85		28/07/2021	9:03 pm	10:03 pm



Punto de Monitoreo	Dirección					LAeq dB	Altura (m)	Fecha	Hora Inicial	Hora Final
	N	E	S	O	V					
M22	70	70.1	71.5	73.6	62.1	70.54	7.5	14/07/2021	12:00 pm	1:00 pm
	61.2	70.6	65.6	58.3	58.3	63.18		15/07/2021	9:35 pm	10:35 pm
M23	62.9	60.7	59.5	58.8	59.9	61.35	7.5	14/07/2021	10:00 am	11:00 am
	67.6	66.6	65.7	65.8	65.7	66.23		15/07/2021	9:01 pm	10:01 pm
M24	70.8	61.2	69.8	63.3	68.5	67.42	4	24/07/2021	7:39 pm	8:39 pm
	68.6	66.3	65.3	67.2	74.3	71.12		25/07/2021	9:04 pm	10:04 pm
M25	75.5	75.3	79.1	71.6	75.2	74.00	4	29/07/2021	2:55 pm	3:55 pm
	66	68.4	69.4	57.2	72.5	68.52		30/07/2021	9:05 pm	10:05 pm
M26	74.8	73.4	75.5	76.8	74.1	74.84	4	30/07/2021	4:38 pm	5:38 pm
	70.3	69.1	72.3	72.4	72.2	71.75		31/07/2021	9:45 pm,	10:45 pm
M27	68.3	67.7	66.3	70.8	69.9	69.26	4	30/07/2021	3:22 pm	4:32 pm
	75.5	72.2	73.0	74.8	73.1	74.59		31/07/2021	10:06 pm	11:06 pm
M28	73.5	62.5	60.1	59.9	66.1	64.98	7.5	22/07/2021	2:57 pm	3:57 pm
	61.5	62.2	60.2	62.8	59.2	61.10		23/07/2021	10:01 pm	11:01 pm
M29	77.0	74.2	69.4	76.4	65.6	74.44	7.5	21/07/2021	10:55 am	11:55 am
	68.0	68.0	67.6	69.8	63.4	66.54		24/07/2021	12:03 am	1:03 am

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

Mediciones realizadas horas nocturna

#### 5.2.3.4.1.6.4 Análisis para mediciones a una altura de 7.5m

Los niveles de presión sonora registrados en el monitoreo van de acuerdo con el ruido que percibe una persona en una vivienda a esa altura (7.5 m), los factores externos como los son la fuente móviles, fijas y difusas que se puedan encontrar dentro del sector donde se situó el punto de monitoreo.

Los Niveles de presión sonora promedios LAeq para estas mediciones estuvieron en los rangos de 58.81-75.27 dB en horario Diurno, para las mediciones nocturnas estos rangos estuvieron entre 50.88-71.36 dB.

Con respecto a las mediciones con niveles de presión sonora con valores bajos, en horario diurno esta fue registradas en los puntos M9 (Avenida primera de mayo con 26 sur) y M19 (Avenida caracas con Avenida Hortua) el factor que pudo influir es la hora de la toma de muestra que fue en hora valle y el poco flujo vehicular que se presentó en ese día.

Con respecto al punto M9 el cual se situó en una vivienda de 3 pisos al lado de la conectante del puente de la primera de mayo hacia la avenida Boyacá (sur), no se percibe con mayor intensidad el paso de vehículos.

Con respecto al M19 el cual se encuentra en la avenida Caracas con Hortua en el Centro Dermatológico Federico Lleras en el edificio del restaurante para empleados en el piso 3 (balcón) que tomó el ruido de la intersección se evidencia que en la hora de la toma de muestra el flujo de vehicular fue menor, no hubo paso de ambulancia y no se presentó sonidos externos que influyeran.

Los puntos M15 (avenida primera de mayo con NQS) y M17 (avenida Hortua con carrera 27) que tuvieron mediciones altas de 75.27 dB.

Con respecto al punto M15 el sonómetro fue situado en la terraza del SENA, en esta zona se evidenció un alto flujo vehicular sobre las vías principales, se encuentran sitios de comercialización de motos, se evidencia el paso esporádico de ambulancias.

En cuanto al punto M17 el cual se ejecutó en la terraza del piso 3 de la vivienda, el sonómetro fue situada en dirección sobre la avenida Hortua la cual en la hora de la toma de muestra fue una hora pico donde el flujo vehicular circulaba con mucha congestión, influyó en la medición el sonido de los pitos de los vehículos y la sirena de algunas ambulancias.

#### *5.2.3.4.1.6.5 Análisis para mediciones a una altura de 13.5m*

Teniendo en cuenta que el monitoreo que se realizó en dos puntos en los cuales se evidenciaron viviendas de una altura superior a la altura del viaducto (13.5m).

Uno de estos puntos es el M11 situado en la avenida 68 con primera de mayo el sonómetro se ubicó en el piso 3 de una vivienda esquinera al frente de unos conjuntos residenciales las mediciones para estos puntos oscilaron entre 59.35dB en hora diurna y 70.37 dB en hora nocturna, como se puede evidenciar los mayores NPS se presentaron en horas de la noche debido a que ese día se presentó un trancón sobre a la avenida primera de mayo debido a la reducción de uno de sus carriles, por tanto se presentó una mayor generación de ruido.

Con respecto al segundo punto el M21 el cual se ubicó en la terraza del edificio de Medicina Legal institución que se encuentra ubicada sobre la Avenida Caracas con Avenida sexta, los Niveles de presión sonora promedios que se registraron en este punto oscilaron entre los valores 57.38 dB en horario diurno y de 57.85dB en horario nocturno. Como se evidencia en comparación con el punto M11 los niveles de presión sonora son más bajos a esta altura, a pesar de que en la avenida en la zona como fuentes de emisión de ruido, el paso constante de vehículos sobre las vías principales, el comercio de los centros comerciales, de los vendedores informales y el sonidos de la sirenas de las ambulancias que llegan a este instituto.

#### 5.2.3.4.1.6.6 *Análisis para mediciones a una altura de 4m*

Teniendo en cuenta que para los puntos M1, M4, M7, M10, M12, M14, M20, M24, M25, M26 y M27 se evidencio en la zona de cada uno de estos puntos, que las edificaciones tienen alturas entre 3m a 5 metros, por tal motivo se tomó la muestra de ruido a una altura de 4 metros.

Los puntos con una mayor NPS fueron los puntos: M1, M7, M14, M25 y M26, con valores superiores a los 74dB para horario diurno, las principales fuentes generadoras de ruido están relacionado al alto flujo vehicular de las vías (Avenida Villavicencio, Avenida Primera de mayo y Avenida Caracas), además influyen las actividades como es el comercio formal e informal, el paso de ambulancias, el pitido de los vehículos, Entre otros. Para el caso del punto M1 ubicado en Patio Taller la fuente de emisión fue el paso de aviones y perros ladrando.

En horario nocturno se evidencia valores superiores a 70 dB en los puntos M4, M10, M20, M24 y M26. Las principales fuentes generadoras de ruido fueron: El alto tráfico de las principales avenidas (Avenida Villavicencio, Avenida Primera de mayo y Avenida Caracas), paso de ambulancia, paso esporádico de aviones y el perifoneo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el punto M26 ubicado sobre la avenida caracas con calle 63 en el piso 2 del Instituto de Capacitación 2000, tiene un comportamiento NPS similares en la noche como en el día debido a que hay una alta incidencia de la fuentes de emisión tales como: Paso constante de Estudiantes de las instituciones educativas cercanas, en la parte de atrás de esta edificación se encuentran en operación de 24 horas Moteles, vendedores informales que se encuentran sobre las avenidas, paso continuo de vehículos y ambulancias.

#### 5.2.3.4.1.7 *Modelo de ruido para el escenario Línea base*

Para determinar el nivel de ruido de línea base en el área (entorno acústico de referencia) incluye los siguientes tres pasos:

- ▶ **Paso 1 - Programa de medición:** Medición de los niveles de sonido ambiental y de los recuentos de tráfico en puntos específicos, tal y como se define en el Protocolo de Medición de la Línea Base (BMP) en el documento L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PR-0002 (ver Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07\_VFF\7\_3 Atmosferico\G\_Protocolo Línea Base).
- ▶ **Paso 2 - Calibración del modelo:** Seguir un procedimiento de calibración de dos pasos para crear un modelo de línea base calibrado utilizando los datos de sonido medidos y los recuentos de tráfico.
- ▶ **Paso 3 - Cuantificación de la Línea Base:** Utilizar los recuentos de tráfico de las redes de las vías principales y secundarias establecidos por el consultor de tráfico del proyecto para establecer un modelo de ruido de línea base para cuantificar las condiciones de la línea base dentro del área de estudio.

### 5.2.3.4.1.7.1 Programa de medición

El programa de medición de la línea base de ruido se llevó a cabo entre el 11 de junio de 2021 y el 1 de julio de 2021, y el procesamiento de los datos se completó en noviembre de 2021 por el consultor ambiental del proyecto, MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S (MCS). El programa de medición se completó de acuerdo con el Protocolo de Medición de Línea Base (PMB).

Se tomaron mediciones del nivel sonoro de línea base en los 29 puntos a lo largo del corredor, identificados en el BMP. El BMP proporcionó los requisitos detallados de las mediciones a corto plazo (hasta 1 hora), así como las de largo plazo (hasta 96 horas). El BMP identificó que los 29 puntos requerían mediciones a corto plazo, y 18 requerían las de largo plazo.

Las mediciones a corto plazo junto con las observaciones y recuentos de tráfico fueron registradas para establecer la contribución de fuentes estacionarias sobre el sonido en el ambiente. Las mediciones a corto plazo como las de largo plazo fueron completadas bajo condiciones aptas para mediciones en exteriores (es decir, vientos moderados, pocas a nulas precipitaciones, etc.). Durante el periodo de medición, los datos del clima que incluyen precipitaciones, velocidad del viento y otros detalles fueron recolectados en 6 puntos diferentes, los cuales son representativos del corredor completo.

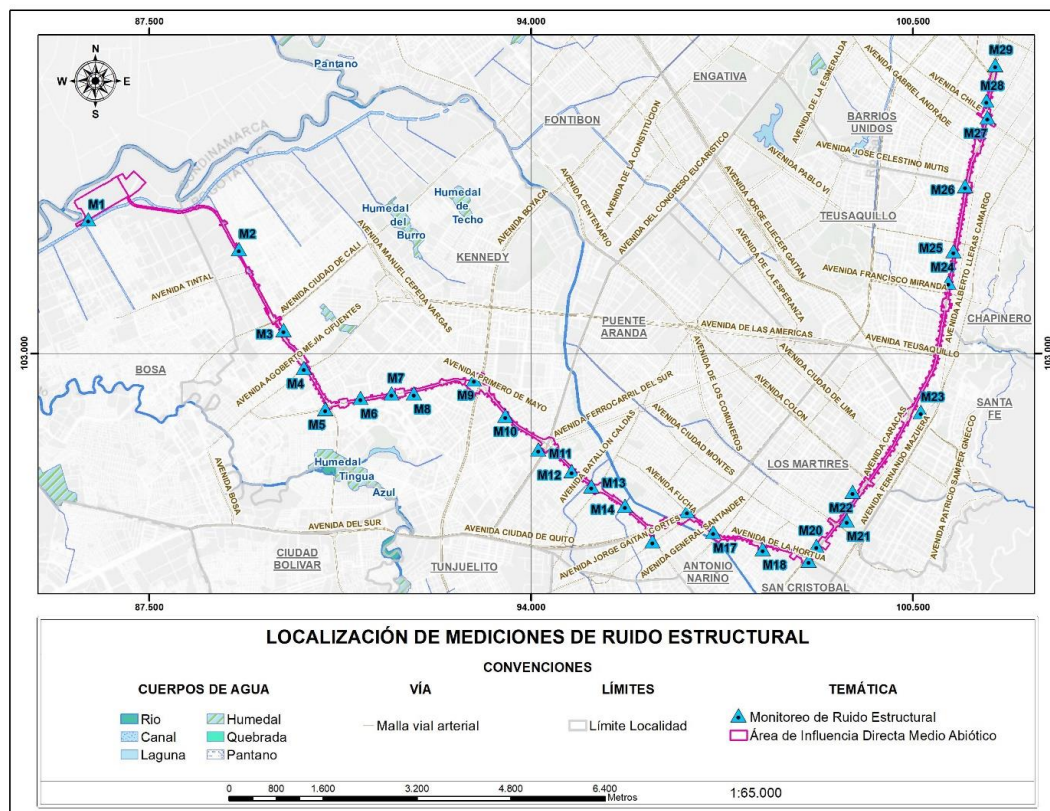


Figura 352 Localización de mediciones de ruido estructural

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

Se observó que las mediciones se dividían en una de las tres categorías siguientes:

- ▶ **Categoría 1:** El ruido medido no procede de las carreteras cercanas, sino que incluye en gran medida las contribuciones del zumbido urbano; el zumbido urbano es el sonido colectivo procedente de fuentes lejanas, como la carretera y la reflexión de los edificios. Estos lugares fueron identificados y marcados en la siguiente tabla.
- ▶ **Categoría 2:** Las mediciones en algunos lugares estaban contaminadas por las actividades de las personas que pasaban por allí o por las actividades comerciales cercanas; éstas no se consideran parte de la línea base de ruido o del sonido ambiente y, por lo tanto, están marcadas como no aplicables como mediciones válidas.
- ▶ **Categoría 3:** Las mediciones restantes son mediciones válidas y se utilizan para el análisis posterior.

Las observaciones y mediciones de campo indicaron que las fuentes estacionarias no influyen en los niveles de ruido de referencia más allá de los límites inmediatos de su propiedad; su impacto en el área de estudio más amplia es insignificante.

- ▶ Mediciones a largo plazo y recuento de tráfico

Las mediciones a largo plazo se llevaron a cabo como mediciones sin supervisión durante un período de aproximadamente 96 horas (remitirse al numeral 5.2.3.4.1.2.1).

#### 5.2.3.4.1.7.2 *Calibración del modelo*

El enfoque de la calibración del modelo en este informe incluye un procedimiento de calibración de dos niveles para establecer un mayor nivel de confianza en la predicción. El primer paso incluye la calibración del modelo mediante mediciones a corto plazo y recuentos de tráfico; el segundo nivel incluye la verificación del modelo calibrado mediante mediciones promedio a largo plazo y los correspondientes recuentos de tráfico promedio.

- ▶ Calibración mediante mediciones a corto plazo y recuento de tráfico

Las mediciones del nivel sonoro a corto plazo y los correspondientes volúmenes de tráfico se utilizaron como el primer paso de la calibración. En este paso, cada recuento de tráfico de una hora, junto con las categorizaciones y las velocidades observadas, se utilizaron como entradas para el modelo de predicción y el nivel sonoro resultante equivalente a una hora en los lugares de medición del nivel sonoro se predijo y se comparó con el nivel medido.

Este procedimiento se utiliza para inicializar varios parámetros acústicos dentro del modelo, tales como la temperatura, la humedad relativa, la absorción media del suelo de la zona, etc. Durante el programa de medición se observó que en el entorno acústico predominaba el ruido del tráfico de las vías; las estrechas correlaciones entre el nivel sonoro medido y previsto, utilizando el volumen de tráfico y otros parámetros del tráfico, lo confirmaron.

- ▶ Verificación mediante mediciones a largo plazo y recuento de tráfico

Una vez obtenida la calibración, mediante las mediciones a corto plazo, junto con los recuentos de tráfico realizados durante el programa de medición a corto plazo, la precisión de la predicción del modelo se comprobó utilizando las mediciones a largo plazo y los recuentos de tráfico.

El recuento de tráfico automatizado, obtenido a partir del programa de medición a largo plazo para el periodo correspondiente las horas diurnas (de 07:01 a 21:00) y nocturnas (de 21:01 a 07:00), se utilizó como una nueva entrada al modelo y se predijo el nivel sonoro en los lugares de medición a largo plazo.

#### *5.2.3.4.1.7.3 Modelo de predicción*

Se creó un modelo tridimensional (3D) de predicción acústica utilizando el paquete de software CadnaA (Reducción del ruido asistida por ordenador) disponible comercialmente, el cual implementa los algoritmos contenidos en los documentos del Departamento de Transporte de los Estados Unidos: Administración Federal de Carreteras (Federal Highway Administration (FHWA)) y "Modelo de Ruido de Tráfico (FHWA Traffic Noise Model) TNM, Versión 2.5" (Documento FHWA TNM), que se exige en el AT 2. CadnaA es un software líder para el cálculo, la presentación, la evaluación y la predicción del ruido ambiental y se utiliza ampliamente para la evaluación del ruido de plantas industriales, carreteras, esquemas ferroviarios y entornos urbanizados. El proveedor de software Datakustik afirma que el software se utiliza en más de 60 países (<https://www.datakustik.com/products/cadnaa/cadnaa>). Además, el software CadnaA ofrece un excelente entorno de modelación en 3D y un efecto de visualización que es un requisito del AT15 .

El algoritmo de ruido TNM de la FHWA se basa en ecuaciones paramétricas que requieren variables, tales como los volúmenes de vehículos, la velocidad y los porcentajes de motocicletas, camiones pesados y camiones medianos o autobuses. Los volúmenes de tráfico vial, utilizados en el modelo de calibración, se obtuvieron al mismo tiempo que las mediciones de ruido.

El modelo también tiene en cuenta la atenuación de la distancia específica del lugar, la geometría fuente-receptor, la atenuación del suelo y del aire (atmosférica), las condiciones topográficas y los efectos de la temperatura y la humedad en la propagación del ruido.

#### *5.2.3.4.1.7.4 Resultados de calibración*

En la Tabla 201 se resume los resultados del Paso de Calibración 2A utilizando las mediciones a corto plazo y la modelización, tal y como se ha comentado anteriormente. La comparación de los niveles sonoros entre los valores previstos mediante los parámetros de tráfico de 1 hora y las mediciones de 1 hora tienen correlación.

Tabla 201 - Muestra de la Comparación del Nivel Sonoro para las Mediciones de 1 Hora Realizadas Entre el 27 y el 30 de Julio de 2021 (Medido vs. Previsto)

ID del Receptor	Niveles Sonoros Medidos, dBA				Niveles Sonoros Previstos, dBA			
	Leq 1 Hora Día - A	Leq 1 Hora Día - B	Leq 1 Hora Día - C	Leq 1 Hora Noche	Leq 1 Hora Día - A	Leq 1 Hora Día - B	Leq 1 Hora Día - C	Leq 1 Hora Noche
M1 <sup>1</sup>	74	53	69	55				
M2 <sup>1</sup>	57	56	67	63				
M3	69	70	68	49	69	68	70	58
M4	70	68	69	68	71	70	71	70
M5	64	66	67	67	67	67	67	64
M6	62	65	65	75	64	63	64	59
M7	73	75	74	49	73	73	73	58
M8	66	60	64	59	67	63	65	62
M9	56	58	59	49	61	60	61	53
M10	68	69	67	68	69	68	70	65
M11	57	57	65	65	61	62	64	62
M12	70	70	71	76	73	73	74	70
M13	69	69	84	66	71	71	72	67
M14	73	70	71	67	70	70	71	62
M15	54	58	70	67	69	69	70	65
M16	66	64	66	63	64	64	66	60
M17	66	65	61	64	67	67	66	63
M18	62	70	68	55	60	61	63	58
M19	64	52	53	74	57	55	52	56
M20	63	63	65	72	63	64	63	61
M21 <sup>2</sup>	52	68	73	55	64	64	64	60
M22 <sup>2</sup>	68	60	60	65	61	60	61	57
M23	57	64	69	65	66	67	68	64

ID del Receptor	Niveles Sonoros Medidos, dBA				Niveles Sonoros Previstos, dBA			
	Leq 1 Hora Día - A	Leq 1 Hora Día - B	Leq 1 Hora Día - C	Leq 1 Hora Noche	Leq 1 Hora Día - A	Leq 1 Hora Día - B	Leq 1 Hora Día - C	Leq 1 Hora Noche
<b>M24</b>	65	71	65	63	66	68	68	62
<b>M25</b>	72	69	69	66	69	67	68	67
<b>M26</b>	73	69	71	69	71	69	69	66
<b>M27</b>	66	65	64	73	68	66	66	62
<b>M28</b>	65	54	57	48	60	57	57	53
<b>M29</b>	71	57	66	64	68	65	65	63

<sup>1</sup> las carreteras no afectan a este lugar de medición, sino que se ve afectad en gran medida por el zumbido urbano.

<sup>2</sup> mediciones influenciadas por la anormalidad del campo cercano

Fuente: WSP 2022

Se observa que el nivel sonoro medido en M6, durante el horario nocturno del 28 de julio de 2021, es más alto que las mediciones tomadas en el mismo lugar durante el día. La discusión, la revisión y el análisis posteriores indicaron que esta medición está influenciada por una anormalidad del sector cercano y, por lo tanto, se excluyó del análisis.

La siguiente tabla resume los resultados del Paso de Verificación 2A utilizando mediciones a largo plazo y modelado. Tal y como se mencionó anteriormente, hay alta correlación entre los niveles sonoros predichos utilizando los parámetros de tráfico diurnos y nocturnos y las mediciones diurnas y nocturnas. Se utilizó un volumen de tráfico promedio diurno y nocturno en la predicción y se comparó con los niveles sonoros promedio diurnos y nocturnos.

Tabla 202 - Comparación de los Niveles Sonoros de las Mediciones de 96 Horas (Medidos vs. Previstos)

ID del receptor	Niveles Sonoros Medidos, dBA		Niveles Sonoros Previstos, dBA	
	Leq Día	Leq Noche	Leq Día	Leq Noche
M2 <sup>1</sup>	<b>61</b>	<b>52</b>	-	-
M3	<b>69</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>65</b>
M5	<b>68</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>62</b>
M6	<b>66</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>60</b>
M8	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>67</b>	<b>63</b>
M9	<b>58</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>57</b>



ID del receptor	Niveles Sonoros Medidos, dBA		Niveles Sonoros Previstos, dBA	
	Leq Día	Leq Noche	Leq Día	Leq Noche
M11	65	55	65	61
M13	69	61	69	64
M15	65	60	65	61
M16	66	61	64	59
M17	67	61	66	61
M18	61	51	58	53
M19 <sup>1</sup>	70	59	-	-
M21	62	56	63	58
M22 <sup>2</sup>	48	40	62	56
M23	64	58	65	60
M28	57	51	55	49
M29	70	63	67	62

<sup>1</sup> las carreteras no afectan a este lugar de medición, sino que se ve afectado en gran medida por el zumbido urbano.

<sup>2</sup> mediciones influenciadas por la anormalidad del campo cercano.

Fuente: WSP 2022

Se observa que el nivel sonoro medido en M6, durante el horario nocturno del 28 de julio de 2021, es más alto que las mediciones tomadas en el mismo lugar durante el día. La discusión, la revisión y los análisis posteriores indicaron que esta medición está influenciada por una anormalidad del sector cercano y, por lo tanto, se excluyó del análisis.

#### 5.2.3.4.1.7.5 Entradas del modelo de línea base

A partir de los datos de tráfico, se obtuvieron los datos de tráfico del horario diurno (07:01 a 21:00) y nocturno (21:01 a 07:00). Los perfiles se obtuvieron utilizando patrones de tráfico urbano (Grupos de patrones de tráfico basados en las variaciones horarias del tráfico en zonas urbanas", de diciembre de 2015). Se utilizó la velocidad máxima indicada cuando estaba disponible, de lo contrario se utilizó el máximo permitido en toda la ciudad de 50 km/h para las vías principales, y para las vías locales se utilizó un máximo permitido de 30 km/h.

#### 5.2.3.4.1.7.6 Puntos de cobertura

Los receptores sensibles (es decir, las propiedades sensibles) dentro de una zona de interés se tratan como los receptores del ruido, es decir, el área de 300 metros se consideró la zona de influencia del ruido. Los receptores representativos se denotan mediante puntos en el modelo acústico, en cuya ubicación se evalúa el ruido en función de las directrices aplicables, por lo que se denominan puntos de recepción (POR). Los puntos de evaluación suelen estar asociados al plano de la ventana de un edificio sensible al ruido (por ejemplo, un edificio residencial). En el contexto de la Resolución 0627, se han seleccionado PORs representativos en toda el Área de Estudio como receptores de diversos sectores y subsectores. Esto incluye usos del suelo como el residencial, el comercial, el industrial, el hospitalario y otros usos del suelo/edificios sensibles al ruido. Los POR se seleccionaron a lo largo del corredor en las ubicaciones de las fachadas de los edificios (ventanas en el costado adyacente y paralelo al corredor), las cuales están más expuestas al corredor metro-ferroviario dentro de cada sector a alturas representativas de la altura de la ventana más expuesta y habitada (normalmente la ventana del piso superior). Los receptores representativos se seleccionaron de la siguiente forma:

- ▶ Los edificios de la primera línea inmediatamente adyacente a la convergencia metro-ferroviaria se seleccionaron como receptores representativos, porque son los más expuestos de todos los receptores.
- ▶ Se han seleccionado como receptores representativos los edificios situados en la segunda fila paralela al riel si eran más altos que los de la primera fila ya que pueden estar más expuestos a las emisiones acústicas del proyecto (las distancias se han considerado como distancia perpendicular); y,
- ▶ Para todos los demás receptores se utilizarán contornos de nivel sonoro equivalentes para verificar los niveles sonoros.

En la Tabla 228 se proveen los receptores representativos utilizados para cuantificar el nivel sonoro de línea base para la totalidad del Área de Estudio.

Se seleccionaron un total de cuatrocientos sesenta y cinco (465) receptores a lo largo de todo el corredor como representantes de todos los receptores del mismo. A cada receptor se le asignó un número de identificación único en forma de XXXXXXXX\_YZ\_ZZ, donde:

- ▶ Los primeros 3-8 dígitos (XXXXXXX) representan la calle transversal antes del receptor del Patio Taller, con las siguientes abreviaturas de tipo de calle:
  - ▶ Cr: Carrera
  - ▶ C: Calle
  - ▶ B: Bis
  - ▶ D: Diagonal
- ▶ Los siguientes dos dígitos (YZ) representan:

- ▶ Qué lado del riel cuando se viaja hacia el Patio Taller (es decir, a la izquierda o a la derecha); y,
- ▶ En qué fila perpendicular al riel se encuentra el receptor (es decir, primera o segunda, etc.).
- ▶ Los dos últimos dígitos (ZZ) representan el número de receptor específico de la calle identificada en la fila previamente indicada.

Por ejemplo, Cr98b\_R1\_01 (Figura 353) representa el POR hacia la Carrera 98b (**Cr98b**) en el lado derecho del riel cuando se viaja hacia el Patio Taller en la primera fila (**\_R1**), y es la primera casa en ese segmento (**\_01**).



Figura 353 Ejemplo de Identificación de Receptores

Fuente: WSP 2022

#### 5.2.3.4.1.7.7 Condiciones de la línea base en los Pors

Los niveles sonoros de línea base previstos en cada uno de los PORs representativos se encuentran en la Tabla 228.

Los PORs C40gS\_L1\_01 a C41B\_R1\_02 (Tabla 228) corresponden a la zona de las inmediaciones de 03-Palenque en el anterior Estudio de Impacto Ambiental y Social (ETPLMB-ET19-L16.1-ITE-I-001\_R0) El estudio anterior (ETPLMB-ET19-L16.1-ITE-I-001\_R0) identificó el ambiente en el rango de 55-65 dBA con base en mediciones a corto plazo en 2017/2018. La evaluación que utiliza los datos más recientes respaldados por las mediciones ambientales a largo y corto plazo indica un nivel sonoro ambiental más alto de 63-70 dBA.

Tabla 203 - Niveles Sonoros de Línea Base Modelados en los POR

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C1_L1_01	65	57	A - Tranquilidad y Silencio
C10_L1_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C10_R1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C11_L1_01	60	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C11_L1_02	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C11_L1_03	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C11_L2_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
C11S_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C12_L2_01	58	50	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C12_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C13_L1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C13_R2_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C14_L1_01	62	55	C - Ruido Intermedio Restringido
C14_L3_01	61	52	C - Ruido Intermedio Restringido
C14_R1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C14_R3_01	60	52	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C15_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C15_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C15_R1_02	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C15_R1_03	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C16_L1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C16_L1_02	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C16_L1_03	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C16_L1_04	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C16_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C16a_L3_01	62	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C17_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C17S_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C17S_L1_02	62	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C17_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C17_R1_02	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C17_R1_03	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C17aB_R1_01	69	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C17aB_R1_02	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C17aB_R1_03	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C18_L1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C18_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C18_R1_02	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C18_R1_03	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C18a_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C19_L1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C19_L1_02	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C19_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C1b_L1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C1b_L1_02	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C1c_L1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C2_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C2_R1_01	65	57	A - Tranquilidad y Silencio
C2_R1_02	63	55	A - Tranquilidad y Silencio
C2_R1_03	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C2_R1_04	64	56	C - Ruido Intermedio Restringido
C2_R1_05	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C20_L1_01	69	62	C - Ruido Intermedio Restringido
C20_L1_02	69	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C20_L1_03	69	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C20_R1_01	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C20_R1_02	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C20_R1_03	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C21_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C22_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C22_L1_02	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C22_L2_01	61	53	C - Ruido Intermedio Restringido
C22_L2_02	58	50	C - Ruido Intermedio Restringido
C22_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C22_R1_02	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C23_L1_01	69	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C23_L3_01	57	48	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C24_R1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C25_R1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C25_R1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C26_L1_01	68	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C26_L2_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C26S_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C28D_L1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C28D_L1_02	61	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C2B_R1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C2B_R1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C2B_R1_03	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C2B_R1_04	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C2D_L3_01	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C3_L2_01	63	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C3_R1_01	64	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C31_L1_01	64	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C31_L1_02	62	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C31_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C31b_R1_01	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C32_L1_01	64	56	C - Ruido Intermedio Restringido
C32_L1_02	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C32_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C32_R1_02	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C33a_L1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C33a_R1_01	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C33a_R1_01	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C34_L2_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C34S_L1_01	71	64	C - Ruido Intermedio Restringido
C35a_L2_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C35b_L1_01	73	66	C - Ruido Intermedio Restringido
C35b_L1_02	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C35b_L1_03	74	66	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C35d_R1_01	72	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C36_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C36_L1_02	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C36_L1_04	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C37_L2_01	63	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C37_R2_01	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38B_L1_01	72	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38B_L1_02	73	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38B_L1_03	73	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38B_L1_04	73	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38cS_R1_01	71	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38cS_R1_02	72	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C38cS_R1_03	72	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38cS_L1_01	74	67	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C38cS_L1_02	72	65	C - Ruido Intermedio Restringido
C39S_L1_01	74	66	C - Ruido Intermedio Restringido
C39a_R1_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
D40a_L1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C39aS_R1_01	72	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C39a_R1_02	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C39aS_R1_02	71	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C39aS_R1_03	72	64	C - Ruido Intermedio Restringido
C39B_R1_01	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C4_L1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C4_R1_01	64	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C4_R1_02	64	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C4_R1_03	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C40_L1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C40_L2_01	66	59	A - Tranquilidad y Silencio
C40_R1_01	72	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C40b_R1_01	71	64	C - Ruido Intermedio Restringido
C40gS_L1_01	70	63	C - Ruido Intermedio Restringido
C40gS_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C40j_R1_01	72	65	C - Ruido Intermedio Restringido
C41_L1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41_L1_02	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41_L1_03	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41_L1_04	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41b_L1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
C41B_R1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado



ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C41BS_R1_01	71	64	C - Ruido Intermedio Restringido
C41b_R1_01	73	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41BS_R1_02	54	45	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41cS_L1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C41cS_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C41g_R1_02	71	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42_L1_01	51	42	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42S_L1_01	73	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42S_L1_02	72	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42S_R1_01	72	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42cS_R1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42f_L1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C42fS_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C43_R1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C44_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C44_R1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C45_L3_01	61	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C45_R1_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C46_L1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C46_R1_01	63	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C47_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C47_R1_01	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C48_L1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C48_L1_02	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C48_L2_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C48_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C48_R1_03	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C49_L2_01	61	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C49_R1_01	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C49_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C5_L1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C5_L1_02	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C5_L2_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C50_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C50_L2_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
C50_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C51_L1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C51_L1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C51_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C51_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C51_R1_03	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C52_L1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C52_L1_02	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C52_R1_01	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C52_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C52_R1_03	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C53_L1_01	71	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C53_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C53_R1_02	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54a_R1_01	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54a_R1_02	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54a_R1_03	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54a_R1_04	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54B_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54B_L1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54B_L1_03	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C54D_R1_01	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C54D_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C55_L1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C55_L1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C55_L1_03	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C55_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C56_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C56_L1_02	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C56_R1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C56_R1_02	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C57_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C57_L1_03	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C57_R1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C57_R1_03	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C58_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C58_R1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C59_L1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C59_L1_02	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C59_L1_03	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C59_L1_04	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C59_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C59a_L1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C6_R1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C6_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C60_L1_01	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C60_R1_01	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C61_L1_01	69	62	C - Ruido Intermedio Restringido
C61_R1_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C61_R1_02	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C61a_L1_01	69	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C61a_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C61a_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C62_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C62_R1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C63_R1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C63_R1_02	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C63_R1_03	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C64_L1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C64_L1_02	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C64_R1_01	63	56	C - Ruido Intermedio Restringido
C64_R1_03	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C64_R1_04	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C64_R1_05	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C64a_R2_02	60	52	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C65_L1_01	63	56	C - Ruido Intermedio Restringido
C65_R2_01	62	54	C - Ruido Intermedio Restringido
C65a_L1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C65a_L1_02	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C67_L2_01	63	56	C - Ruido Intermedio Restringido
C67_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C69_R1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C69_R1_02	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C69_R1_03	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C7_R1_01	63	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C70_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C70_R1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
C71_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C71_R1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C71_R1_02	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C72_L1_01	68	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C72_R1_01	70	62	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr72n_L1_01	73	65	C - Ruido Intermedio Restringido
C73_L1_01	68	61	C - Ruido Intermedio Restringido
C74_L2_01	62	54	C - Ruido Intermedio Restringido
C74_R1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C75_L2_01	59	51	C - Ruido Intermedio Restringido
C75_L2_02	65	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C75B_R1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
C77_L3_01	59	51	C - Ruido Intermedio Restringido
C77_R1_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
C77_R1_03	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
C78_L2_01	64	56	C - Ruido Intermedio Restringido
C8_R1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C8_R1_02	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C8_R1_03	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C80_L2_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
C80_L2_02	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
C81B_R2_01	61	53	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr81j_R1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
C8S_L1_01	61	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C8S_L1_02	61	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
C9_R1_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr100_L1_01	-80	-80	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr16_L1_01	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr18_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr19a_R1_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr19a_R1_02	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr21_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr24_L2_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr24b_R1_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr24b_R1_02	59	52	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr24D_L1_01	62	54	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr25_L1_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr24_L1_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr25_L1_02	62	54	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr25_R1_01	61	54	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr25_R2_01	62	54	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr25a_L1_01	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr25a_L1_02	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr26_L1_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr26_R1_01	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr26a_R1_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr27_R1_01	60	52	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr27a_R1_01	63	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr29_R2_01	58	50	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr29c_R1_01	63	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr29c_R2_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr30_L1_01	65	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr30a_L1_01	62	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr34d_R1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr34d_R1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr36_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr36_R1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr36_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_L1_02	63	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_L1_03	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_L3_01	62	54	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_R1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_R1_02	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr37_R1_03	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38_L1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr38_L1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38_L2_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38_L3_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38_R3_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38_R3_02	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38b_R1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr38b_R1_02	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr39_L1_01	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr39_R1_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr39_R1_02	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr39_R1_03	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40_L3_01	63	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40a_L1_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40a_L1_02	65	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40a_L3_01	61	53	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40a_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40a_R1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr40b_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr40b_R1_02	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr41B_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr41B_L1_02	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr50a_R1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr50b_L1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr50b_L1_02	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr50b_L1_03	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51a_L1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51a_L1_02	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51a_R1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51b_L1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51b_L1_02	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51b_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51d_L1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51d_L1_02	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51d_R1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51d_R2_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51f_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr51f_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52_R1_01	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52_R1_02	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52a_L1_01	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52a_R1_01	71	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52a_R2_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52b_R1_01	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52b_R1_02	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52b_R1_03	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52b_R1_04	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado



ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr52c_L1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr52c_L1_02	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr69b_R1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr69b_R3_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68h_R1_02	71	64	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_03	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_04	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_05	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_06	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68_R1_07	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68d_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68f_R2_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68f_R1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68gB_L1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68h_R1_01	69	62	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr68i_L1_01	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr68i_L1_02	67	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr69_L1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69_L3_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69_R1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69b_L1_01	69	61	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69b_L2_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr69BA_L1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69BA_L2_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69BA_L2_02	65	57	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69BA_L3_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr69BA_R1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69BA_R1_02	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69c_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr69c_R1_02	70	62	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69cB_L1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr69cB_L2_01	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr69cB_L2_02	66	59	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr70b_R1_01	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr70b_R1_02	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr70b_R1_03	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr71d_L1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr71d_R1_01	70	62	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr71d_L3_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr71f_L1_01	68	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr71f_L1_02	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr72a_R1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr72b_R1_01	73	65	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr78i_L1_01	71	64	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr78k_L1_01	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr78l_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr78n_L1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr78p_R1_01	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr79_L1_01	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr79_R1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr79_R1_02	70	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr79aB_L1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr79c_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr79f_R1_01	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr79g_L1_01	70	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr80_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr80d_R1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr80g_L1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr80gB_R1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr81_L1_01	69	62	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr81_R1_01	67	59	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr81cBA_L1_01	67	60	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr81d_R1_01	66	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr81j_L1_01	65	58	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr82b_R1_01	66	59	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr82c_L1_01	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr85a_L1_01	62	55	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr86BA_R1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
Cr86bB_R1_01	69	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr86f_R1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr87BA_R1_01	68	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr87d_R1_01	67	60	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr88_R1_01	68	61	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr88c_L1_01	58	50	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr88hB_R1_01	69	62	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr89a_L1_01	62	55	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr89a_R1_01	55	47	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr89b_L1_01	51	43	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr90a_L1_01	46	38	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr90a_R1_01	52	42	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr91_R1_01	51	40	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr92a_R1_01	53	42	B- Tranquilidad y Ruido Moderado

ID del Punto de Recepción	Predicción del Impacto Sonoro de Línea Base en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Identificación del Sector
	Día	Noche	
Cr93c_R1_01	53	42	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr94b_R1_01	54	43	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr97_R1_01	51	40	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr97dB_R1_01	49	38	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
Cr98b_R1_01	51	40	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
D36B_R1_01	71	64	C - Ruido Intermedio Restringido
D36B_R1_02	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
D37_L1_01	72	65	C - Ruido Intermedio Restringido
D37d_R1_01	71	63	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
D37d_R1_02	73	65	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
D40aB_R1_01	64	57	C - Ruido Intermedio Restringido
T17a_R1_01	60	52	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
T35_L1_01	66	58	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
T68b_L1_01	64	56	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
T68b_L1_02	65	57	B- Tranquilidad y Ruido Moderado
T78h_L1_01	71	63	C - Ruido Intermedio Restringido
T78i_R1_01	70	62	C - Ruido Intermedio Restringido

[1] El día abarca desde 0701-2100h. La noche abarca desde 2101-0700h.

[2] Nivel sonoro diurno equivalente a 14 horas y nivel sonoro nocturno equivalente a 10 horas en dBA

Fuente: WSP 2022

Como se observa en la anterior tabla, los valores previstos del nivel sonoro ambiental son superiores a los estimados anteriormente, esto se debe a los altos volúmenes de tráfico en las proximidades del corredor.

Como se evidencia en la siguiente figura donde se muestra el comportamiento del ruido a una altura de 4m en horario diurno, en esta se evidencia que la zona residencial se encuentra en una zona con niveles de presión sonora de 40 dB, niveles que se encuentran inferiores a lo establecido en la Resolución 0627 de 2006. El mayor impacto que se encuentra por aumento de las frecuencias es el sector de vías ya que se encuentra en un rango entre 70dB y 80 dB, niveles que sobrepasan la norma, los principales emisores de este ruido son a casusa del alto flujo vehicular.

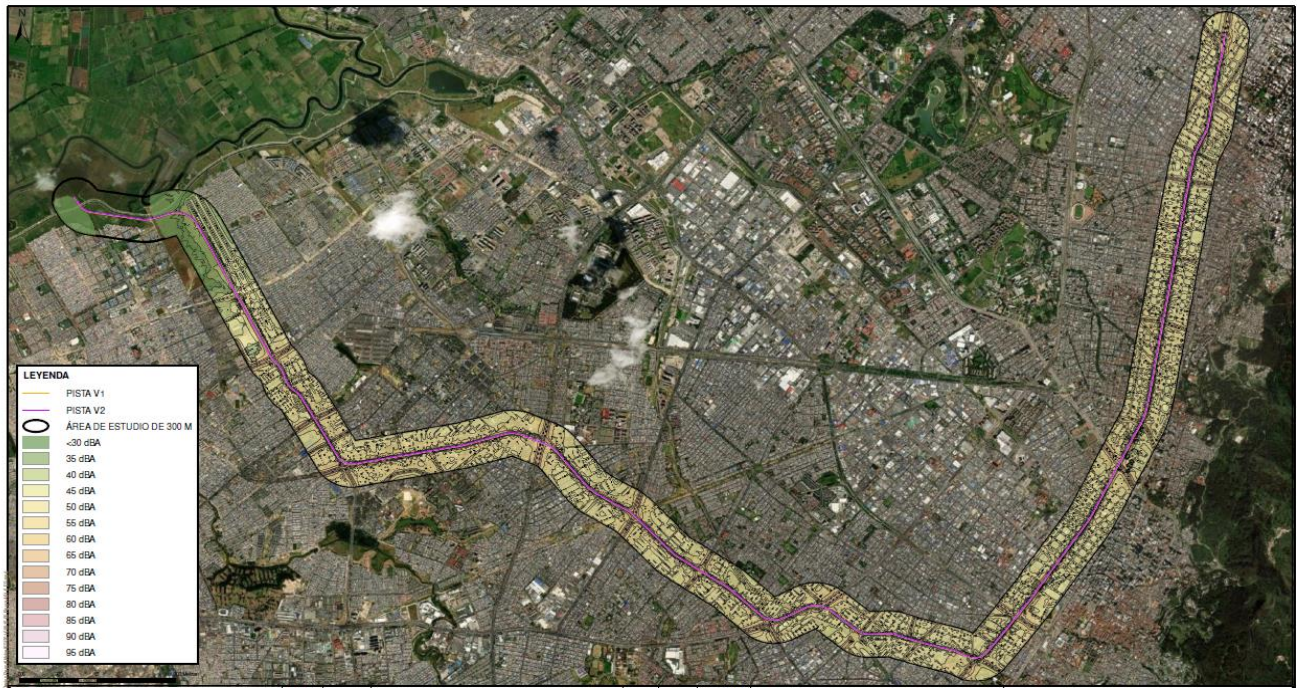


Figura 354 Mapa De Curvas Isófonas - Día - 4 M De Altura

Fuente: WSP 2022

El comportamiento de los niveles de presión sonora en horario nocturno de la Figura 424 se evidencia que los límites permisibles tanto en zona residencial como en vías no sobrepasa los límites permisibles, de acuerdo con lo establecido en la tabla 2 del artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006.

El comportamiento del ruido en mediciones a una altura desfavorable (altura de del viaducto 13.5 m) los rangos de la presión sonora se encuentran entre 50 a 65 dB que para las zonas del sector B cumple con lo establecido en el artículo 17 de la Resolución 0627/2006, sin embargo, cuando se verifica el trazado de las vías principales del trazado del proyecto se observa que los valores se encuentran por encima de los 80dB, valor que supera los límite permisibles de la Resolución.

Con el respecto al comportamiento de niveles de presión sonora a la altura del viaducto (13.5m) en horas de la noche se puede analizar en la Figura 355 que entre la avenida Ciudad de Cali con avenida Villavicencio presenta unos niveles entre 65 a 70dB, valores que superan lo establecido en la norma.



Figura 355 Mapa De Curvas Isófonas - Noche- 4 M De Altura

Fuente: WSP 2022

Se realizaron mediciones del nivel sonoro de referencia en veintinueve (29) ubicaciones a lo largo del corredor. Se realizaron mediciones a corto plazo (mínimo 1 hora) en los 29 lugares, y mediciones a largo plazo (mínimo 96 horas) en dieciocho (18) de las 29 ubicaciones. Los recuentos de tráfico se realizaron simultáneamente a las mediciones de ruido.

Se utilizó un enfoque de calibración de dos niveles para establecer un mayor nivel de confianza en la predicción. El primer paso incluye la calibración del modelo mediante mediciones a corto plazo y recuentos de tráfico; el segundo nivel incluye la verificación del modelo calibrado mediante mediciones promedio a largo plazo y los correspondientes recuentos de tráfico promedio.

La incertidumbre asociada a la línea base es la incertidumbre de la predicción. Por lo tanto, el estudio estableció un nivel de confianza en los efectos previstos siguiendo estos dos pasos de calibración y predicción. Sobre la base de los resultados de la calibración, se confirma además que el Área de Estudio está influenciada principalmente por el tráfico de carretera, lo que es coherente con las mediciones a corto plazo y las observaciones de campo.

Una vez calibrado el enfoque de modelación dentro de unas tolerancias aceptables, se creó un modelo de predicción acústica tridimensional (3D) utilizando el paquete de software comercial CadnaA, que implementa el algoritmo de ruido FHWA TNM. El modelo tiene en cuenta parámetros de tráfico como el volumen de vehículos, la velocidad y los porcentajes de motocicletas, camiones pesados y camiones medianos o autobuses, así como otros parámetros como la atenuación de la distancia específica del

lugar, la geometría fuente-receptor, la atenuación del suelo y del aire (atmosférica), las condiciones topográficas y los efectos de la temperatura y la humedad en la propagación del ruido.

Los recuentos de tráfico obtenidos por los Consultores de Tráfico del Proyecto se utilizaron para predecir el nivel sonoro de referencia en los receptores sensibles (es decir, propiedades sensibles) dentro del Área de Estudio.

#### 5.2.3.4.2 Predicción de ruido para el escenario de la etapa preoperativa

En el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \ 7\_3 Atmosferico \ C\_ Ruido \ Modelo Preoperativo se encuentran los anexos referentes a este apartado.

##### 5.2.3.4.2.1 Metodología de la modelación de ruido

En este capítulo se relacionan todos los determinantes y supuestos a partir de los cuales se realizó el proceso de modelación de ruido ambiental para el área de influencia del proyecto.

Para la elaboración de los modelos se utilizó el software de modelación de ruido SoundPlan en sus versiones Noise 8.1 y Essential versión 5.0 en 64 Bits, autorizada bajo licencia única; software avalado para modelación por el ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) y utilizado por la EPA americana para realizar este tipo de ejercicios técnicos.

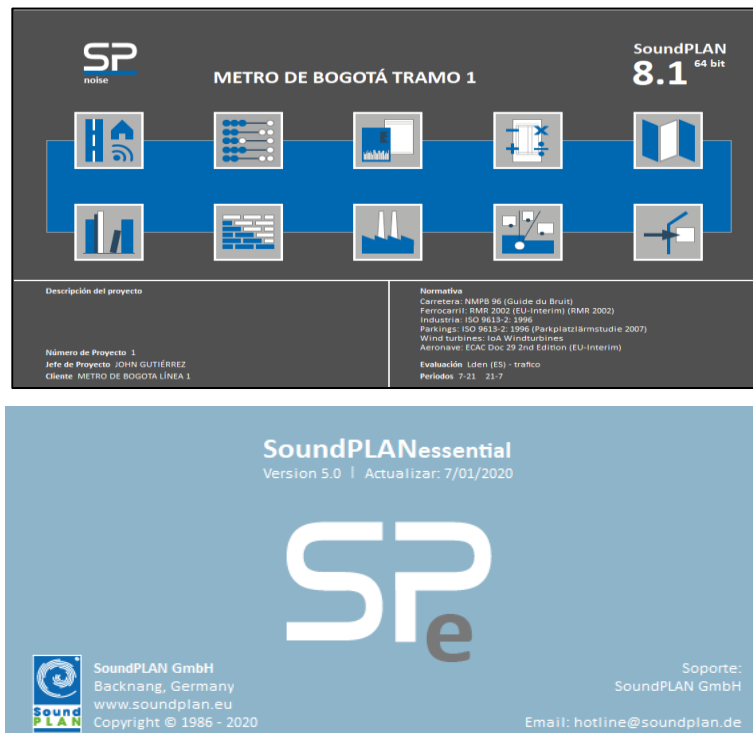


Figura 356 Interfase inicial SoundPlan noise 8.1 y essential 5.0

Fuente: Extracción de SoundPlan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

Por otro lado, para la elaboración de todo el sistema geográfico, capas geográficas, tablas y atributos que son necesarios para cargar la información al SoundPlan, se utilizó el ArcGIS 10.7, herramienta SIG que permite vectorizar todos los elementos presentes en la modelación y el diseño de las estructuras fundamentales para la creación del modelo (área, punto, línea). Cada uno de esos tipos tiene sus propiedades únicas y su potencial para contribuir a la calidad global y funcionalidad de la base de datos para el modelo. Los tipos de datos definidos fueron mapas digitales y datos tabulares.



Figura 357 Interfaz de edición ArcGis

Fuente: Extracción de ArcGIS, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

A continuación, se presenta la información suministrada para el desarrollo de los modelos de ruido ambiental realizados.

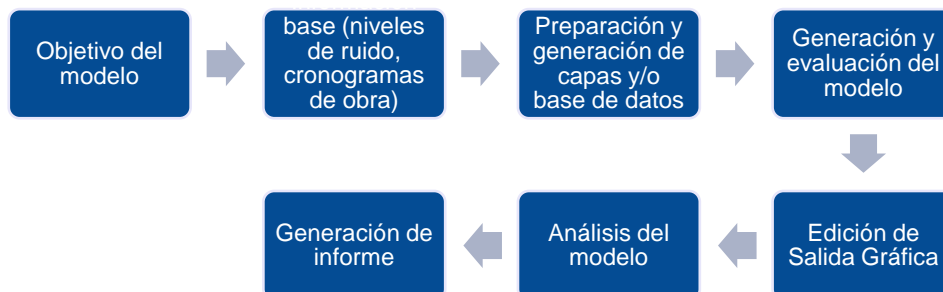


Figura 358 Procedimiento general ejecución de modelos

Fuente: Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

#### 5.2.3.4.2.2 Fuentes, localización y entrada de nivel presión sonora

Teniendo en cuenta el alcance de la modelación y la información recopilada, se identificó que las principales fuentes de emisión en el área de estudio se asocian al flujo vehicular sobre las vías de la



ciudad. Asimismo, se estima que se tiene en mayor medida fuentes fijas no temporales, y en menor porcentaje las fuentes que son temporales, por lo cual se toman como aportes a fuentes principales mediante la suma logarítmica de las emisiones que generan, transformándolas en un solo valor que aporta en este caso a las fuentes fijas no temporales (ver Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \7\_3 Atmosferico \F\_Fuentes Emisiones).

En la Tabla 204 se lista la maquinaria que se estima presenta un mayor uso y adicionalmente generan un nivel de ruido más alto y/o significativo, de esta forma se agrupa la maquinaria con decibeles de ruido similares y basados en el desarrollo de las actividades que se van a ejecutar a lo largo del proyecto.

Tabla 204 - Fuentes de Ruido fase Constructiva – Patio Taller y Patios de Almacenamiento

EQUIPO	dB	Fuente Bibliográfica
Retroexcavadora	78,33	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Cargador	81,73	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Volqueta	84,17	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Vibro compactador	80,41	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Camión Concreto	73,00	Biblioteca SoundPlan
Grúa 25T	83,28	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Camión	80,28	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Camión Bomba de concreto	85,00	Biblioteca SoundPlan
Camión de descarga de balasto	100,60	Biblioteca SoundPlan
Carro conformador de balasto	82,20	Biblioteca SoundPlan
Montacargas	75,00	Biblioteca SoundPlan
Grúa 75T	84,39	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Camión de transporte	79,02	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Pilotadora-de rotación	100,5	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.
Drilling-rig	105	Ficha técnica del equipo. Suministrada por el cliente.

Fuente: (Agrosoluciones Ambientales S.A.S, 2022)

En cuanto a la asignación tipológica de las fuentes tratadas anteriormente, se optó por determinar los niveles de potencia generales en la frecuencia fundamental de 500Hz para las áreas constructivas del proyecto, como lo son los patios taller y de almacenamiento, las estaciones y las zapatas de la siguiente forma: las áreas de construcción cuentan con listados específicos de fuentes de ruido, los niveles de potencia sonora que allí se presentan corresponden con los que se extraen de las fichas técnicas o de

la biblioteca del software de modelación correspondientemente, a partir de estos niveles se hizo una suma logarítmica de los espectros sonoros, obteniendo así un único valor de nivel de espectro en potencia sonora, la cual está determinada para una distancia nominal de 10 metros, por lo cual se procede a realizar un cálculo de divergencia teórico de acuerdo con la ecuación  $SWL_{d2} = SWL_{d1} + 20 \log\left(\frac{d2}{d1}\right)$ , donde d1 y d2 se relacionan con las distancias nominal de 10 metros y el área de construcción.

En cuanto a la asignación tipológica de las fuentes tratadas anteriormente, se optó por determinar los niveles de potencia generales en la frecuencia fundamental de 500Hz para las áreas constructivas del proyecto de la siguiente forma: las áreas de construcción cuentan con listados específicos de fuentes de ruido que agrupan uno o varios equipos de los que se enlistan en la Tabla 204, los niveles de potencia sonora que allí se presentan corresponden con los que se extraen de las fichas técnicas o de la biblioteca del software de modelación correspondientemente, a partir de estos niveles se hizo una suma logarítmica de los espectros sonoros, obteniendo así un único valor de nivel de espectro en potencia sonora, la cual está determinada para una distancia nominal de 10 metros, por lo cual se procede a realizar un cálculo de divergencia teórico de acuerdo con la ecuación  $SWL_{d2} = SWL_{d1} + 20 \log(d2/d1)$ , donde d1 y d2 se relacionan con las distancias nominal de 10 metros y el área de construcción.

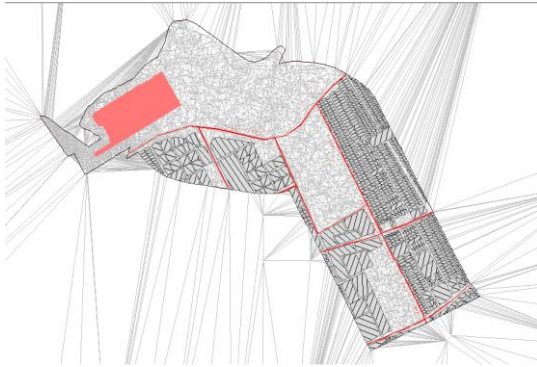
Como resultado de cada estimación se obtuvo un nivel de potencia acústica en la frecuencia fundamental de 500Hz para distintas construcciones o elementos, iniciando con el patio taller, donde se tuvo un nivel de potencia de 69dB, para las zonas donde se construirán las estaciones fue de 95 dB y para los pilotes fue de 105dB, por tal motivo se asignan estos niveles como áreas foco en el software para cada una de las locaciones especificadas para la fase constructiva.

#### 5.2.3.4.2.2.1 Creación de capas geográficas

Para la corrida del modelo se digitalizaron las fuentes generadoras de ruido que intervienen en el área consideradas más relevantes (fuentes lineales y áreas). La información se tomó de cartografía nacional en la se muestran para cada uno de los tramos.

De esta forma se crearon las siguientes capas geográficas:

- ▶ Vías: Vías V1 a V5 identificadas en el área de estudio, las cuales se caracterizaron en el capítulo de atmosfera del EIA asociado al proyecto a las cuales se le asignaron.
- ▶ Edificaciones: Barreras de atenuación asociadas a la edificación localizadas en el área distrital (Bogotá), manteniendo las alturas de los mismo.
- ▶ Áreas de construcción: Corresponden a las locaciones seleccionadas de acuerdo con el análisis temporal realizado.



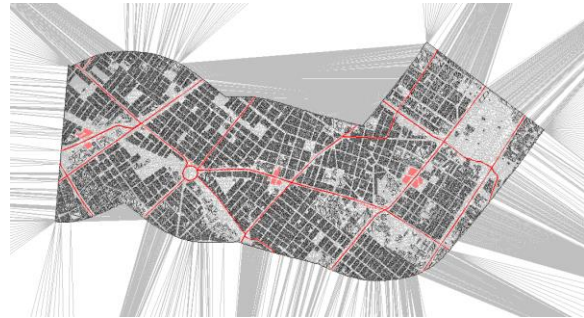
**Figura 359 Capas Geográficas  
dispuestas para el modelo - Tramo 1**  
Fuente: Extracción de Souplan,  
Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.



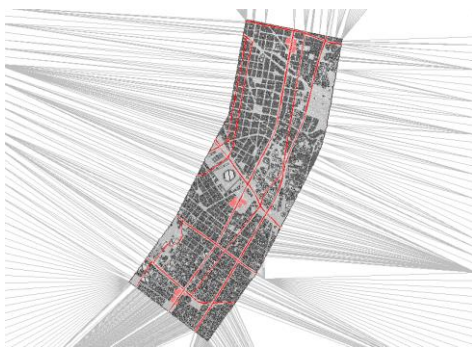
**Figura 360 Capas de edificaciones,  
Vista 3D. Tramo 2**  
Fuente: Extracción de Souplan,  
Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.



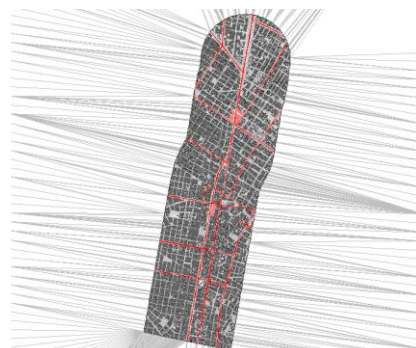
**Figura 361 Capas de edificaciones,  
Vista 3D. Tramo 3**  
Fuente: Extracción de Souplan,  
Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.



**Figura 362 Capas de edificaciones,  
Vista 3D. Tramo 4**  
Fuente: Extracción de Souplan,  
Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.



**Figura 363 Capas de edificaciones,  
Vista 3D. Tramo 5**  
Fuente: Extracción de Souplan,  
Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.



**Figura 364 Capas de edificaciones,  
Vista 3D. Tramo 6**  
Fuente: Extracción de Souplan,  
Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

#### 5.2.3.4.2.2.2 Configuración del modelo

La configuración de las modelaciones se realizó como se menciona a continuación:

- ▶ Normativa aplicada para la modelación

Para el ruido de carretera se usó el módulo de fuentes móviles bajo lineamientos RLS-90 (Normativa internacional aplicada).

Para el ruido producido por las otras fuentes (zonas urbanas), se configuro bajo lineamientos ISO 9613-2 de 1996 (Normativa internacional aplicada).

- ▶ Configuración de reflexiones

Orden de reflexiones 2, en un máximo radio de búsqueda de 5000 metros, con una distancia máxima de reflexión desde el foco de 20 metros. Todo esto con una tolerancia de 0.1 dB, bajo lineamientos ISO 9613-2 de 1996 (Normativa internacional aplicada por el software). Al interior de la edificación de la planta, las reflexiones se dan en razón al material y tipo de estructura o equipo asignados en el software.

- ▶ Cálculo del mapa

Para el cálculo del modelo se creó un tamaño de mapa de 10 metros y se corrió a una altura sobre el terreno (DGM) de 4 metros.

- ▶ Condiciones Meteorológicas Usadas

El ruido es una onda sonora que, se dispersa desde la fuente hacia el exterior, de igual forma en todas direcciones. Como consecuencia de la dispersión geométrica, los niveles de ruido se atenúan a medida que aumenta la distancia entre la fuente y el receptor. En ausencia de variaciones atmosféricas, el sonido se atenúa a razón de 6 dB cada vez que se duplica la distancia. Esta ley se cumple mientras no intervengan otros factores, como los que se describen más adelante, que afecten a la propagación.

La velocidad y la dirección del viento son factores importantes que afectan los niveles de presión sonora, incluso durante periodos cortos. Cuando el viento sopla desde la fuente de ruido en dirección al punto de medición, los niveles de ruido aumentan. Cuanto más fuerte es el viento, mayor es el efecto, hasta llegar a un punto en que el viento es tan turbulento que se convierte en la fuente de ruido dominante.

La temperatura y la humedad afectan también a las medidas de ruido. Con una temperatura fija de 15°C, un descenso de la humedad relativa del 80% al 20% reduce el nivel sonoro que percibe un receptor situado a 800 m de la fuente de ruido en 3 dB (a 1000 Hz). Aunque la humedad varía lentamente, es un factor que afecta a la repetitividad de las medidas.

Por otro lado, si para una humedad relativa del 80% se produce un incremento de temperatura de 15°C a 30°C, el nivel sonoro a 800 m de la fuente de ruido se reduce en 3 dB (a 1000 Hz). Las variaciones de temperatura de este orden de magnitud no son inusuales a lo largo de un periodo de 24 horas. (Chaux, 2018)

La aplicación de un modelo de ruido requiere el uso de datos meteorológicos tales como gradiente de temperatura, humedad, velocidad del viento, entre otros. En la Figura siguiente se presentan las condiciones meteorológicas con las que se trabajó el modelo.

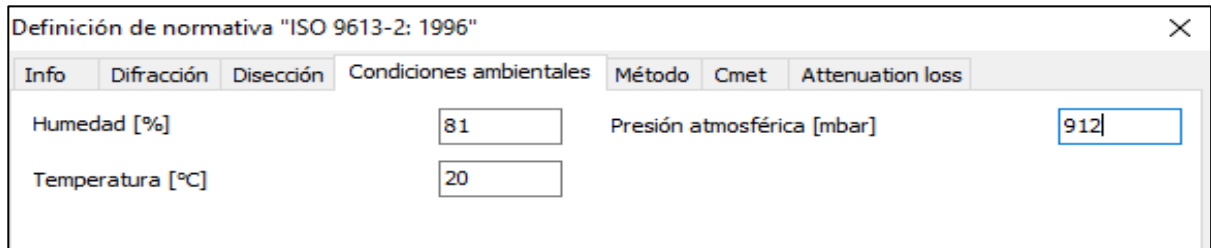


Figura 365 Capas Geográficas dispuestas para el modelo

Fuente: Extracción de Souplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

► Cálculo de los términos de atenuación

Para la definición de la divergencia geométrica contemplando el esparcimiento esférico en el campo libre desde una fuente sonora puntual, se aplicó la siguiente ecuación:

$$A_{div} = \left[ 20 \lg \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] \text{ dB (A)}$$

Donde:

d= a la distancia de la fuente al receptor en metros

d<sub>0</sub>= La distancia de referencia (4 metros)

Para el cálculo del coeficiente de atenuación atmosférica se tomaron las condiciones de referencia de promedio de la zona, como se muestra en la siguiente figura, se realiza el ajuste por este componente según norma ISO 9613-2.

Coeficiente de absorción atmosférica $\alpha$ [dB/km]									
Temperatura	Humedad Relativa	Frecuencia central nominal [Hz]							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
°C	%								
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

Figura 366 Capas Geográficas dispuestas para el modelo

Fuente: Ajustado de ISO 9613-2, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

De esta forma se definió como coeficiente de atenuación atmosférica el valor de 7,4 en la frecuencia nominal de la banda media teniendo en cuenta la temperatura de la zona donde se realizó el estudio.

La definición del coeficiente de absorción del suelo se adopta según los estándares (ISO 9613-2) como un suelo mixto en el cual hay superficie dura con mezcla de porosidad donde G toma valores entre 0 y 1. Para efectos de entrada al software se tomó el valor en 0.5 Los ajustes por misceláneos son aplicados default en el modelo a partir del módulo de fuentes fijas ISO 9613-2.

### 5.2.3.4.2.3 Determinantes de modelación de ruido

Para el análisis de los diferentes modelos, se definieron los determinantes que se tuvieron en cuenta para la corrida y configuración del software. Para la elaboración de los modelos, que fueron separados en principio por cada uno de los tramos, se partió de los siguientes determinantes:

#### 5.2.3.4.2.3.1 Área de calculo

El área de cálculo se determina teniendo en cuenta el área de influencia físico-biótica para los 6 tramos del proyecto PLMB, que abarca parte de la ciudad en las localidades de Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Antonio Nariño, Santa Fe, Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos.

Establecida el área de cálculo del modelo, los modelos de ruido se realizan bajo el instructivo para generación de modelos de ruido ING-INS-32 V1 generado por ASOAM SAS, teniendo como referencia la normatividad vigente.

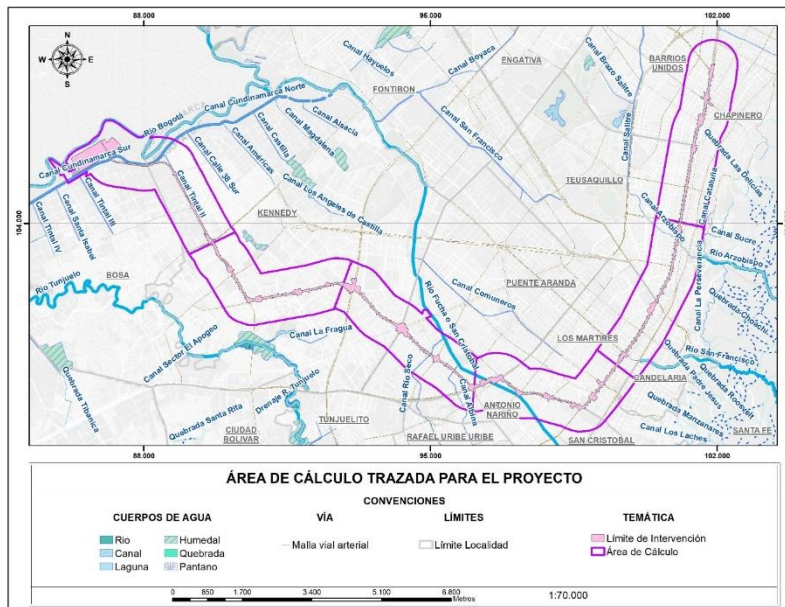


Figura 367 Área de cálculo trazada para el proyecto

Fuente: Extracción de ArcGis, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

5.2.3.4.2.3.2 *Línea del tiempo*

Para la modelación de los niveles de presión sonora predictivos durante la Fase Preoperativa o Constructiva, se tiene en cuenta la secuencia constructiva de los frentes de obra por operaciones de pilotaje (como fuente principal), alistamiento de locaciones, excavaciones realizadas, instalación de vigas, movimientos de material y demás actividades intrínsecas a dicha fase, esto en razón a que no podrían modelarse frentes de obra simultáneos en cada locación, ya que no correspondería con la capacidad de recursos de equipos y personal se va moviendo conforme hay un avance en cada frente de obra.

Luego de cruzar esta información se trazaron diagramas de Gantt en función de cada uno de los 6 tramos dispuestos por el proyecto en el cual se pudiese generar códigos de programación de conteo de actividades para así determinar, una “foto crítica” que representa el periodo de tiempo (mes) en el cual se registra la mayor cantidad de actividades en toda la duración del proyecto que se prospecta empiece en el año 2023 y finalice en 2027; en la figura siguiente, se muestra el registro de actividades en la parte superior, luego de establecer dicho periodo se procede a determinar cuáles son las locaciones en las cuales se generan frentes de obra.

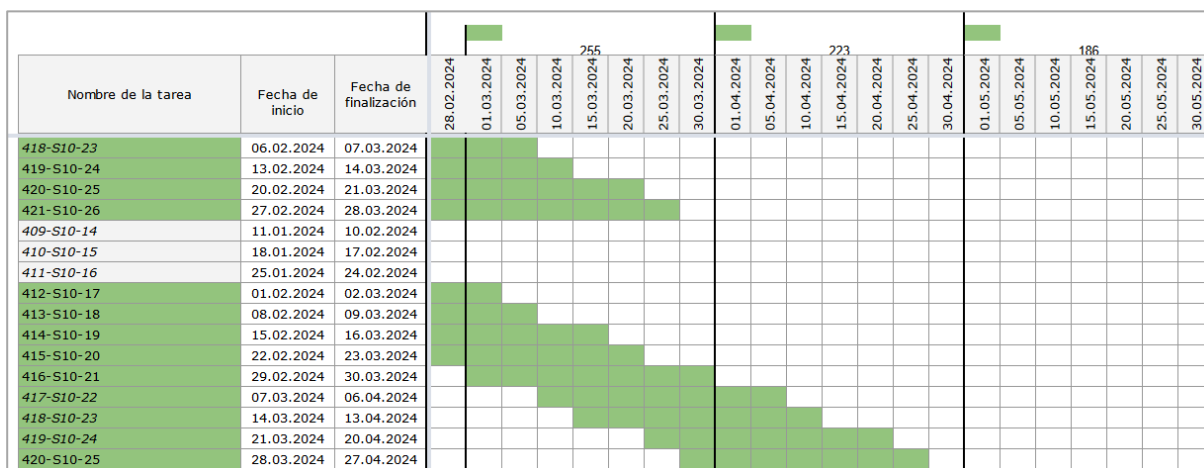


Figura 368 Diagrama de Gantt (ej. Tramo 4)

Fuente: Extracción de Excel, Agrosoluciones ambientales SAS,2022.

5.2.3.4.2.3.3 *Tráfico vehicular*

Para la información de tráfico vehicular se utilizó como base la información registrada en el numeral 5.2.3.4.1.2.2., así como la información consignada en los anexos que se especifican en este numeral.

#### 5.2.3.4.2.4 Desarrollo del modelo de ruido

##### 5.2.3.4.2.4.1 Generación del modelo digital del terreno (DGM) en SoundPlan

Para la elaboración de los modelos de ruido en SoundPlan se necesita de la creación de un perfil de elevación o un modelo digital de elevación (DGM) convirtiéndose en un elemento fundamental de entrada que necesita el modelo para su corrida. De esta forma, se corrieron una capa de curvas de nivel cada 10 metros, esto teniendo en cuenta el área para generar el modelo. Las curvas de nivel se desarrollan de acuerdo con información cartográfica escala 1:25.000, para obtener el mejor detalle posible de elevaciones en planta.

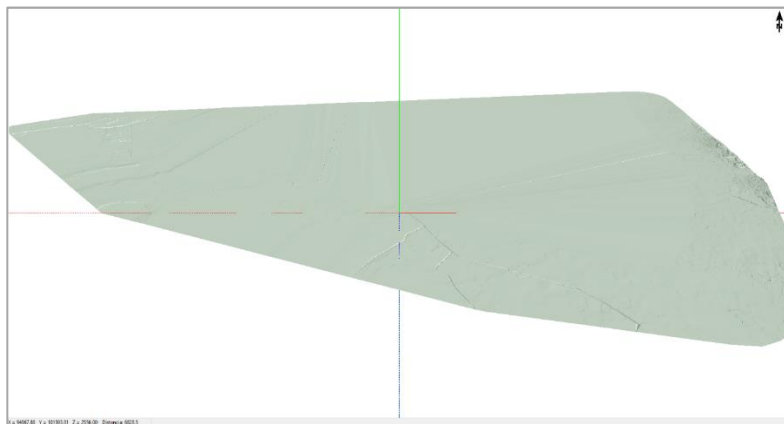


Figura 369 Modelos digitales de elevación en cada tramo

Fuente: Extracción de Soundplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

##### 5.2.3.4.2.4.2 Edificaciones

Se generó la capa de edificaciones asociadas al área de influencia del estudio, diversificada entre las diferentes alturas y cantidad de plantas.



Figura 370 Capas de edificaciones, Vista 3D- Tramo 1

Fuente: Extracción de Soundplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

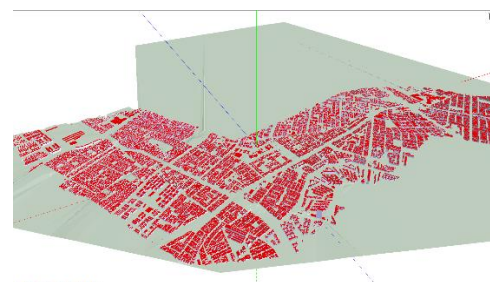


Figura 371 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo2

Fuente: Extracción de Soundplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.





Figura 372 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo3

Fuente: Extracción de Sounplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

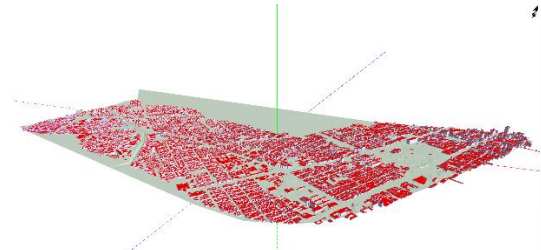


Figura 373 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo 4

Fuente: Extracción de Sounplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

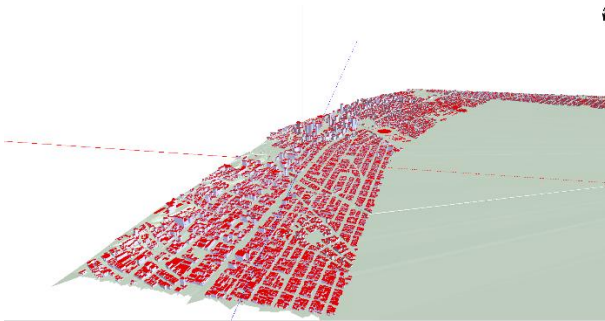


Figura 374 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo5

Fuente: Extracción de Sounplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

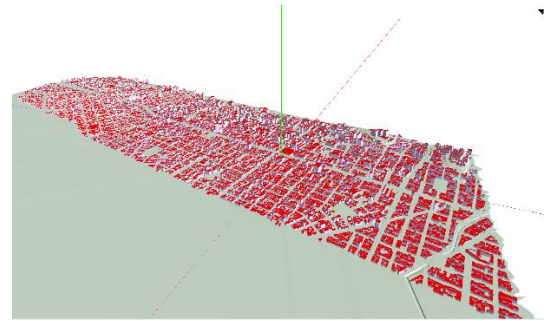


Figura 375 Capas de edificaciones, Vista 3D. Tramo6

Fuente: Extracción de Sounplan, Agrosoluciones ambientales SAS, 2022.

#### 5.2.3.4.2.5 Resultados de modelación

Los resultados que se presentan a continuación se basan en cada uno de los escenarios contemplados para el proyecto, los cuales son estipulados en los requisitos para la actualización del estudio de impacto ambiental y social de la PLMB para las entidades multilaterales (EIAS), incluyendo entre otros el plan de manejo ambiental y social de la PLMB para las entidades multilaterales y el plan de monitoreo y seguimiento de la PLMB para las entidades multilaterales.

##### 5.2.3.4.2.5.1 Mapas de curvas isófonas en periodo día/noche en altura de 4 metros considerando aporte de línea base

Los mapas de curvas isófonas en periodo día/ noche a 4m de altura se encuentra en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \7\_3 Atmosferico \ C\_ Ruido\ Modelo Preoperativo\L1T1-CON-AMB-IN-0051\_A02\_VBB.

En esta fase se proyecta el ruido generado por el proyecto, en conjunto con la proyección de la línea base en la que predomina el impacto por las vías descritas.

De acuerdo con la isófonas registradas en los modelos proyectados con línea base periodo diurno, fase constructiva se puede evidenciar que los niveles de presión sonora se atribuyen principalmente a fuentes móviles asociadas a las principales vías alimentadas al modelo como lo son la Av Villavicencio, la Av. Primero de Mayo, la Av. NQS, la Avenida calle 1 sur, la Av Caracas, entre otras.

Sin embargo, se observa que durante la fase constructiva se presenta un incremento significativo en fase constructiva incrementa hasta los 65 a 70 dB(A) los niveles de presión sonora para la zona donde se encuentra el patio taller, en las inmediaciones a los pilotes y en las zonas en las que existen lotes sin ocupación de infraestructuras dado que para la línea base en estos predios no se genera actividad, toda vez que estos incrementos se encuentran atribuidos principalmente a las fuentes de impacto alto como la piloteadora de rotación y el Drilling-rig.

También es posible evidenciar que el mayor impacto se tiene en el tramo 1, en el que existe una gran extensión de lotes baldíos que no tienen áreas construidas, por tal motivo, la propagación de la emisión de ruido se abarca un área mucho más grande debido a que se ve beneficiada en campos libres. Por el contrario, en el resto de los tramos del proyecto al haber una gran densidad de edificaciones dicha propagación de la onda sonora no se favorece, presentando condiciones de apantallamiento, otro factor que influye es el posible enmascaramiento que ejercen las vías en las que se realizarán las obras debido a que el ruido combinado entre las construcciones y las vías genera una emisión conjunta que para el receptor puede no generar un alto incremento perceptible del impacto.

Para el periodo nocturno las actividades del proyecto disminuyen y solo se realizarán obras de bajo impacto como labores manuales y el mayor impacto se da en las vías que en la noche presentan un aforo vehicular alto. Así mismo para este periodo, el tramo 1 es el mayormente impactado siendo la alta propagación de la emisión debido a campos libres la condición que predomina.

#### *5.2.3.4.2.5.2 Mapas de curvas isófonas en periodo día/noche a la altura del viaducto considerando aporte de línea base*

Los mapas de curvas isófonas en periodo día/ noche a la altura del viaducto se encuentra en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \7\_3 Atmosferico \ C\_ Ruido\ Modelo Preoperativo\L1T1-CON-AMB-IN-0051\_A04\_VBB.

De acuerdo con las isófonas registradas en los modelos proyectados a la altura más desfavorable, o altura en la que se construirá el viaducto de la PLMB (15m), en fase preoperacional o constructiva, los focos de ruido reducen su nivel al presentar menor cobertura de las curvas superiores a 70 dB(A), esto debido a que se genera menor interferencia de las fuentes dispuestas a nivel de suelo, sin embargo, la propagación de la onda acústica se verá beneficiada entre los valores de 50 dB(A) a 65 dB(A) al no tener tantas interferencias y generar mayor reflectancia contra los muros de edificaciones altas o bien proyectarse de forma más amplia debido a que edificaciones de menor altura generan mayor campo libre, por esta razón el modelo muestra menor cobertura en rangos inferiores a los 45 dB(A).

Al igual que en los modelos dispuestos para la altura de 4m, el mayor impacto se ve reflejado en las inmediaciones a los pilotes y en las zonas en las que existen lotes sin ocupación de infraestructuras,

toda vez que dicho impacto es atribuible principalmente a las fuentes de impacto alto como la piloteadora de rotación y el Drilling-rig. También se sigue presentando el mayor impacto en el tramo 1 debido a la fácil propagación de la onda sonora por la mayor proporción de espacio libre.

Para el periodo nocturno el mayor impacto se da en las vías que en la noche presentan un aforo vehicular alto. Así mismo para este periodo, el tramo 1 es el mayormente impactado.

#### *5.2.3.4.2.5.3 Modelos acústicos en 3D*

El modelo acústico 3D se encuentra en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \7\_3 Atmosferico \ C\_ Ruido\ Modelo Preoperativo\L1T1-CON-AMB-IN-0051\_A05\_VBB \ 3D

De acuerdo con los resultados obtenidos para los mapas de conflicto, en el período diurno se presenta un conflicto bajo en la mayoría de los predios asociados al área de influencia definida, sin embargo, es notorio que para el tramo 1, en la zona residencial que se ubica entre el patio taller y la Av. Ciudad de Cali, existen predios que superan los niveles de ruido asociado a la construcción del proyecto ya que coinciden con la zona de mayor impacto generado, por tanto presentan niveles de conflicto alto y muy alto, lo cual indica que superan la norma en más de 5 dB(A). Los lotes que presentan impacto medio se encuentran distribuidos en zonas que en su mayoría no están asociadas al impacto directo del proyecto. También se pudo identificar que el conflicto determinado como bajo se debe a que en gran parte a lo largo del trazado las edificaciones asociadas presentan usos de suelo comercial y su límite normativo no es tan restrictivo.

Para el periodo nocturno es evidente que los niveles de conflicto aumentan en muchos predios debido a que la restricción normativa es más exigente y se puede notar que en gran parte se encuentran asociados a vías que no serán intervenidas en el proyecto. Por último, es importante tener en cuenta que gran parte de los conflictos a lo largo del trazado se presentan por el ruido combinado que existe entre las vías y las fuentes alimentadas al modelo.

#### *5.2.3.4.2.5.4 Evaluación en altura de edificaciones*

El análisis de fachadas a distintas alturas, en las edificaciones identificadas como de mayor conflicto asociado al periodo de mayor impacto (Diurno), se realiza teniendo como referencia los receptores que se encuentran en cercanía a los frentes de obra. Este análisis parte de lo establecido en la norma ISO - 9613-2:1996 - Acústica — Atenuación del sonido durante propagación Outdoor, donde se especifica un método de ingeniería para calcular la atenuación del sonido durante la propagación al aire libre con el fin de predecir los niveles de ruido ambiental a distancia de una variedad de fuentes. El método predice el nivel equivalente de presión acústica continua ponderada A (como se describe en las partes 1 a 3 de la norma ISO 1996) en condiciones meteorológicas favorables a la propagación a partir de fuentes de emisión sonora conocidas.

El método especificado en esta sección de la norma ISO 9613 consiste específicamente en algoritmos de banda de octava (con frecuencias nominales de banda media de 63 Hz a 8 kHz) para calcular la atenuación del sonido que se origina en una fuente de sonido puntual o en un conjunto de fuentes

puntuales. La fuente (o fuentes) puede ser móvil o estacionaria. Se proporcionan términos específicos en los algoritmos para los siguientes efectos físicos:

- ▶ Divergencia geométrica;
- ▶ Absorción atmosférica;
- ▶ Efecto suelo;
- ▶ Reflexión de las superficies;
- ▶ Cribado por obstáculos.

Este método es aplicable en la práctica, directa o indirectamente, a la mayoría de las situaciones relacionadas con el tráfico por carretera o ferrocarril, las fuentes de ruido industrial, las actividades de construcción y muchas otras fuentes de ruido terrestres.

De esta manera, el cálculo desarrollado parte de los niveles de presión sonora registrado sobre los receptores de interés, el nivel que se tomó como referencia es el presentado sobre el receptor, por el costado más cercano teniendo como referencia la distancia a la fuente (Frentes de obra). Así mismo, se define una altura de las infraestructuras partiendo del número de pisos del que se componga. Finalmente, el cálculo se realiza desde la altura a 4 metros, los cálculos realizados y resultados se encuentran en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \7\_3 Atmosférico\ C\_ Ruido\ Modelo Preoperativo\L1T1-CON-AMB-IN-0051\_A01\_VBB.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de ruido en fachadas a distintas alturas, con variación cada metro, se observa que dadas las condiciones de distancia entre la fuente y el receptor no se presenta una disminución significativa de los niveles de ruido a las distintas alturas seleccionadas, presentándose una disminución de 1,46 dB(A), con respecto a la altura de referencia (4m), en la edificación asociada al tramo 6 identificada con el código 007203001001 la cual cuenta con 6 plantas y una altura de 16 metros. Esta situación sugiere que el impacto de la contaminación acústica se percibe incluso en edificaciones de gran altura.

5.2.3.4.2.6 *Análisis del cumplimiento normativo para cada una de las edificaciones en el área de influencia del proyecto (Mapa de conflicto)*

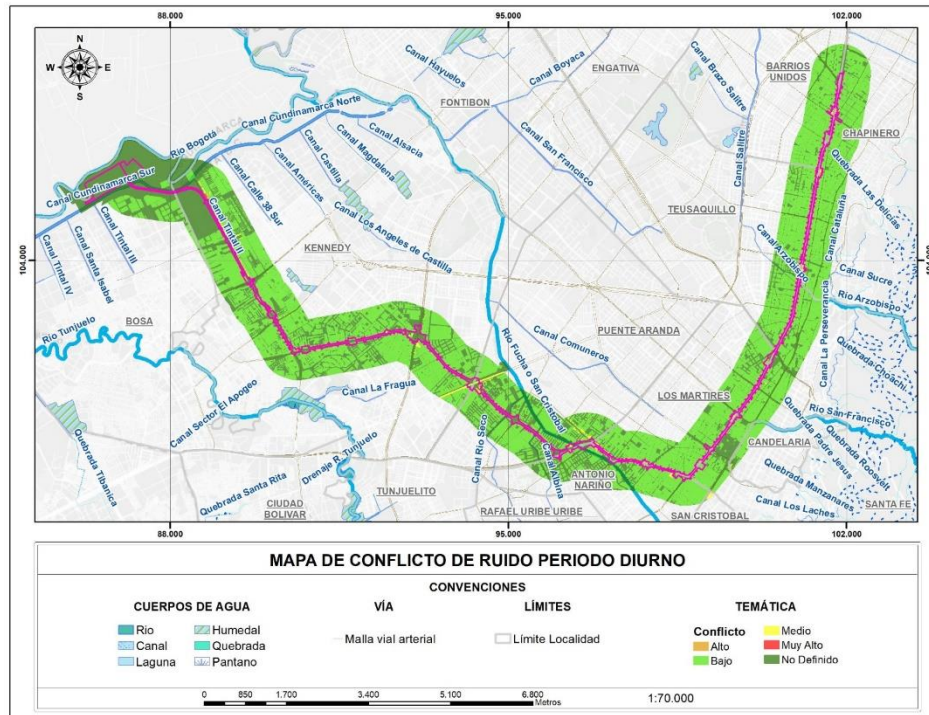


Figura 376 Mapa de conflicto – periodo diurno

Fuente: Agrosoluciones ambientales SAS, 2022

De acuerdo con los resultados obtenidos para los mapas de conflicto, en el período diurno se presenta un conflicto bajo en la mayoría de los predios asociados al área de influencia definida, sin embargo, es notorio que para el tramo 1, en la zona residencial que se ubica entre el patio taller y la Av. Ciudad de Cali, existen predios que superan los niveles de ruido asociado a la construcción del proyecto ya que coinciden con la zona de mayor impacto generado, por tanto presentan niveles de conflicto alto y muy alto, lo cual indica que superan la norma en más de 5 dB(A). Los lotes que presentan impacto medio se encuentran distribuidos en zonas que en su mayoría no están asociadas al impacto directo del proyecto. También se pudo identificar que el conflicto determinado como bajo se debe a que en gran parte a lo largo del trazado las edificaciones asociadas presentan usos de suelo comercial y su límite normativo no es tan restrictivo.

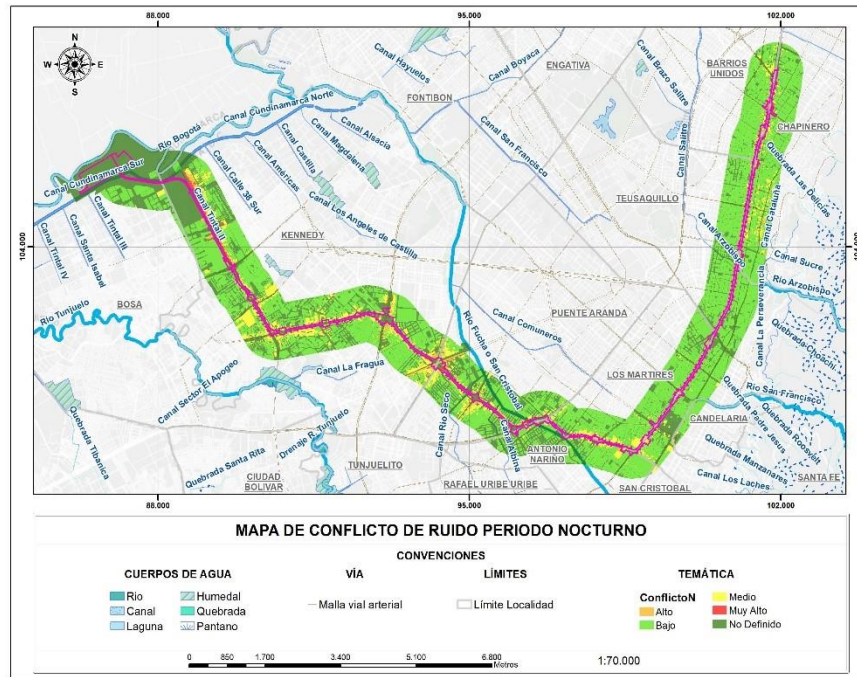


Figura 377 Mapa de conflicto – periodo nocturno

Fuente: Agrosoluciones ambientales SAS, 2022

Para el periodo nocturno es evidente que los niveles de conflicto aumentan en muchos predios debido a que la restricción normativa es más exigente y se puede notar que en gran parte se encuentran asociados a vías que no serán intervenidas en el proyecto. Por último, es importante tener en cuenta que gran parte de los conflictos a lo largo del trazado se presentan por el ruido combinado que existe entre las vías y las fuentes alimentadas al modelo.

#### 5.2.3.4.2.7 Medidas para prevenir, controlar, corregir y mitigar el ruido

Teniendo en cuenta que durante la fase preoperativa la diferencia de ruido se genera en su gran mayoría por la maquinaria que es utilizada para la construcción de la PLMB, las cuales se consideran como fuentes no fijas de ruido, las medidas se encuentran destinadas hacia el manejo de los niveles generados por estas, Por lo anterior se plantean las siguientes medidas:

- ▶ Los vehículos y la maquinaria que se utilizarán en las diversas actividades del proyecto contarán con una revisión al inicio de su puesta en servicio de tal manera que se garantice su integridad y buen estado, garantizando que no generen niveles de ruido superiores a los ya estimados.
- ▶ Los vehículos deberán contar con silenciadores en perfecto estado de funcionamiento y sistemas que permitan el control de los niveles de ruido de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente
- ▶ Garantizar los límites de velocidad al interior de la zona de obra, los vehículos de transporte no superarán los 10km/hora, se instalarán señales de velocidad máxima 10km/h en las vías internas y vía de acceso a los tramos intervenidos por las actividades constructivas de la PLMB.

- ▶ Se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipos que contemple el engrase y cambio de piezas averiadas para impedir la generación de ruidos externos a la normal operación como por ejemplo el control de latas, piezas sueltas u otros materiales que causen fricciones que emitan ruidos exagerados.
- ▶ Para plantas y/o generadores eléctricos en los frentes de obra, estas deben contar con silenciadores y sistemas que permitan el control de los niveles de ruido.

Igualmente, se dará el respectivo manejo y se tomarán las medidas necesarias para las maquinarias en el momento en que se realice el uso de las mismas, teniendo en cuenta que depende de las condiciones propias de cada referencia y maquinaria.

#### 5.2.3.4.3 Predicción de ruido para el escenario de la etapa operación y mantenimiento

En el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07 \ 7\_3 Atmosférico \ C\_ Ruido \ Modelo Operación se encuentran los anexos referentes a este apartado.

##### 5.2.3.4.3.1 Operaciones resultadas no mitigados

Los niveles sonoros diurnos y nocturnos previstos sin mitigar en cada uno de los POR representativos se indican en la siguiente tabla a continuación. Estos resultados se utilizaron para evaluar el cumplimiento y/o determinar la mitigación del ruido. En los casos en que el nivel sonoro supere los límites de forma significativa, se investigó la viabilidad técnica y administrativa de la mitigación. Los resultados sin mitigar muestran que la mayoría de los POR dentro del corredor cumplen con los límites de la Res. 0627. Hay algunos PORs que pueden exceder los límites y para los cuales se requerirá una mitigación como se discute más adelante en este informe.

Tabla 205 - Efectos del ruido aéreo en los PORs - Sin mitigar

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C1_L1_01	57	51	65	57	55	50	<b>No / No</b>
C10_L1_01	58	52	65	57	65	55	Sí / Sí
C10_R1_01	53	47	66	59	65	55	Sí / Sí
C11_L1_01	53	47	60	53	65	55	Sí / Sí
C11_L1_02	54	48	61	54	65	55	Sí / Sí
C11_L1_03	56	50	62	54	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C11_L2_01	61	55	63	55	70	60	Sí / Sí
C11S_R1_01	59	53	66	58	70	60	Sí / Sí
C12_L2_01	52	46	58	50	65	55	Sí / Sí
C12_R1_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
C13_L1_01	62	56	68	60	70	60	Sí / Sí
C13_R2_01	57	51	67	59	65	55	Sí / Sí
C14_L1_01	62	56	62	54	70	60	Sí / Sí
C14_L3_01	62	56	61	52	70	60	Sí / Sí
C14_R1_01	70	64	67	59	70	60	Sí / <b>No</b>
C14_R3_01	55	50	60	52	65	55	Sí / Sí
C15_L1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C15_R1_01	68	62	66	59	70	60	Sí / <b>No</b>
C15_R1_02	69	63	66	59	70	60	Sí / <b>No</b>
C15_R1_03	70	64	66	59	70	60	Sí / <b>No</b>
C16_L1_01	67	61	66	58	70	60	Sí / <b>No</b>
C16_L1_02	67	61	66	58	70	60	Sí / <b>No</b>
C16_L1_03	67	61	66	58	70	60	Sí / <b>No</b>
C16_L1_04	67	61	66	58	70	60	Sí / <b>No</b>
C16_R1_01	71	65	66	58	70	60	<b>No / No</b>
C16a_L3_01	61	55	62	55	65	55	Sí / Sí
C17_L1_01	70	64	67	59	70	60	Sí / <b>No</b>
C17S_L1_01	61	55	66	58	65	55	Sí / Sí
C17S_L1_02	61	55	62	55	65	55	Sí / Sí



ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C17_R1_01	62	56	66	59	70	60	Sí / Sí
C17_R1_02	67	61	66	58	70	60	Sí / No
C17_R1_03	69	63	66	58	70	60	Sí / No
C17aB_R1_01	61	55	68	61	70	60	Sí / Sí
C17aB_R1_02	62	56	65	57	70	60	Sí / Sí
C17aB_R1_03	64	58	65	58	70	60	Sí / Sí
C18_L1_01	71	66	67	60	70	60	No / No
C18_R1_01	67	61	66	58	70	60	Sí / No
C18_R1_02	66	60	66	58	70	60	Sí / Sí
C18_R1_03	61	55	66	58	70	60	Sí / Sí
C18a_R1_01	69	63	66	58	70	60	Sí / No
C19_L1_01	69	63	67	60	70	60	Sí / No
C19_L1_02	70	64	67	59	70	60	Sí / No
C19_R1_01	70	64	67	59	70	60	Sí / No
C1b_L1_01	61	55	66	58	70	60	Sí / Sí
C1b_L1_02	66	60	67	59	70	60	Sí / Sí
C1c_L1_01	62	56	66	59	70	60	Sí / Sí
C2_L1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C2_R1_01	59	53	65	57	55	50	No / No
C2_R1_02	60	54	63	55	55	50	No / No
C2_R1_03	72	66	65	57	70	60	No / No
C2_R1_04	74	68	64	56	70	60	No / No
C2_R1_05	70	64	64	57	70	60	Sí / No

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día / Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C20_L1_01	60	54	69	62	70	60	Sí / Sí
C20_L1_02	59	53	69	61	70	60	Sí / Sí
C20_L1_03	70	64	69	61	70	60	Sí / <b>No</b>
C20_R1_01	63	57	65	57	70	60	Sí / Sí
C20_R1_02	64	58	65	57	70	60	Sí / Sí
C20_R1_03	65	59	65	58	70	60	Sí / Sí
C21_R1_01	68	62	66	58	70	60	Sí / <b>No</b>
C22_L1_01	58	52	67	59	70	60	Sí / Sí
C22_L1_02	64	59	68	60	70	60	Sí / Sí
C22_L2_01	58	53	61	53	70	60	Sí / Sí
C22_L2_02	50	44	59	52	70	60	Sí / Sí
C22_R1_01	63	57	66	59	70	60	Sí / Sí
C22_R1_02	62	57	66	58	70	60	Sí / Sí
C23_L1_01	63	57	69	61	70	60	Sí / Sí
C23_L3_01	55	49	57	48	65	55	Sí / Sí
C24_R1_01	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
C25_R1_01	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
C25_R1_02	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
C26_L1_01	65	59	68	60	70	60	Sí / Sí
C26_L2_01	52	46	67	59	70	60	Sí / Sí
C26S_R1_01	54	49	71	63	65	55	Sí / Sí
C28D_L1_01	66	60	66	59	65	55	Sí / <b>No</b>
C28D_L1_02	61	55	61	53	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C2B_R1_01	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_02	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_03	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_04	58	52	69	62	65	55	Sí / Sí
C2D_L3_01	58	52	62	54	65	55	Sí / Sí
C3_L2_01	53	47	63	55	65	55	Sí / Sí
C3_R1_01	52	46	64	57	65	55	Sí / Sí
C31_L1_01	67	61	64	57	65	55	<b>No / No</b>
C31_L1_02	62	56	62	55	65	55	Sí / <b>No</b>
C31_R1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C31b_R1_01	62	56	65	57	70	60	Sí / Sí
C32_L1_01	66	60	64	57	70	60	Sí / Sí
C32_L1_02	66	60	65	57	70	60	Sí / Sí
C32_R1_01	57	52	66	58	70	60	Sí / Sí
C32_R1_02	63	57	66	58	70	60	Sí / Sí
C33a_L1_01	58	52	68	60	70	60	Sí / Sí
C33a_R1_01	54	48	64	57	70	60	Sí / Sí
C35a_R1_01	51	45	65	57	70	60	Sí / Sí
C34_L2_01	64	58	66	58	70	60	Sí / Sí
C34S_L1_01	58	52	71	64	70	60	Sí / Sí
C35a_L2_01	59	53	68	60	70	60	Sí / Sí
C35b_L1_01	61	55	73	66	70	60	Sí / Sí
C35b_L1_02	57	52	71	63	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C35b_L1_03	57	51	74	66	65	55	Sí / Sí
C35d_R1_01	58	52	71	64	65	55	Sí / Sí
C36_L1_01	59	54	68	60	65	55	Sí / Sí
C36_L1_02	63	58	67	59	70	60	Sí / Sí
C36_L1_04	66	60	68	60	70	60	Sí / Sí
C37_L2_01	57	51	67	60	65	55	Sí / Sí
C37_R2_01	55	49	62	54	65	55	Sí / Sí
C38_L1_01	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_01	57	51	72	65	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_02	58	53	73	65	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_03	58	52	73	65	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_04	58	52	73	65	65	55	Sí / Sí
C38cS_R1_01	59	53	71	64	65	55	Sí / Sí
C38cS_R1_02	58	52	72	65	65	55	Sí / Sí
C38cS_R1_03	54	48	72	64	65	55	Sí / Sí
C38cS_L1_01	52	46	75	67	65	55	Sí / Sí
C38cS_L1_02	60	54	72	65	70	60	Sí / Sí
C39S_L1_01	54	48	74	66	70	60	Sí / Sí
C39a_R1_01	57	51	65	57	65	55	Sí / Sí
D40a_L1_01	69	63	68	60	70	60	Sí / No
C39aS_R1_01	54	48	71	64	65	55	Sí / Sí
C39a_R1_02	57	51	64	57	65	55	Sí / Sí
C39aS_R1_02	53	47	71	64	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C39aS_R1_03	61	55	72	64	70	60	Sí / Sí
C39B_R1_01	54	48	64	57	70	60	Sí / Sí
C4_L1_01	60	54	68	60	70	60	Sí / Sí
C4_R1_01	55	50	65	57	65	55	Sí / Sí
C4_R1_02	55	49	64	57	65	55	Sí / Sí
C4_R1_03	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
C40_L1_01	51	45			65	55	Sí / Sí
C40_L2_01	58	52	66	59	55	50	<b>No / No</b>
C40_R1_01	57	51	72	64	65	55	Sí / Sí
C40b_R1_01	56	50	71	64	70	60	Sí / Sí
C40gS_L1_01	53	47	70	63	70	60	Sí / Sí
C40gS_R1_01	51	45	71	63	65	55	Sí / Sí
C40j_R1_01	62	57	72	65	70	60	Sí / Sí
C41_L1_01	59	53	68	61	65	55	Sí / Sí
C41_L1_02	58	53	68	61	65	55	Sí / Sí
C41_L1_03	58	53	68	61	65	55	Sí / Sí
C41_L1_04	58	52	68	61	65	55	Sí / Sí
C41b_L1_01	54	48	71	63	70	60	Sí / Sí
C41B_R1_01	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
C41BS_R1_01	61	55	71	64	70	60	Sí / Sí
C41b_R1_01	56	51	73	65	65	55	Sí / Sí
C41BS_R1_02	50	44	53	44	65	55	Sí / Sí
C41cS_L1_01	54	48	68	60	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día / Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C41cS_R1_01	54	48	71	63	65	55	Sí / Sí
C41g_R1_02	56	50	72	64	65	55	Sí / Sí
C42_L1_01	49	43	51	42	65	55	Sí / Sí
C42S_L1_01	53	47	73	65	65	55	Sí / Sí
C42S_L1_02	53	47	72	65	65	55	Sí / Sí
C42S_R1_01	56	50	72	64	65	55	Sí / Sí
C42cS_R1_01	56	50	70	62	65	55	Sí / Sí
C42f_L1_01	58	52	70	63	65	55	Sí / Sí
C42fS_R1_01	56	50	68	60	65	55	Sí / Sí
C43_R1_01	59	53	67	60	65	55	Sí / Sí
C44_L1_01	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C44_R1_01	52	46	66	59	65	55	Sí / Sí
C45_L3_01	53	47	61	53	65	55	Sí / Sí
C45_R1_01	56	50	65	57	65	55	Sí / Sí
C46_L1_01	52	46	67	59	65	55	Sí / Sí
C46_R1_01	61	55	63	56	65	55	Sí / Sí
C47_L1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C47_R1_01	50	45	65	58	65	55	Sí / Sí
C48_L1_01	55	49	66	59	65	55	Sí / Sí
C48_L1_02	52	47	67	59	65	55	Sí / Sí
C48_L2_01	55	50	64	57	65	55	Sí / Sí
C48_R1_01	52	46	66	58	65	55	Sí / Sí
C48_R1_03	54	48	66	59	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C49_L2_01	55	49	61	53	65	55	Sí / Sí
C49_R1_01	50	45	65	58	65	55	Sí / Sí
C49_R1_02	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C5_L1_01	68	62	68	60	70	60	Sí / <b>No</b>
C5_L1_02	68	62	68	60	70	60	Sí / <b>No</b>
C5_L2_01	61	55	65	57	65	55	Sí / Sí
C50_L1_01	62	56	67	60	70	60	Sí / Sí
C50_L2_01	62	56	63	55	70	60	Sí / Sí
C50_R1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí
C51_L1_01	59	53	67	59	65	55	Sí / Sí
C51_L1_02	59	53	67	59	65	55	Sí / Sí
C51_R1_01	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C51_R1_02	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
C51_R1_03	55	49	65	58	65	55	Sí / Sí
C52_L1_01	58	52	66	59	65	55	Sí / Sí
C52_L1_02	57	52	67	60	65	55	Sí / Sí
C52_R1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C52_R1_02	55	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C52_R1_03	58	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C53_L1_01	55	49	71	64	65	55	Sí / Sí
C53_R1_01	55	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C53_R1_02	53	48	65	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_01	56	50	65	58	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C54a_R1_02	53	47	65	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_03	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_04	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
C54B_L1_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
C54B_L1_02	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
C54B_L1_03	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C54D_R1_01	53	47	65	58	65	55	Sí / Sí
C54D_R1_02	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C55_L1_01	58	52	67	59	65	55	Sí / Sí
C55_L1_02	58	53	67	59	65	55	Sí / Sí
C55_L1_03	54	48	64	56	65	55	Sí / Sí
C55_R1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C56_L1_01	60	54	68	60	65	55	Sí / Sí
C56_L1_02	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
C56_R1_01	54	48	66	59	65	55	Sí / Sí
C56_R1_02	53	47	65	58	65	55	Sí / Sí
C57_L1_01	61	55	68	60	65	55	Sí / Sí
C57_L1_03	58	53	68	61	65	55	Sí / Sí
C57_R1_01	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
C57_R1_03	61	55	68	60	65	55	Sí / Sí
C58_L1_01	54	48	68	60	65	55	Sí / Sí
C58_R1_01	53	47	67	60	65	55	Sí / Sí
C59_L1_01	61	55	69	62	65	55	Sí / Sí



ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C59_L1_02	61	55	68	61	65	55	Sí / Sí
C59_L1_03	60	54	68	60	65	55	Sí / Sí
C59_L1_04	54	48	68	60	65	55	Sí / Sí
C59_R1_01	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C59a_L1_01	61	55	70	62	65	55	Sí / Sí
C6_R1_01	64	59	68	60	70	60	Sí / Sí
C6_R1_02	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C60_L1_01	58	52	69	62	65	55	Sí / Sí
C60_R1_01	56	51	67	59	65	55	Sí / Sí
C61_L1_01	64	58	69	62	70	60	Sí / Sí
C61_R1_01	56	50	64	56	65	55	Sí / Sí
C61_R1_02	60	54	64	57	70	60	Sí / Sí
C61a_L1_01	65	59	69	61	70	60	Sí / Sí
C61a_R1_01	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C61a_R1_02	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C62_L1_01	57	51	68	61	65	55	Sí / Sí
C62_R1_01	58	53	66	59	65	55	Sí / Sí
C63_R1_01	57	52	66	59	65	55	Sí / Sí
C63_R1_02	55	49	66	59	65	55	Sí / Sí
C63_R1_03	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C64_L1_01	61	55	70	62	65	55	Sí / Sí
C64_L1_02	60	54	70	62	65	55	Sí / Sí
C64_R1_01	59	53	63	56	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C64_R1_03	60	54	64	56	65	55	Sí / Sí
C64_R1_04	59	53	64	56	65	55	Sí / Sí
C64_R1_05	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
C64a_R2_02	57	51	60	52	65	55	Sí / Sí
C65_L1_01	62	56	63	56	70	60	Sí / Sí
C65_R2_01	60	54	62	54	70	60	Sí / Sí
C65a_L1_01	62	57	66	59	70	60	Sí / Sí
C65a_L1_02	71	65	67	59	70	60	<b>No / No</b>
C67_L2_01	65	59	63	56	70	60	Sí / Sí
C67_R1_01	59	53	67	59	70	60	Sí / Sí
C69_R1_01	61	55	66	59	70	60	Sí / Sí
C69_R1_02	60	54	66	59	70	60	Sí / Sí
C69_R1_03	61	55	66	59	70	60	Sí / Sí
C7_R1_01	56	51	63	55	65	55	Sí / Sí
C70_L1_01	71	65	67	60	70	60	<b>No / No</b>
C70_R1_01	61	55	67	59	70	60	Sí / Sí
C71_L1_01	61	55	67	59	70	60	Sí / Sí
C71_R1_01	69	63	67	59	70	60	Sí / <b>No</b>
C71_R1_02	56	51	69	61	65	55	Sí / Sí
C72_L1_01	68	62	69	61	70	60	Sí / <b>No</b>
C72_R1_01	60	54	70	62	70	60	Sí / Sí
Cr72n_L1_01	56	50	73	65	70	60	Sí / Sí
C73_L1_01	60	54	69	61	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día / Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C74_L2_01	53	47	62	54	70	60	Sí / Sí
C74_R1_01	56	50	67	59	70	60	Sí / Sí
C75_L2_01	56	50	59	51	70	60	Sí / Sí
C75_L2_02	64	58	65	58	70	60	Sí / Sí
C75B_R1_01	55	49	67	60	70	60	Sí / Sí
C77_L3_01	54	48	59	51	70	60	Sí / Sí
C77_R1_01	57	51	63	55	70	60	Sí / Sí
C77_R1_03	60	54	65	57	70	60	Sí / Sí
C78_L2_01	57	51	64	56	70	60	Sí / Sí
C8_R1_01	53	48	70	62	65	55	Sí / Sí
C8_R1_02	56	50	69	61	65	55	Sí / Sí
C8_R1_03	57	51	69	61	65	55	Sí / Sí
C80_L2_01	51	45	63	55	70	60	Sí / Sí
C80_L2_02	55	49	66	58	70	60	Sí / Sí
C81B_R2_01	51	45	61	54	70	60	Sí / Sí
Cr81j_R1_01	60	54	67	59	70	60	Sí / Sí
C8S_L1_01	59	53	61	53	65	55	Sí / Sí
C8S_L1_02	60	54	61	53	65	55	Sí / Sí
C9_R1_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr100_L1_01	52	46	-80	-80	65	55	Sí / Sí
Cr16_L1_01	63	57	65	57	70	60	Sí / Sí
Cr18_R1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr19a_R1_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr19a_R1_02	54	48	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr21_R1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr24_L2_01	72	66	63	55	70	60	<b>No / No</b>
Cr24b_R1_01	60	54	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr24b_R1_02	60	54	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr24D_L1_01	60	54	62	54	70	60	Sí / Sí
Cr25_L1_01	62	56	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr24_L1_01	61	55	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr25_L1_02	60	54	62	54	70	60	Sí / Sí
Cr25_R1_01	62	57	61	54	70	60	Sí / Sí
Cr25_R2_01	66	60	62	54	70	60	Sí / Sí
Cr25a_L1_01	61	55	62	54	65	55	Sí / Sí
Cr25a_L1_02	61	55	62	54	65	55	Sí / Sí
Cr26_L1_01	77	71	63	55	70	60	<b>No / No</b>
Cr26_R1_01	68	62	64	57	70	60	Sí / <b>No</b>
Cr26a_R1_01	65	59	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr27_R1_01	60	55	61	54	65	55	Sí / Sí
Cr27a_R1_01	58	52	63	56	65	55	Sí / Sí
Cr29_R2_01	61	55	58	50	65	55	Sí / Sí
Cr29c_R1_01	60	54	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr29c_R2_01	59	53	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr30_L1_01	60	54	65	57	70	60	Sí / Sí
Cr30a_L1_01	65	59	63	55	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr34d_R1_01	61	55	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr34d_R1_02	60	55	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr36_L1_01	63	57	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr36_R1_01	59	53	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr36_R1_02	55	49	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr37_L1_01	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr37_L1_02	56	51	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr37_L1_03	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr37_L3_01	58	52	62	54	65	55	Sí / Sí
Cr37_R1_01	58	52	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr37_R1_02	58	52	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr37_R1_03	60	54	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr38_L1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr38_L1_02	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr38_L2_01	59	54	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr38_L3_01	58	52	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr38_R3_01	60	54	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr38_R3_02	61	55	65	58	65	55	Sí / Sí
Cr38b_R1_01	56	50	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr38b_R1_02	54	48	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr39_L1_01	58	52	65	58	65	55	Sí / Sí
Cr39_R1_01	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr39_R1_02	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr39_R1_03	58	52	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr40_L3_01	57	51	63	55	65	55	Sí / Sí
Cr40a_L1_01	55	49	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr40a_L1_02	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr40a_L3_01	56	50	61	53	65	55	Sí / Sí
Cr40a_R1_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr40a_R1_02	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr40b_R1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr40b_R1_02	57	51	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr41B_L1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr41B_L1_02	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr50a_R1_01	53	47	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr50b_L1_01	54	48	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr50b_L1_02	53	47	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr50b_L1_03	56	50	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51a_L1_01	54	48	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51a_L1_02	56	50	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51a_R1_01	52	46	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr51b_L1_01	58	52	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51b_L1_02	57	51	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr51b_R1_01	54	48	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr51d_L1_01	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr51d_L1_02	57	51	67	60	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr51d_R1_01	55	49	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51d_R2_01	56	50	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr51f_L1_01	52	47	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr51f_R1_01	54	48	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr52_R1_01	54	48	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr52_R1_02	57	51	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr52a_L1_01	53	47	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr52a_R1_01	52	46	71	64	65	55	Sí / Sí
Cr52a_R2_01	56	50	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_01	56	50	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_02	52	46	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_03	55	49	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_04	50	44	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr52c_L1_01	52	46	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr52c_L1_02	54	48	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr69b_R1_01	59	53	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr69b_R3_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_01	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_02	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68h_R1_02	58	52	71	64	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_03	56	51	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_04	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_05	54	49	67	59	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr68_R1_06	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_07	54	49	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr68d_L1_01	59	53	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr68f_R2_01	55	49	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr68f_R1_01	54	49	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr68gB_L1_01	52	47	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr68h_R1_01	58	52	69	62	70	60	Sí / Sí
Cr68i_L1_01	59	53	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr68i_L1_02	59	54	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr69_L1_01	51	45	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr69_L3_01	57	51	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr69_R1_01	55	50	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr69b_L1_01	61	55	69	61	70	60	Sí / Sí
Cr69b_L2_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr69BA_L1_01	60	54	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_L2_01	56	50	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_L2_02	58	53	65	57	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_L3_01	59	54	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_R1_01	60	54	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_R1_02	57	51	70	63	70	60	Sí / Sí
Cr69c_R1_01	57	51	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr69c_R1_02	60	54	70	62	70	60	Sí / Sí
Cr69cB_L1_01	52	46	67	60	70	60	Sí / Sí



ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1] [2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr69cB_L2_01	57	52	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr69cB_L2_02	57	52	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr70b_R1_01	61	55	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr70b_R1_02	58	52	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr70b_R1_03	58	52	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr71d_L1_01	71	65	68	60	70	60	<b>No / No</b>
Cr71d_R1_01	61	55	69	62	70	60	Sí / Sí
Cr71d_L3_01	61	55	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr71f_L1_01	62	56	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr71f_L1_02	60	54	67	60	70	60	Sí / Sí
Cr72a_R1_01	53	47	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr72b_R1_01	57	51	73	65	70	60	Sí / Sí
Cr78i_L1_01	57	51	72	64	70	60	Sí / Sí
Cr78k_L1_01	57	52	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr78l_R1_01	58	52	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr78n_L1_01	61	55	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr78p_R1_01	58	52	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr79_L1_01	58	52	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr79_R1_01	57	51	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr79_R1_02	59	53	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr79aB_L1_01	59	53	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr79c_R1_01	60	54	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr79f_R1_01	57	51	69	62	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr79g_L1_01	57	51	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr80_L1_01	58	52	65	58	65	55	Sí / Sí
Cr80d_R1_01	55	49	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr80g_L1_01	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr80gB_R1_01	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr81_L1_01	61	55	69	62	70	60	Sí / Sí
Cr81_R1_01	59	53	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr81cBA_L1_01	59	53	67	60	70	60	Sí / Sí
Cr81d_R1_01	60	54	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr81j_L1_01	60	54	65	58	70	60	Sí / Sí
Cr82b_R1_01	60	54	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr82c_L1_01	61	55	64	57	70	60	Sí / Sí
Cr85a_L1_01	60	54	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr86BA_R1_01	58	53	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr86bB_R1_01	57	51	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr86f_R1_01	55	49	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr87BA_R1_01	55	49	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr87d_R1_01	53	47	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr88_R1_01	53	47	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr88c_L1_01	55	49	58	50	65	55	Sí / Sí
Cr88hB_R1_01	54	48	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr89a_L1_01	53	47	62	55	65	55	Sí / Sí
Cr89a_R1_01	52	47	55	47	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día / Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr89b_L1_01	52	46	51	43	65	55	Sí / Sí
Cr90a_L1_01	53	48	42	34	65	55	Sí / Sí
Cr90a_R1_01	55	49	53	42	65	55	Sí / Sí
Cr91_R1_01	54	48	51	41	65	55	Sí / Sí
Cr92a_R1_01	54	48	53	42	65	55	Sí / Sí
Cr93c_R1_01	54	48	53	42	65	55	Sí / Sí
Cr94b_R1_01	55	49	54	43	65	55	Sí / Sí
Cr97_R1_01	57	51	51	40	65	55	Sí / Sí
Cr97dB_R1_01	57	51	49	38	65	55	Sí / Sí
Cr98b_R1_01	57	51	51	40	65	55	Sí / Sí
D36B_R1_01	60	54	71	64	70	60	Sí / Sí
D36B_R1_02	54	49	71	63	65	55	Sí / Sí
D37_L1_01	60	54	72	65	70	60	Sí / Sí
D37d_R1_01	53	48	71	64	65	55	Sí / Sí
D37d_R1_02	57	51	73	65	65	55	Sí / Sí
D40aB_R1_01	52	46			70	60	Sí / Sí
T17a_R1_01	56	50	60	52	65	55	Sí / Sí
T35_L1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
T68b_L1_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
T68b_L1_02	56	50	65	57	65	55	Sí / Sí
T78h_L1_01	58	52	71	63	70	60	Sí / Sí
T78i_R1_01	58	52	70	62	70	60	Sí / Sí

Fuente: Agrosoluciones ambientales SAS, 2022

#### **Notas:**

- [1] El horario diurno es de 07:01 – 21:00 h. El horario nocturno es de 21:01 - 07:00 h.
- [2] Nivel sonoro diurno equivalente a una jornada de 14 horas y nivel sonoro nocturno equivalente a una jornada de 10 horas, en dBA, de todas las fuentes aplicables en operación.
- [3] Resultados del estudio de línea base del ruido, para más detalles consulte el código de documento L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-IN-0003
- [4] Según la Res. 0627, se refiere a los niveles máximos admisibles de emisión de ruido expresados en dB(A) para las horas diurnas y nocturnas.

### **5.2.3.4.3.2 Operaciones – Mitigadas**

#### *5.2.3.4.3.2.1 Análisis de mitigación*

Los resultados no mitigados que se muestran en la anterior tabla para el corredor muestran que los niveles sonoros están por debajo de los límites para la mayoría de los receptores y pueden superarse en algunos de ellos.

Por lo tanto, se considera la mitigación del ruido en varios lugares a lo largo del corredor para demostrar el cumplimiento de los límites de la Resolución 0627 de 2006. El tipo de mitigación y su alcance, junto con los requisitos del AT 5, se discuten en esta sección.

La sección 3 del AT 5 permite que la anchura del viaducto sea de hasta 10 metros. Cuando se requiera el control del ruido, la anchura puede modificarse hasta 10,5 metros. Se entiende que el propósito de estos requisitos es proporcionar un sistema de rieles estéticamente agradable para la PLMB. El diseño actual incluye una baranda a lo largo del borde del viaducto por razones de seguridad. La parte interior del viaducto incluye varios cables para los sistemas de energía y control, y se espera que sea un entorno sucio durante cierto tiempo. Los conceptos de mitigación del ruido de absorción, que se basan en gran medida en materiales porosos, serán ineficientes con el paso del tiempo debido a la pérdida de porosidad y humidificación por las condiciones meteorológicas imperantes en Bogotá. Por lo tanto, el equipo de diseño considera fijar una barrera contra el ruido en el borde exterior de esta barandilla, permitiendo un espacio libre suficiente en la pasarela para que el personal pueda transitar y preservando el ancho del viaducto en 10 metros según el AT 5.

Se estudiaron las barreras acrílicas transparentes, ya que cumplen con las normas sobre barreras acústicas ferroviarias, como la RIL 804.5501. La barrera se fijará a la barandilla y estará diseñada para soportar el viento y otras cargas. La barrera transparente se basa en un material acrílico o similar adecuado. El material de la barrera seleccionado debe tener una densidad superficial de 17 kg/m<sup>2</sup> y proporciona una reducción de sonido (STC) de 25 dB o más según la norma ASTM E90 de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales. La barrera debe construirse sobre el reborde de la viga en U sin espacios dentro o debajo de su extensión. Esta opción se considera también por sus cualidades estéticas, ya que se puede personalizar con diseños y colores, y con malla incorporada para evitar colisiones con aves, y debido a la transparencia, no oscurece la vista de la ciudad de los pasajeros. En los lugares en los que se considera la barrera, puede ser necesaria una barrera convencional de 2,4 a 3 metros de altura.

5.2.3.4.3.2.2 Resultados mitigados

En la siguiente tabla se muestran los resultados correspondientes al ruido aéreo en los PORs:

Tabla 206 - Efectos del ruido aéreo en los PORs – Mitigado

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C1_L1_01	55	50	65	57	55	50	Sí / Sí
C10_L1_01	58	52	65	57	65	55	Sí / Sí
C10_R1_01	53	47	66	59	65	55	Sí / Sí
C11_L1_01	53	47	60	53	65	55	Sí / Sí
C11_L1_02	54	48	61	54	65	55	Sí / Sí
C11_L1_03	56	50	62	54	65	55	Sí / Sí
C11_L2_01	61	55	63	55	70	60	Sí / Sí
C11S_R1_01	59	53	66	58	70	60	Sí / Sí
C12_L2_01	51	46	58	50	65	55	Sí / Sí
C12_R1_01	56	51	66	58	65	55	Sí / Sí
C13_L1_01	62	57	68	60	70	60	Sí / Sí
C13_R2_01	57	51	67	59	65	55	Sí / Sí
C14_L1_01	57	51	62	54	70	60	Sí / Sí
C14_L3_01	59	54	61	52	70	60	Sí / Sí
C14_R1_01	64	59	67	59	70	60	Sí / Sí
C14_R3_01	52	47	60	52	65	55	Sí / Sí
C15_L1_01	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C15_R1_01	58	52	66	59	70	60	Sí / Sí
C15_R1_02	58	52	66	59	70	60	Sí / Sí
C15_R1_03	66	60	66	59	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C16_L1_01	53	47	66	58	70	60	Sí / Sí
C16_L1_02	54	48	66	58	70	60	Sí / Sí
C16_L1_03	54	48	66	58	70	60	Sí / Sí
C16_L1_04	54	48	66	58	70	60	Sí / Sí
C16_R1_01	62	56	66	58	70	60	Sí / Sí
C16a_L3_01	50	44	62	55	65	55	Sí / Sí
C17_L1_01	55	49	67	59	70	60	Sí / Sí
C17S_L1_01	61	55	66	58	65	55	Sí / Sí
C17S_L1_02	61	55	62	55	65	55	Sí / Sí
C17_R1_01	58	52	66	59	70	60	Sí / Sí
C17_R1_02	61	55	66	58	70	60	Sí / Sí
C17_R1_03	62	57	66	58	70	60	Sí / Sí
C17aB_R1_01	61	55	68	61	70	60	Sí / Sí
C17aB_R1_02	62	56	65	57	70	60	Sí / Sí
C17aB_R1_03	64	58	65	58	70	60	Sí / Sí
C18_L1_01	65	59	67	60	70	60	Sí / Sí
C18_R1_01	61	55	66	58	70	60	Sí / Sí
C18_R1_02	62	56	66	58	70	60	Sí / Sí
C18_R1_03	61	56	66	58	70	60	Sí / Sí
C18a_R1_01	62	56	66	58	70	60	Sí / Sí
C19_L1_01	56	50	67	60	70	60	Sí / Sí
C19_L1_02	63	58	67	59	70	60	Sí / Sí
C19_R1_01	65	59	67	59	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C1b_L1_01	59	53	66	58	70	60	Sí / Sí
C1b_L1_02	57	51	67	59	70	60	Sí / Sí
C1c_L1_01	59	53	66	59	70	60	Sí / Sí
C2_L1_01	61	55	66	58	65	55	Sí / Sí
C2_R1_01	54	48	65	57	55	50	Sí / Sí
C2_R1_02	55	49	63	55	55	50	Sí / Sí
C2_R1_03	62	57	65	57	70	60	Sí / Sí
C2_R1_04	65	59	64	56	70	60	Sí / Sí
C2_R1_05	60	54	64	57	70	60	Sí / Sí
C20_L1_01	54	48	69	62	70	60	Sí / Sí
C20_L1_02	52	47	69	61	70	60	Sí / Sí
C20_L1_03	66	60	69	61	70	60	Sí / Sí
C20_R1_01	55	49	65	57	70	60	Sí / Sí
C20_R1_02	55	50	65	57	70	60	Sí / Sí
C20_R1_03	56	50	65	58	70	60	Sí / Sí
C21_R1_01	61	55	66	58	70	60	Sí / Sí
C22_L1_01	52	46	67	59	70	60	Sí / Sí
C22_L1_02	54	49	68	60	70	60	Sí / Sí
C22_L2_01	50	45	61	53	70	60	Sí / Sí
C22_L2_02	51	45	59	52	70	60	Sí / Sí
C22_R1_01	64	58	66	59	70	60	Sí / Sí
C22_R1_02	63	57	66	58	70	60	Sí / Sí
C23_L1_01	56	50	69	61	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C23_L3_01	55	49	57	48	65	55	Sí / Sí
C24_R1_01	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
C25_R1_01	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
C25_R1_02	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
C26_L1_01	65	59	68	60	70	60	Sí / Sí
C26_L2_01	52	46	67	59	70	60	Sí / Sí
C26S_R1_01	54	49	71	63	65	55	Sí / Sí
C28D_L1_01	58	52	66	59	65	55	Sí / Sí
C28D_L1_02	60	54	61	53	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_01	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_02	53	48	67	59	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_03	54	48	67	60	65	55	Sí / Sí
C2B_R1_04	54	49	69	62	65	55	Sí / Sí
C2D_L3_01	57	51	62	54	65	55	Sí / Sí
C3_L2_01	54	48	63	55	65	55	Sí / Sí
C3_R1_01	52	46	64	57	65	55	Sí / Sí
C31_L1_01	60	54	64	57	65	55	Sí / Sí
C31_L1_02	60	54	62	55	65	55	Sí / Sí
C31_R1_01	60	54	66	58	65	55	Sí / Sí
C31b_R1_01	63	57	65	57	70	60	Sí / Sí
C32_L1_01	63	58	64	57	70	60	Sí / Sí
C32_L1_02	58	52	65	57	70	60	Sí / Sí
C32_R1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí



ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C32_R1_02	64	58	66	58	70	60	Sí / Sí
C33a_L1_01	58	52	68	60	70	60	Sí / Sí
C33a_R1_01	54	48	64	57	70	60	Sí / Sí
C35a_R1_01	51	45	65	57	70	60	Sí / Sí
C34_L2_01	64	58	66	58	70	60	Sí / Sí
C34S_L1_01	58	52	71	64	70	60	Sí / Sí
C35a_L2_01	59	53	68	60	70	60	Sí / Sí
C35b_L1_01	61	55	73	66	70	60	Sí / Sí
C35b_L1_02	57	52	71	63	65	55	Sí / Sí
C35b_L1_03	57	51	74	66	65	55	Sí / Sí
C35d_R1_01	58	52	71	64	65	55	Sí / Sí
C36_L1_01	59	54	68	60	65	55	Sí / Sí
C36_L1_02	63	58	67	59	70	60	Sí / Sí
C36_L1_04	66	60	68	60	70	60	Sí / Sí
C37_L2_01	57	51	67	60	65	55	Sí / Sí
C37_R2_01	55	50	62	54	65	55	Sí / Sí
C38_L1_01	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_01	57	51	72	65	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_02	58	52	73	65	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_03	58	52	73	65	65	55	Sí / Sí
C38B_L1_04	58	52	73	65	65	55	Sí / Sí
C38cS_R1_01	59	53	71	64	65	55	Sí / Sí
C38cS_R1_02	58	52	72	65	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C38cS_R1_03	54	48	72	64	65	55	Sí / Sí
C38cS_L1_01	52	46	75	67	65	55	Sí / Sí
C38cS_L1_02	60	54	72	65	70	60	Sí / Sí
C39S_L1_01	53	47	74	66	70	60	Sí / Sí
C39a_R1_01	58	52	65	57	65	55	Sí / Sí
D40a_L1_01	64	58	68	60	70	60	Sí / Sí
C39aS_R1_01	54	48	71	64	65	55	Sí / Sí
C39a_R1_02	57	51	64	57	65	55	Sí / Sí
C39aS_R1_02	53	47	71	64	65	55	Sí / Sí
C39aS_R1_03	62	56	72	64	70	60	Sí / Sí
C39B_R1_01	56	50	64	57	70	60	Sí / Sí
C4_L1_01	60	54	68	60	70	60	Sí / Sí
C4_R1_01	56	50	65	57	65	55	Sí / Sí
C4_R1_02	56	50	64	57	65	55	Sí / Sí
C4_R1_03	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
C40_L1_01	51	45			65	55	Sí / Sí
C40_L2_01	49	44	66	59	55	50	Sí / Sí
C40_R1_01	59	53	72	64	65	55	Sí / Sí
C40b_R1_01	58	52	71	64	70	60	Sí / Sí
C40gS_L1_01	52	46	70	63	70	60	Sí / Sí
C40gS_R1_01	51	45	71	63	65	55	Sí / Sí
C40j_R1_01	63	57	72	65	70	60	Sí / Sí
C41_L1_01	58	53	68	61	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C41_L1_02	58	53	68	61	65	55	Sí / Sí
C41_L1_03	58	52	68	61	65	55	Sí / Sí
C41_L1_04	58	52	68	61	65	55	Sí / Sí
C41b_L1_01	54	48	71	63	70	60	Sí / Sí
C41B_R1_01	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
C41BS_R1_01	61	55	71	64	70	60	Sí / Sí
C41b_R1_01	56	51	73	65	65	55	Sí / Sí
C41BS_R1_02	50	44	53	44	65	55	Sí / Sí
C41cS_L1_01	54	48	68	60	70	60	Sí / Sí
C41cS_R1_01	54	48	71	63	65	55	Sí / Sí
C41g_R1_02	56	50	72	64	65	55	Sí / Sí
C42_L1_01	49	43	51	42	65	55	Sí / Sí
C42S_L1_01	53	47	73	65	65	55	Sí / Sí
C42S_L1_02	53	47	72	65	65	55	Sí / Sí
C42S_R1_01	56	50	72	64	65	55	Sí / Sí
C42cS_R1_01	56	50	70	62	65	55	Sí / Sí
C42f_L1_01	58	52	70	63	65	55	Sí / Sí
C42fS_R1_01	56	50	68	60	65	55	Sí / Sí
C43_R1_01	59	53	67	60	65	55	Sí / Sí
C44_L1_01	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C44_R1_01	52	46	66	59	65	55	Sí / Sí
C45_L3_01	53	47	61	53	65	55	Sí / Sí
C45_R1_01	56	50	65	57	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C46_L1_01	52	46	67	59	65	55	Sí / Sí
C46_R1_01	61	55	63	56	65	55	Sí / Sí
C47_L1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C47_R1_01	50	45	65	58	65	55	Sí / Sí
C48_L1_01	55	49	66	59	65	55	Sí / Sí
C48_L1_02	52	47	67	59	65	55	Sí / Sí
C48_L2_01	55	50	64	57	65	55	Sí / Sí
C48_R1_01	52	46	66	58	65	55	Sí / Sí
C48_R1_03	54	48	66	59	65	55	Sí / Sí
C49_L2_01	55	49	61	53	65	55	Sí / Sí
C49_R1_01	50	45	65	58	65	55	Sí / Sí
C49_R1_02	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C5_L1_01	60	54	68	60	70	60	Sí / Sí
C5_L1_02	59	53	68	60	70	60	Sí / Sí
C5_L2_01	57	51	65	57	65	55	Sí / Sí
C50_L1_01	62	56	67	60	70	60	Sí / Sí
C50_L2_01	62	56	63	55	70	60	Sí / Sí
C50_R1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí
C51_L1_01	59	53	67	59	65	55	Sí / Sí
C51_L1_02	59	53	67	59	65	55	Sí / Sí
C51_R1_01	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C51_R1_02	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
C51_R1_03	55	49	65	58	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C52_L1_01	58	52	66	59	65	55	Sí / Sí
C52_L1_02	57	52	67	60	65	55	Sí / Sí
C52_R1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C52_R1_02	55	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C52_R1_03	58	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C53_L1_01	55	49	71	64	65	55	Sí / Sí
C53_R1_01	55	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C53_R1_02	53	48	65	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_01	56	50	65	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_02	53	47	65	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_03	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
C54a_R1_04	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
C54B_L1_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
C54B_L1_02	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
C54B_L1_03	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C54D_R1_01	53	47	65	58	65	55	Sí / Sí
C54D_R1_02	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C55_L1_01	58	52	67	59	65	55	Sí / Sí
C55_L1_02	58	53	67	59	65	55	Sí / Sí
C55_L1_03	54	48	64	56	65	55	Sí / Sí
C55_R1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
C56_L1_01	60	54	68	60	65	55	Sí / Sí
C56_L1_02	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C56_R1_01	54	48	66	59	65	55	Sí / Sí
C56_R1_02	53	47	65	58	65	55	Sí / Sí
C57_L1_01	61	55	68	60	65	55	Sí / Sí
C57_L1_03	58	53	68	61	65	55	Sí / Sí
C57_R1_01	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
C57_R1_03	61	55	68	60	65	55	Sí / Sí
C58_L1_01	54	48	68	60	65	55	Sí / Sí
C58_R1_01	53	47	67	60	65	55	Sí / Sí
C59_L1_01	61	55	69	62	65	55	Sí / Sí
C59_L1_02	61	55	68	61	65	55	Sí / Sí
C59_L1_03	60	54	68	60	65	55	Sí / Sí
C59_L1_04	53	48	68	60	65	55	Sí / Sí
C59_R1_01	53	47	66	58	65	55	Sí / Sí
C59a_L1_01	61	55	70	62	65	55	Sí / Sí
C6_R1_01	66	60	68	60	70	60	Sí / Sí
C6_R1_02	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C60_L1_01	58	52	69	62	65	55	Sí / Sí
C60_R1_01	56	51	67	59	65	55	Sí / Sí
C61_L1_01	64	58	69	62	70	60	Sí / Sí
C61_R1_01	56	50	64	56	65	55	Sí / Sí
C61_R1_02	60	54	64	57	70	60	Sí / Sí
C61a_L1_01	65	59	69	61	70	60	Sí / Sí
C61a_R1_01	53	48	66	58	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C61a_R1_02	54	48	66	58	65	55	Sí / Sí
C62_L1_01	56	50	68	61	65	55	Sí / Sí
C62_R1_01	58	52	66	59	65	55	Sí / Sí
C63_R1_01	58	52	66	59	65	55	Sí / Sí
C63_R1_02	55	49	66	59	65	55	Sí / Sí
C63_R1_03	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
C64_L1_01	58	53	70	62	65	55	Sí / Sí
C64_L1_02	58	52	70	62	65	55	Sí / Sí
C64_R1_01	60	54	63	56	70	60	Sí / Sí
C64_R1_03	60	54	64	56	65	55	Sí / Sí
C64_R1_04	59	53	64	56	65	55	Sí / Sí
C64_R1_05	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
C64a_R2_02	59	53	60	52	65	55	Sí / Sí
C65_L1_01	60	54	63	56	70	60	Sí / Sí
C65_R2_01	62	56	62	54	70	60	Sí / Sí
C65a_L1_01	57	51	66	59	70	60	Sí / Sí
C65a_L1_02	57	51	67	59	70	60	Sí / Sí
C67_L2_01	57	51	63	56	70	60	Sí / Sí
C67_R1_01	60	55	67	59	70	60	Sí / Sí
C69_R1_01	61	56	66	59	70	60	Sí / Sí
C69_R1_02	60	54	66	59	70	60	Sí / Sí
C69_R1_03	61	55	66	59	70	60	Sí / Sí
C7_R1_01	57	51	63	55	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C70_L1_01	65	59	67	60	70	60	Sí / Sí
C70_R1_01	63	57	67	59	70	60	Sí / Sí
C71_L1_01	59	53	67	59	70	60	Sí / Sí
C71_R1_01	64	58	67	59	70	60	Sí / Sí
C71_R1_02	58	52	69	61	65	55	Sí / Sí
C72_L1_01	66	60	69	61	70	60	Sí / Sí
C72_R1_01	60	54	70	62	70	60	Sí / Sí
Cr72n_L1_01	56	50	73	65	70	60	Sí / Sí
C73_L1_01	60	54	69	61	70	60	Sí / Sí
C74_L2_01	52	46	62	54	70	60	Sí / Sí
C74_R1_01	56	50	67	59	70	60	Sí / Sí
C75_L2_01	56	50	59	51	70	60	Sí / Sí
C75_L2_02	64	58	65	58	70	60	Sí / Sí
C75B_R1_01	55	49	67	60	70	60	Sí / Sí
C77_L3_01	54	48	59	51	70	60	Sí / Sí
C77_R1_01	57	51	63	55	70	60	Sí / Sí
C77_R1_03	60	54	65	57	70	60	Sí / Sí
C78_L2_01	57	51	64	56	70	60	Sí / Sí
C8_R1_01	53	48	70	62	65	55	Sí / Sí
C8_R1_02	56	50	69	61	65	55	Sí / Sí
C8_R1_03	57	51	69	61	65	55	Sí / Sí
C80_L2_01	51	45	63	55	70	60	Sí / Sí
C80_L2_02	55	49	66	58	70	60	Sí / Sí



ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
C81B_R2_01	51	45	61	54	70	60	Sí / Sí
Cr81j_R1_01	60	54	67	59	70	60	Sí / Sí
C8S_L1_01	59	53	61	53	65	55	Sí / Sí
C8S_L1_02	60	54	61	53	65	55	Sí / Sí
C9_R1_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr100_L1_01	52	46	-80	-80	65	55	Sí / Sí
Cr16_L1_01	63	57	65	57	70	60	Sí / Sí
Cr18_R1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr19a_R1_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr19a_R1_02	54	48	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr21_R1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr24_L2_01	65	59	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr24b_R1_01	60	54	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr24b_R1_02	61	55	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr24D_L1_01	62	56	62	54	70	60	Sí / Sí
Cr25_L1_01	63	57	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr24_L1_01	61	55	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr25_L1_02	59	53	62	54	70	60	Sí / Sí
Cr25_R1_01	63	57	61	54	70	60	Sí / Sí
Cr25_R2_01	62	56	62	54	70	60	Sí / Sí
Cr25a_L1_01	60	54	62	54	65	55	Sí / Sí
Cr25a_L1_02	60	55	62	54	65	55	Sí / Sí
Cr26_L1_01	65	59	63	55	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr26_R1_01	65	59	64	57	70	60	Sí / Sí
Cr26a_R1_01	65	59	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr27_R1_01	61	55	61	54	65	55	Sí / Sí
Cr27a_R1_01	58	52	63	56	65	55	Sí / Sí
Cr29_R2_01	61	55	58	50	65	55	Sí / Sí
Cr29c_R1_01	60	54	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr29c_R2_01	59	53	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr30_L1_01	60	54	65	57	70	60	Sí / Sí
Cr30a_L1_01	65	59	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr34d_R1_01	61	55	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr34d_R1_02	60	55	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr36_L1_01	63	57	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr36_R1_01	59	53	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr36_R1_02	55	49	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr37_L1_01	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr37_L1_02	56	51	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr37_L1_03	58	52	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr37_L3_01	58	52	62	54	65	55	Sí / Sí
Cr37_R1_01	58	52	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr37_R1_02	58	52	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr37_R1_03	60	54	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr38_L1_01	58	52	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr38_L1_02	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr38_L2_01	59	54	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr38_L3_01	58	52	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr38_R3_01	60	54	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr38_R3_02	61	55	65	58	65	55	Sí / Sí
Cr38b_R1_01	56	50	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr38b_R1_02	54	48	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr39_L1_01	58	52	65	58	65	55	Sí / Sí
Cr39_R1_01	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr39_R1_02	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr39_R1_03	58	52	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr40_L3_01	57	51	63	55	65	55	Sí / Sí
Cr40a_L1_01	55	49	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr40a_L1_02	59	53	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr40a_L3_01	56	50	61	53	65	55	Sí / Sí
Cr40a_R1_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr40a_R1_02	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr40b_R1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr40b_R1_02	57	51	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr41B_L1_01	56	50	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr41B_L1_02	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr50a_R1_01	53	47	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr50b_L1_01	54	48	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr50b_L1_02	53	47	68	60	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr50b_L1_03	56	50	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51a_L1_01	54	48	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51a_L1_02	56	50	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51a_R1_01	52	46	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr51b_L1_01	58	52	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51b_L1_02	57	51	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr51b_R1_01	54	48	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr51d_L1_01	56	50	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr51d_L1_02	57	51	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr51d_R1_01	55	49	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr51d_R2_01	56	50	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr51f_L1_01	52	47	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr51f_R1_01	54	48	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr52_R1_01	54	48	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr52_R1_02	57	51	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr52a_L1_01	53	47	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr52a_R1_01	52	46	71	64	65	55	Sí / Sí
Cr52a_R2_01	56	50	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_01	56	50	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_02	52	46	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_03	55	49	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr52b_R1_04	50	44	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr52c_L1_01	52	46	68	61	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr52c_L1_02	54	48	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr69b_R1_01	59	53	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr69b_R3_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_01	55	49	66	58	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_02	56	50	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68h_R1_02	58	52	71	64	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_03	56	51	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_04	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_05	54	49	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_06	54	48	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr68_R1_07	54	49	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr68d_L1_01	59	53	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr68f_R2_01	55	49	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr68f_R1_01	54	49	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr68gB_L1_01	52	47	67	60	65	55	Sí / Sí
Cr68h_R1_01	58	52	69	62	70	60	Sí / Sí
Cr68i_L1_01	59	53	66	59	65	55	Sí / Sí
Cr68i_L1_02	59	54	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr69_L1_01	51	45	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr69_L3_01	57	51	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr69_R1_01	55	50	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr69b_L1_01	61	55	69	61	70	60	Sí / Sí
Cr69b_L2_01	57	51	66	58	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr69BA_L1_01	59	54	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_L2_01	56	50	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_L2_02	58	52	65	57	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_L3_01	59	54	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_R1_01	60	54	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr69BA_R1_02	57	51	70	63	70	60	Sí / Sí
Cr69c_R1_01	57	51	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr69c_R1_02	60	54	70	62	70	60	Sí / Sí
Cr69cB_L1_01	51	46	67	60	70	60	Sí / Sí
Cr69cB_L2_01	57	51	65	57	65	55	Sí / Sí
Cr69cB_L2_02	56	51	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr70b_R1_01	61	55	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr70b_R1_02	59	53	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr70b_R1_03	59	53	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr71d_L1_01	62	56	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr71d_R1_01	63	57	69	62	70	60	Sí / Sí
Cr71d_L3_01	54	49	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr71f_L1_01	57	52	68	60	70	60	Sí / Sí
Cr71f_L1_02	59	53	67	60	70	60	Sí / Sí
Cr72a_R1_01	53	47	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr72b_R1_01	57	51	73	65	70	60	Sí / Sí
Cr78i_L1_01	57	51	72	64	70	60	Sí / Sí
Cr78k_L1_01	57	52	70	63	65	55	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr78l_R1_01	58	52	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr78n_L1_01	61	55	71	63	70	60	Sí / Sí
Cr78p_R1_01	58	52	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr79_L1_01	58	52	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr79_R1_01	57	51	67	59	65	55	Sí / Sí
Cr79_R1_02	59	53	70	63	65	55	Sí / Sí
Cr79aB_L1_01	59	53	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr79c_R1_01	60	54	71	63	65	55	Sí / Sí
Cr79f_R1_01	57	51	69	62	65	55	Sí / Sí
Cr79g_L1_01	57	51	70	62	65	55	Sí / Sí
Cr80_L1_01	58	52	65	58	65	55	Sí / Sí
Cr80d_R1_01	55	49	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr80g_L1_01	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr80gB_R1_01	58	52	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr81_L1_01	61	55	69	62	70	60	Sí / Sí
Cr81_R1_01	59	53	67	59	70	60	Sí / Sí
Cr81cBA_L1_01	59	53	67	60	70	60	Sí / Sí
Cr81d_R1_01	60	54	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr81j_L1_01	60	54	65	58	70	60	Sí / Sí
Cr82b_R1_01	60	54	66	58	70	60	Sí / Sí
Cr82c_L1_01	61	55	64	57	70	60	Sí / Sí
Cr85a_L1_01	60	54	63	55	70	60	Sí / Sí
Cr86BA_R1_01	58	53	71	63	70	60	Sí / Sí

ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1][2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
Cr86bB_R1_01	57	51	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr86f_R1_01	55	49	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr87BA_R1_01	55	49	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr87d_R1_01	53	47	68	60	65	55	Sí / Sí
Cr88_R1_01	53	47	68	61	65	55	Sí / Sí
Cr88c_L1_01	55	49	58	50	65	55	Sí / Sí
Cr88hB_R1_01	54	48	69	61	65	55	Sí / Sí
Cr89a_L1_01	53	47	62	55	65	55	Sí / Sí
Cr89a_R1_01	52	47	55	47	65	55	Sí / Sí
Cr89b_L1_01	52	46	51	43	65	55	Sí / Sí
Cr90a_L1_01	53	48	42	34	65	55	Sí / Sí
Cr90a_R1_01	55	49	53	42	65	55	Sí / Sí
Cr91_R1_01	54	48	51	41	65	55	Sí / Sí
Cr92a_R1_01	54	48	53	42	65	55	Sí / Sí
Cr93c_R1_01	54	48	53	42	65	55	Sí / Sí
Cr94b_R1_01	55	49	54	43	65	55	Sí / Sí
Cr97_R1_01	57	51	51	40	65	55	Sí / Sí
Cr97dB_R1_01	57	51	49	38	65	55	Sí / Sí
Cr98b_R1_01	57	51	51	40	65	55	Sí / Sí
D36B_R1_01	60	54	71	64	70	60	Sí / Sí
D36B_R1_02	54	49	71	63	65	55	Sí / Sí
D37_L1_01	60	54	72	65	70	60	Sí / Sí
D37d_R1_01	53	48	71	64	65	55	Sí / Sí



ID del punto de recepción	Impacto sonoro en el POR <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> , dBA		Niveles de ruido de línea base <sup>[3]</sup> , dBA		Límite de rendimiento <sup>[4]</sup> , dBA		Cumplimiento del límite (Día /Noche)
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	
D37d_R1_02	57	51	73	65	65	55	Sí / Sí
D40aB_R1_01	52	46			70	60	Sí / Sí
T17a_R1_01	54	48	60	52	65	55	Sí / Sí
T35_L1_01	59	53	66	58	65	55	Sí / Sí
T68b_L1_01	55	49	64	56	65	55	Sí / Sí
T68b_L1_02	56	50	65	57	65	55	Sí / Sí
T78h_L1_01	58	52	71	63	70	60	Sí / Sí
T78i_R1_01	58	52	70	62	70	60	Sí / Sí

Fuente: Agrosoluciones ambientales SAS, 2022

#### Notas:

[1] El horario diurno es de 07:01 – 21:00 h. El horario nocturno es de 21:01 - 07:00 h.

[2] Nivel sonoro diurno equivalente a una jornada de 14 horas y nivel sonoro nocturno equivalente a una jornada de 10 horas, en dBA, de todas las fuentes aplicables en operación.

[3] Resultados del estudio de línea base del ruido, para más detalles consulte el código de documento L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-IN-0003

[4] Según la Res. 0627, se refiere a los niveles máximos admisibles de emisión de ruido expresados en dB(A) para las horas diurnas y nocturnas.

#### 5.2.3.4.3.2.3 Conclusiones

El análisis realizado a partir de los detalles del diseño, los detalles del tren, las ubicaciones y los detalles de los receptores, así como otra información disponible en esta fase, indicó que se requieren medidas adicionales de mitigación del ruido en ubicaciones con una longitud total de barrera de aproximadamente 4,8 km. Esta mitigación es necesaria en dos lugares para cumplir con los límites de nivel sonoro aplicables de la Res 0627 en los receptores sensibles al ruido dentro de la zona de estudio de este informe. Estas medidas se considerarán cuando se actualice el EIAS y sus respectivas medidas de manejo de esta etapa.

Además, el análisis de línea base presentado en el informe del estudio de línea base utilizando mediciones de ruido junto con recuentos de tráfico concurrentes y utilizando un modelo conservador indicó que las condiciones de referencia están en el rango de 42-75 dBA para las horas diurnas y 34-67 dBA para el horario nocturno. Esto es coherente con los Mapas Estratégicos de Ruido proporcionados por la Secretaría Distrital de Ambiente.

En comparación, los resultados del Estudio del Ruido Línea Base son superiores a los estimados mediante mediciones a corto plazo en el Estudio 2017/2018. Sin embargo, como se comenta en el Informe del Estudio del Ruido de Línea Base, la línea base ambiental establecida con la condición de pandemia puede considerarse representativa de las condiciones ambientales.

Como se ha señalado anteriormente, las condiciones de línea base podrían aumentar temporalmente una vez que las condiciones de la pandemia hayan desaparecido por completo. Sin embargo, en el futuro, una vez que la PLMB entre en funcionamiento con una capacidad de transporte de 72.000 pasajeros por hora/dirección, habrá una reducción sustancial del tráfico de vehículos en las carreteras.

En tales condiciones, a pesar de estar en conformidad con la Res 0627, el ruido de tránsito de la PLMB puede llegar a ser considerable por encima del ruido de los automóviles

### 5.2.3.5 Vibración y ruido estructural

#### 5.2.3.5.1 Línea base de vibraciones y ruido estructural

Los estudios de vibraciones fueron ejecutados por la empresa Salazar Ferro y el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1 de acuerdo con el numeral 5.2.3 del anexo 1 del apéndice 15. Antes de su ejecución se presentó la metodología de ejecución de los monitoreos mediante el protocolo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PN-0001 *Metodología Ruido y Vibraciones* y L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PR-0002 *Programa de Medición de Línea Base - Ruido y Vibraciones*.

##### 5.2.3.5.1.1 Receptores sensibles

A lo largo del corredor se identificaron 34 edificios como sensibles en función de su uso. A continuación, se presentan en la Tabla 207 donde se encuentra la lista de los receptores sensibles.

Tabla 207 – Listado de receptores sensibles

Lugar de medición más cercano	Tipo de receptor	Coordenadas (X / Y)	Dirección	Descripción
<b>M3</b>	Otro	591988/ 511571	Av. Cdad. de Villavicencio #85a-1	IPS Virrey Solís, edificio de dos pisos
<b>M4</b>	Colegio	592454/ 510821	Cra. 80 #43 Sur-1 a 43 Sur-51	Centro Amar Kennedy Corabastos, colegio con un edificio de dos pisos y un estacionamiento
<b>M6</b>	Hospital	593333/ 510244	Tv. 78h Bis #41c 48	Centro médico de Compensar, edificio de 8 pisos
<b>M7</b>	Hospital	593931/ 510308	Av. 1 de Mayo #40B-54	Dos edificios conectados que conforman el Hospital de Kennedy
<b>M7</b>	Hospital	593957/ 510361	Av. 1 de Mayo #40B-54	Un edificio de estructura metálica que está en construcción y forma

Lugar de medición más cercano	Tipo de receptor	Coordenadas (X / Y)	Dirección	Descripción
				parte de una segunda etapa del Hospital de Kennedy
<b>M7</b>	Otro	593803/ 510386	Cl. 40f Sur #74F – 04	Morgue de 2 pisos propiedad de Jardines del Recuerdo
<b>M9</b>	Otro	595636/ 510403	Av. 1 de mayo # 71D-28 Sur	Morgue de 3 pisos propiedad de Jardines del Apogeo
<b>M11</b>	Colegio	596767/ 509420	Cra. 52 #24-90 Sur	Colegio Luis Vargas Tejada Sede B - una escuela primaria formada por dos edificios de un piso y un parque
<b>M11</b>	Iglesia	596809/ 509300	Av. 1 de Mayo #52B - 15	Parroquia de san Pablo - Una iglesia de dos pisos
<b>M13</b>	Colegio	597455/ 508676	Cl. 29 Sur #41 A-42	Colegio Benjamín Herrera está conformado por 3 edificios de 3 pisos y una cancha múltiple
<b>M15</b>	Otro	598492/ 508083	Ave Cra 30 #17-28	Edificio de 3 pisos con un estacionamiento utilizado por el SENA
<b>M15</b>	Otro	598364/ 507968	Av. 1 de Mayo #341# a 34-51	Edificio de 4 pisos propiedad de la ESP Compensar
<b>M15</b>	Otro	598390/ 507927	Cl. 22 Sur # 30 41	Edificio de 4 pisos propiedad de la EPS Saber Salud
<b>M16</b>	Colegio	598843/ 508261	Tv. 31 #11 Sur 39	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, edificio de dos pisos
<b>M16</b>	Iglesia	599204/ 508230	Cl. 8 Sur #29b 50	Iglesia Cristiana Wesleyana Central - Una casa de dos pisos que se utiliza como iglesia
<b>M18</b>	Otro	600101/ 507920	Cl. 1	Edificio de 1 piso y un estacionamiento propiedad del CADIS
<b>M18</b>	Otro	600008/ 507951	Cl. 1 #24C-11	Edificio de 2 y 3 pisos y un estacionamiento conforman el CURNN
<b>M19</b>	Otro	600935/ 507682	Tv. 17a #121	Clínica Medical S.A.S Sede Santa Juliana - Clínica Medical de 3 pisos en el costado norte de la Av. 1
<b>M19</b>	Hospital	601036/ 507577	Cl. 1 #No 13A - 61	Hospital Federico Lleras en la esquina sureste de la Av. Caracas con Av. 1

Lugar de medición más cercano	Tipo de receptor	Coordenadas (X / Y)	Dirección	Descripción
<b>M19</b>	Hospital	601095/ 507758	Av. Caracas #1-65	Fundación Hospital de La Misericordia - Hospital ubicado en el lado oeste de la Av. Caracas y que está conformado por dos edificios de 5 pisos y uno de 4 pisos
<b>M19</b>	Otro	600806/ 507629	Cra. 14b	Subestación Avenida Primera ENEL CODENSA - Estación eléctrica en la esquina suroeste de la Av. Caracas con la Av. 1
<b>M22</b>	Iglesia	601800/ 508759	Cra. 15 # 10 - 73	Basílica del Sagrado Corazón de Jesús - La iglesia del Voto Nacional tiene 3 pisos
<b>M23</b>	Colegio	602726/ 510156	Cra. 17 #25-25	Universidad San Mateo, edificio de 3 pisos
<b>M24</b>	Colegio	603479/ 512263	Av. Caracas #46-72	Universidad Católica tiene un edificio de 10 pisos
<b>M24</b>	Colegio	603461/ 512240	Av. Caracas #72 46	Un edificio propiedad de la Universidad Católica
<b>M24</b>	Colegio	603482/ 512372	Av. Caracas #472	Un edificio propiedad de la Universidad Católica
<b>M24</b>	Colegio	603418/ 512274	Av. Caracas #46-57	Escuela de Aeronáutica Colombia
<b>M25</b>	Otro	603511/ 512837	Av. Caracas #51-65	Un edificio de 3 pisos utilizado por la Funeraria Inversiones Y Planes de La Paz
<b>M27</b>	Colegio	604042/ 514863	Cra. 12 #70 - 46	Edificio de 6 pisos utilizado por la Escuela de Artes
<b>M27</b>	Otro	604004/ 514912	Av. Caracas #70a61	Edificio de 9 pisos utilizado por el Parlamento Andino
<b>M27</b>	Colegio	603994/ 514881	Cra. 14a #70a-34	Edificio de 6 pisos utilizado por la Fundación Universitaria del Área Andina
<b>M28</b>	Otro	604122/ 515632	Av. Caracas #76-21	Edificio de 5 pisos utilizado por el Taller Cinco
<b>M29</b>	Otro	604165/ 516059	Ak. 20 #80-77	Edificio de dos pisos del Centro Nacional de Salud
<b>M29</b>	Otro	604169/ 516074	Av. Cr. 20 #80-99	Edificio de dos pisos del Centro de Tratamiento Contra el Cáncer

Lugar de medición más cercano	Tipo de receptor	Coordenadas (X / Y)	Dirección	Descripción
M29	Otro	604205/ 515752	Autopista Norte #77-96	Centro médico de dos edificios de la EPS Colsubsidio

Fuente. WSP, 2022

#### 5.2.3.5.1.2 Fuentes significativas de vibración y ruido estructural

La principal fuente de vibraciones de línea base en la zona de estudio proviene de la red vial circundante. La red vial está compuesta por vías principales y arterias locales. Las vías principales incluyen la Avenida 1 de mayo, la Avenida Ciudad de Villavicencio, la Avenida Boyacá, la Carrera 68, la Avenida NQS, la Avenida Caracas, etc. Hay otras instalaciones comerciales como bares, concesionarios, tiendas, clubes nocturnos, etc., que se observan dentro del área de estudio. Sin embargo, se encontró que su contribución al área de estudio basal más grande era insignificante.

Otra fuente potencial de vibraciones está relacionada con el funcionamiento de las instalaciones industriales (máquinas, equipos, Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC), etc.); sin embargo, se espera que estas fuentes tengan una contribución insignificante en la zona de estudio más amplia en comparación con la vibración del tráfico vial. Algunos ejemplos de operaciones industriales y comerciales presentes en la zona de estudio son: concesionarios de vehículos, farmacias, panaderías, restaurantes, abarrotes, tiendas automotrices, etc.

No se observan ni se calculan las vibraciones de una instalación comercial que repercutan en las instalaciones cercanas o en los edificios residenciales.

En la Tabla 208 se muestra las principales fuentes de vibración que se tienen a lo largo del corredor:

Tabla 208 – Fuentes de vibración

Fuente	Tipo de Fuente	Operación Diurna/Nocturna	Notas
Vías principales (véase más abajo la lista de fuentes)	Tráfico vehicular	24 horas al día	Durante el programa de medición se observó que el tráfico vehicular era el principal contribuyente al ambiente.
Vías locales (ver más abajo algunos ejemplos)	Tráfico vehicular	24 horas al día	Durante el programa de medición se observó que el tráfico vehicular contribuía al ambiente ocasionalmente
Industrial/Comercial	Máquinas, equipos, sistemas HVAC	Funcionamiento principalmente diurno	No contribuye a la vibración

Fuente	Tipo de Fuente	Operación Diurna/Nocturna	Notas
<b>Lista de fuentes principales :</b> Autopista Norte, Autopista Sur, Avenida 1 de Mayo, Avenida Boyacá., Avenida Calle 11 Sur, Aveniseda Calle 26 Sur, Avenida Calle 3, Avenida Calle 32, Avenida Caracas, Avenida Carrera 30, Avenida Carrera 50, Avenida Carrera 86, Avenida de las Américas, Avenida- El Dorado, Avenida Poporo Quimbaya, Avenue Villavicencio, Calle 1, Calle 2, Calle 4, Calle 6-, Calle 7, Calle 8 Sur, Calle 13, Calle 19, Calle 26 Sur, Calle 34, Calle 41 Sur, Calle 45, Calle 53, Calle 57, Calle 59 Sur, Calle 63, Calle 64, Calle 66, Calle 67, Calle 68, Calle 72, Calle 80, Carrera 10, Carrera 15, Carrera 17, Carrera 20b, Carrera 22, Carrera 24, Carrera 27, Carrera 68, Carrera 68i, Carrera 69b, Carrera 71d, Carrera 73, Carrera 78k, Carrera 80, Carrera 88c, Carrera 89b, Transversal 17, Transversal 17a, Transversal 19-, Transversal 19 Bis, Transversal 20, Transversal 22, Transversal 35, Transversal 53, Transversal 78h, Troncal Calle 26			
<b>Ejemplos de vías locales:</b> Calle 1b, Calle 17 Sur, Calle 37 Sur, Calle 39b Sur, Carrera 16, Carrera 36, etc.			

Fuente. WSP, 2022

### 5.2.3.5.1.3 Definición de la línea base

Se tomaron mediciones del nivel de vibración de referencia en veintinueve (29) lugares a lo largo del corredor. Estos lugares están marcados como M1 a M29 y fueron identificados en el BMP. El BMP proporcionó los requisitos detallados para las mediciones de vibración.

La vibración se midió en términos de aceleración con una resolución de muestra de 250 muestras por segundo. En otras palabras, cada segundo se registraron 250 puntos de datos de medición únicos. Los datos se integraron numéricamente para obtener la velocidad vibratoria. Se utilizó el software interno de la consultora (WSP) para procesar los datos y obtener la velocidad vibratoria en velocidad máxima de las partículas (PPV) y raíz cuadrática media (RMS). Lo siguiente se proporciona como referencia y para ilustrar el concepto.

Si  $x$ ,  $y$  y  $z$  representan el desplazamiento vibratorio en tres direcciones perpendiculares (es decir, horizontal, vertical y transversal); entonces la velocidad vibratoria en esas direcciones se obtendrá diferenciando el desplazamiento y se representa por  $dx/dt$ ,  $dy/dt$  y  $dz/dt$ . Del mismo modo, las aceleraciones vibratorias se representarán por las siguientes ecuaciones:  $\frac{d^2x}{dt^2}$   $\frac{d^2y}{dt^2}$   $\frac{d^2z}{dt^2}$ .

Igualmente, si se dispone de los parámetros de aceleración, se pueden integrar una vez con respecto al tiempo para obtener la velocidad vibratoria y dos veces para obtener el desplazamiento vibratorio. Dado que las mediciones se realizaron utilizando la aceleración, se utilizó la integración numérica para obtener la velocidad vibratoria.

Los datos de aceleración se recogieron cada 0,004 segundos;  $a_x$ ,  $a_y$  y  $a_z$  representan la aceleración en las direcciones horizontal, vertical y transversal, respectivamente. Entonces la aceleración en cada dirección contendrá 250 puntos de datos en cada segundo.

$$a_x = \{a_{1x}, a_{2x}, a_{3x}, \dots \dots \dots a_{(n-1)x}, a_{nx}\}$$

$$a_y = \{a_{1y}, a_{2y}, a_{3y}, \dots \dots \dots a_{(n-1)y}, a_{ny}\}$$

$$a_z = \{a_{1z}, a_{2z}, a_{3z}, \dots \dots \dots a_{(n-1)z}, a_{nz}\}$$

En las fórmulas anteriores, n es el número de puntos de datos. La velocidad vibratoria puede obtenerse mediante la integración numérica de lo anterior:

$$v_x = \int_{t_1}^{tr} a_x dt \approx \frac{\Delta t}{2} \{a_{1x} + 2a_{2x} + \dots + a_{rx}\}$$

$$v_y = \int_{t_1}^{tr} a_y dt \approx \frac{\Delta t}{2} \{a_{1y} + 2a_{2y} + \dots + a_{ry}\}$$

$$v_z = \int_{t_1}^{tr} a_z dt \approx \frac{\Delta t}{2} \{a_{1z} + 2a_{2z} + \dots + a_{rz}\}$$

En las fórmulas anteriores t1 es el tiempo de inicio, tr es el intervalo de tiempo considerado y  $\Delta t=0.004s$ .

Los datos se convirtieron así en velocidad vibratoria y se obtuvo el pico de vibración en cada dirección. La suma vectorial de estas velocidades es la velocidad máxima de las partículas (PPV).

Se supone que los puntos de datos de velocidad establecidos para cada segundo son los siguientes:

$$v_x = \{v_{1x}, v_{2x}, v_{3x}, \dots \dots \dots v_{(248)x}, v_{249x}\}$$

$$v_y = \{v_{1y}, v_{2y}, v_{3y}, \dots \dots \dots v_{(248)y}, v_{249y}\}$$

$$v_z = \{v_{1z}, v_{2z}, v_{3z}, \dots \dots \dots v_{(249)z}, v_{249z}\}$$

Luego, la velocidad vibratoria RMS para cada segundo viene dada por la siguiente ecuación. Se aplicó una técnica de media móvil con un solapamiento de 0,004 segundos para obtener una mejor representación de las velocidades RMS.

$$V_{RMS_x} = \sqrt{\frac{1}{m} (v_{1x}^2 + v_{2x}^2 + v_{3x}^2 + \dots \dots \dots v_{mx}^2)}$$

$$V_{RMS_y} = \sqrt{\frac{1}{m} (v_{1y}^2 + v_{2y}^2 + v_{3y}^2 + \dots \dots \dots v_{my}^2)}$$

$$V_{RMS_z} = \sqrt{\frac{1}{m} (v_{1z}^2 + v_{2z}^2 + v_{3z}^2 + \dots \dots \dots v_{mz}^2)}$$

En las fórmulas anteriores, m es el número de puntos de datos en cada segundo.

#### 5.2.3.5.1.4 Metodología de monitoreo

La cuantificación de las condiciones de referencia se completó mediante múltiples mediciones en las proximidades de cada uno de los lugares identificados como M1 a M29. En cada uno de estos lugares, las mediciones de las vibraciones se realizaron en varios lugares representativos de los receptores (es decir, lugares cercanos y de naturaleza similar a los receptores en los que se evaluará el impacto de las vibraciones en el Informe de las Vibraciones - Operación y Mantenimiento). La ubicación de los equipos

de monitoreo se estableció teniendo en cuenta los tipos de receptores (es decir, receptores sensibles), fuentes dominantes de vibración; se realizaron mediciones adicionales para caracterizar las vibraciones en diversas áreas receptoras (por ejemplo, áreas residenciales de oficinas, iglesias, hospitales junto con retrocesos apropiados o distantes de las fuentes).

Cada medición se llevó a cabo hasta 20 minutos como mediciones asistidas utilizando un Waleker SMA551 calibrado. Como se ha señalado, los certificados de calibración se incluyen en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosférico/ D\_Vibraciones/ Modelo de predicción Vibraciones y ruido estructural/ L1T1-CON-AMB-IN-0004\_A04. Cada una de las mediciones representó más de 200.000 puntos de datos para obtener una mayor precisión.

La revisión posterior de las fuentes de vibración, los datos de medición y el patrón indicaron que hay hasta tres niveles de vibraciones en la zona, como se indica a continuación:

- ▶ Niveles máximos ocasionales (OPL): Picos ocasionales/atípicos debido a camiones pesados u otros movimientos vehiculares combinados con las condiciones de la vía (el pico más alto medido) - por ejemplo, un vehículo que impacta con un bache o que va a gran velocidad en una zona irregular.
- ▶ Niveles máximos regulares (RPL): Picos regulares que pueden esperarse con un vehículo en buen estado y las condiciones de la vía; y,
- ▶ Niveles vibratoriales regulares (RVL): Vibración regular predominante durante la mayor parte del tiempo.

En la Figura 378 se presenta una muestra de medición de vibraciones que indica el OPL, el RPL y el RVL. A partir de los datos recolectados, se cuantificaron los niveles de vibración de la velocidad máxima de las partículas (PPV, mm/s) y de la media cuadrática (RMS, mm/s) para las tres condiciones mencionadas.

Dado que el nivel sonoro se promedia a lo largo de un período para obtener el nivel sonoro equivalente, el nivel sonoro ambiental depende del número de vehículos que utilizan la vía. Por otra parte, los niveles vibratoriales se basan en eventos (es decir, cada vehículo provoca una vibración de magnitud variable). El criterio de nivel de vibración no se basa en una vibración media, por lo que las evaluaciones de las vibraciones de referencia son independientes del número de vehículos que circulan por la vía

Teniendo en cuenta lo anterior, tras un examen más detallado, se descubrió que la vibración de línea base depende del tipo de vehículos en la zona, las velocidades operativas y las condiciones locales. Utilizando estas condiciones y las vibraciones medidas, se determinan las vibraciones de línea base en los receptores para OPL, RPL y RVL.



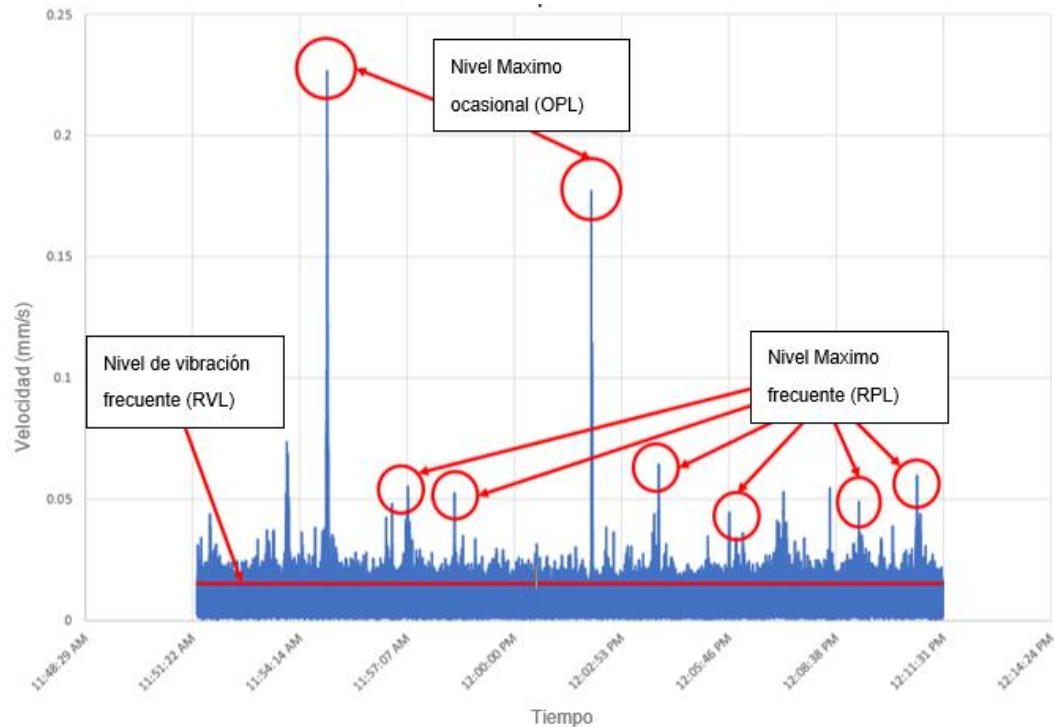


Figura 378 Velocidad de vibración PPV (mm/s) para el lugar de medición M5\_6

Fuente: WSP, 2022

Los equipos utilizados para la ejecución del monitoreo se presentan en la Tabla 209:

Tabla 209 – Acelerógrafo y Geófonos para la medición de vibraciones.

No	Nombre del equipo	Modelo	Serial	Fecha de Calibración	Fotografía
1	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0297	13/05/2021	
2	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0309	13/05/2021	
3	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0311	13/05/2021	
4	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0312	13/05/2021	
5	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0321	13/05/2021	
6	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0322	13/05/2021	

No	Nombre del equipo	Modelo	Serial	Fecha de Calibración	Fotografía
7	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0324	13/05/2021	
8	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0325	13/05/2021	
9	Minimate	Pro ISEE	SL13205	18/05/2021	
10	Minimate	Pro DIN	SD14078	18/05/2021	

Fuente. Salazar Ferro. 2022.

#### 5.2.3.5.1.5 Ubicación puntos de monitoreo

El monitoreo de vibraciones se llevó a cabo desde el 14 de julio al 05 de agosto de 2021, iniciando a partir del punto denominado como M29 (avenida caracas con calle 80) y finalizando en el punto M1 (Patio Taller), haciendo el recorrido de la línea del metro de Bogotá en el sentido Norte – Sur. Utilizando entre 4 y 8 acelerómetros dentro del radio de incidencia de cada uno de los 29 puntos. La localización de los puntos de monitoreo fue elegida de acuerdo con los siguientes criterios:

- ▶ Las mediciones en zonas residenciales alejadas del tráfico pesado o de las carreteras principales para caracterizar las vibraciones.
- ▶ Mediciones a lo largo de las carreteras y/o autopistas principales para caracterizar vibraciones elevadas.
- ▶ Mediciones en zonas sensibles con actividades o fuentes que generan vibraciones.
- ▶ Mediciones en cualquier fuente importante de vibración existente.

En la Tabla 210 se encuentra la ubicación de los acelerógrafos (waleker) y en la Tabla 211 se presenta la ubicación de los Minimate.

Tabla 210– Coordenadas de los puntos de muestreo con acelerógrafos

Punto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
M1	<b>Latitud:</b> 4°38'49.74" N  <b>Longitud:</b> 74°11'33.70" O	<b>Latitud:</b> 4°38'49.62" N  <b>Longitud:</b> 74°11'29.52" O	<b>Latitud:</b> 4°38'54.73" N  <b>Longitud:</b> 74°11'33.82" O	<b>Latitud:</b> 4°38'49.07" N  <b>Longitud:</b> 74°11'37.89" O				

Punto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
M2	Latitud: 4°38'29.35" N Longitud: 74°10'39.55" O	Latitud: 4°38'28.11" N Longitud: 74°10'38.69" O	Latitud: 4°38'31.18" N Longitud: 74°10'39.54" O	Latitud: 4°38'33.96" N Longitud: 74°10'42.10" O				
M3	Latitud: 4°37'42.90" N Longitud: 74°10'22.61" O	Latitud: 4°37'47.55" N Longitud: 74°10'16.95" O	Latitud: 4°37'50.73" N Longitud: 74°10'13.39" O	Latitud: 4°37'48.10" N Longitud: 74°10'06.90" O	Latitud: 4°37'42.17" N Longitud: 74°10'14.88" O	Latitud: 4°37'39.66" N Longitud: 74°10'12.21" O	Latitud: 4°37'38.05" N Longitud: 74°10'16.82" O	Latitud: 4°37'40.40" N Longitud: 74°10'14.57" O
M4	Latitud: 4°37'14.11" N Longitud: 74°09'59.82" O	Latitud: 4°37'20.24" N Longitud: 74°09'56.48" O	Latitud: 4°37'16.22" N Longitud: 74°09'57.65" O	Latitud: 4°37'17.82" N Longitud: 74°09'54.15" O	Latitud: 4°37'13.45" N Longitud: 74°10'02.48" O	Latitud: 4°37'08.86" N Longitud: 74°09'54.16" O	Latitud: 4°37'19.48" N Longitud: 74°10'00.29" O	Latitud: 4°37'17.65" N Longitud: 74°09'49.45" O
M5	Latitud: 4°37'01.05" N Longitud: 74°09'42.34" O	Latitud: 4°36'54.77" N Longitud: 74°09'45.86" O	Latitud: 4°36'55.92" N Longitud: 74°09'41.55" O	Latitud: 4°36'51.38" N Longitud: 74°09'52.04" O	Latitud: 4°36'47.03" N Longitud: 74°09'42.69" O	Latitud: 4°36'48.44" N Longitud: 74°09'47.28" O	Latitud: 4°36'54.76" N Longitud: 74°09'42.07" O	Latitud: 4°36'57.08" N Longitud: 74°09'47.30" O
M6	Latitud: 4°37'01.87" N Longitud: 74°09'30.16" O	Latitud: 4°36'57.83" N Longitud: 74°09'27.31" O	Latitud: 4°37'04.65" N Longitud: 74°09'22.00" O	Latitud: 4°36'57.83" N Longitud: 74°09'30.16" O	Latitud: 4°36'56.28" N Longitud: 74°09'24.44" O	Latitud: 4°36'59.98" N Longitud: 74°09'21.80" O	Latitud: 4°37'05.65" N Longitud: 74°09'20.79" O	
M7	Latitud: 4°37'04.47" N Longitud: -74°09'10.86" O	Latitud: 4°36'52.08" N Longitud: 74°09'12.04" O	Latitud: 4°36'54.26" N Longitud: 74°09'06.20" O	Latitud: 4°37'01.53" N Longitud: 74°09'10.54" O	Latitud: 4°37'00.06" N Longitud: 74°09'14.53" O	Latitud: 4°37'03.86" N Longitud: 74°09'16.62" O	Latitud: 4°36'56.54" N Longitud: 74°09'15.76" O	
M8	Latitud: 4°37'02.49" N Longitud: 74°09'03.45" O	Latitud: 4°37'04.82" N Longitud: 74°08'52.76" O	Latitud: 4°37'07.41" N Longitud: 74°08'53.22" O	Latitud: 4°36'54.30" N Longitud: 74°08'57.34" O	Latitud: 4°37'08.86" N Longitud: 74°09'01.57" O	Latitud: 4°37'00.08" N Longitud: 74°08'57.73" O	Latitud: 4°36'58.95" N Longitud: 74°08'55.09" O	Latitud: 4°37'00.42" N Longitud: 74°08'50.50" O
M9	Latitud: 4°37'11.75" N Longitud: 74°08'26.26" O	Latitud: 4°37'11.82" N Longitud: 74°08'30.49" O	Latitud: 4°37'04.65" N Longitud: 74°08'29.45" O	Latitud: 4°37'08.88" N Longitud: 74°08'32.30" O	Latitud: 4°37'08.88" N Longitud: 74°08'36.26" O	Latitud: 4°37'04.57" N Longitud: 74°08'27.72" O	Latitud: 4°37'02.44" N Longitud: 74°08'25.79" O	Latitud: 4°37'06.12" N Longitud: 74°08'23.53" O
M10	Latitud: 4°36'50.66" N Longitud: 74°08'07.61" O	Latitud: 4°36'52.89" N Longitud: 74°08'08.71" O	Latitud: 4°36'55.05" N Longitud: 74°08'05.47" O	Latitud: 4°36'51.38" N Longitud: 74°08'06.53" O	Latitud: 4°36'48.43" N Longitud: 74°08'12.78" O	Latitud: 4°36'49.00" N Longitud: 74°08'01.70" O	Latitud: 4°36'55.45" N Longitud: 74°08'13.62" O	Latitud: 4°36'56.42" N Longitud: 74°08'16.38" O
M11	Latitud: 4°36'34.05" N Longitud: 74°07'41.80" O	Latitud: 4°36'31.43" N Longitud: 74°07'40.28" O	Latitud: 4°36'37.29" N Longitud: 74°07'44.40" O	Latitud: 4°36'34.38" N Longitud: 74°07'47.23" O	Latitud: 4°36'41.52" N Longitud: 74°07'42.95" O	Latitud: 4°36'27.32" N Longitud: 74°07'48.52" O	Latitud: 4°36'30.29" N Longitud: 74°07'44.60" O	Latitud: 4°36'28.07" N Longitud: 74°07'44.18" O
M12	Latitud: 4°36'17.09" N Longitud: 74°07'28.59" O	Latitud: 4°36'22.13" N Longitud: 74°07'34.14" O	Latitud: 4°36'21.73" N Longitud: 74°07'27.68" O	Latitud: 4°36'22.45" N Longitud: 74°07'23.36" O	Latitud: 4°36'14.48" N Longitud: 74°07'22.83" O	Latitud: 4°36'14.58" N Longitud: 74°07'30.75" O		

Punto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
M13	Latitud: 4°36'00.12" N Longitud: 74°07'01.82" O	Latitud: 4°36'08.60 N Longitud: 74°07'19.16" O	Latitud: 4°36'11.12" N Longitud: 74°07'14.87" O	Latitud: 4°36'11.26" N Longitud: 74°07'18.08" O	Latitud: 4°36'14.14" N Longitud: 74°07'23.10" O	Latitud: 4°36'05.76" N Longitud: 74°07'23.04 O	Latitud: 4°36'13.47" N Longitud: 74°07'14.71" O	Latitud: 4°36'03.36" N Longitud: 74°07'20.05" O
M14	Latitud: 4°35.6563 Longitud: -74°06.7611	Latitud: 4°35'56.00" N Longitud: 74°07'04.26" O	Latitud: 4°36'01.76 N Longitud: 74°07'10.38" O	Latitud: 4°36'03.19" N Longitud: 74°07'06.19" O	Latitud: 4°36'00.60" N Longitud: 74°06'56.91" O	Latitud: 4°36'05.16" N Longitud: 74°07'00.02" O	Latitud: 4°35'53.30" N Longitud: 74°07'07.55" O	Latitud: 4°35'55.28" N Longitud: 74°07'01.38" O
M15	Latitud: 4°35'42.38" N Longitud: 74°06'42.63" O	Latitud: 4°35'38.08" N Longitud: 74°06'49.04" O	Latitud: 4°35'35.89" N Longitud: 74°06'41.80" O	Latitud: 4°35'41.98" N Longitud: 74°06'46.88" O	Latitud: 4°35'38.82" N Longitud: 74°06'54.65" O	Latitud: 4°35'40.56" N Longitud: 74°06'45.43" O	Latitud: 4°35'39.04 N Longitud: 74°06'44.87" O	Latitud: 4°35'39.12" N Longitud: 74°06'50.14" O
M16	Latitud: 4°35'53.12" N Longitud: 74°06'30.38" O	Latitud: 4°35'55.35" N Longitud: 74°06'24.10" O	Latitud: 4°35'50.49" N Longitud: 74°06'20.60" O	Latitud: 4°35'54.51 N Longitud: 74°06'19.52" O	Latitud: 4°35'59.27" N Longitud: 74°06'28.03" O	Latitud: 4°35'54.21" N Longitud: 74°06'33.11" O	Latitud: 4°35'49.41" N Longitud: 74°06'23.10" O	Latitud: 4°35'55.99" N Longitud: 74°06'21.28" O
M17	Latitud: 4°35'40.44" N Longitud: 74°06'10.76" O	Latitud: 4°35'42.78" N Longitud: 74°06'03.86" O	Latitud: 4°35'40.82" N Longitud: 74°06'09.18" O	Latitud: 4°35'35.08" N Longitud: 74°06'11.64" O	Latitud: 4°35'48.19" N Longitud: 74°06'12.34" O	Latitud: 4°35'46.86" N Longitud: 74°06'16.47" O	Latitud: 4°35'45.66" N Longitud: 74°06'07.84" O	Latitud: 4°35'37.24" N Longitud: 74°06'14.01" O
M18	Latitud: 4°35'38.74" N Longitud: 74°05'46.12" O	Latitud: 4°35'34.93" N Longitud: 74°05'48.61" O	Latitud: 4°35'45.76" N Longitud: 74°05'48.50" O	Latitud: 4°35'46.76" N Longitud: 74°05'42.51" O	Latitud: 4°35'37.09" N Longitud: 74°05'51.49" O	Latitud: 4°35'41.29" N Longitud: 74°05'53.27" O	Latitud: 4°35'31.98" N Longitud: 74°05'48.61" O	Latitud: 4°35'34.93" N Longitud: 74°05'48.61" O
M19	Latitud: 4°35'30.44" N Longitud: 74°05'21.15" O	Latitud: 4°35'28.56" N Longitud: 74°05'23.25" O	Latitud: 4°35'28.10" N Longitud: 74°05'16.00" O	Latitud: 4°35'31.87" N Longitud: 74°05'21.01" O				
M20	Latitud: 4°35'44.46" N Longitud: 74°05'18.47" O	Latitud: 4°35'38.54" N Longitud: 74°05'13.32" O	Latitud: 4°35'38.99" N Longitud: 74°05'09.16" O	Latitud: 4°35'33.52" N Longitud: 74°05'08.69" O	Latitud: 4°35'33.14" N Longitud: 74°05'12.74" O			
M21	Latitud: 4°35'47.71" N Longitud: 74°05'06.21" O	Latitud: 4°35'45.50" N Longitud: 74°05'04.30" O	Latitud: 4°35'51.55" N Longitud: 74°05'03.90" O	Latitud: 4°35'54.43" N Longitud: 74°04'58.09" O	Latitud: 4°35'43.81" N Longitud: 74°05'08.49" O	Latitud: 4°35'49.73" N Longitud: 74°05'02.87" O	Latitud: 4°35'51.48" N Longitud: 74°05'10.16" O	Latitud: 4°35'45.10" N Longitud: 74°05'10.80" O
M22	Latitud: 4°36'07.00" N Longitud: 74°04'52.66" O	Latitud: 4°36'07.43" N Longitud: 74°04'54.07" O	Latitud: 4°36'07.60" N Longitud: 74°04'45.49" O	Latitud: 4°36'00.34" N Longitud: 74°04'56.71" O	Latitud: 4°36'10.30" N Longitud: 74°04'56.05" O	Latitud: 4°36'06.28" N Longitud: 74°04'52.70" O	Latitud: 4°35'57.52" N Longitud: 74°04'50.89" O	Latitud: 4°36'01.12" N Longitud: 74°04'50.17" O
M23	Latitud: 4°36'50.73" N Longitud: 74°04'30.18" O	Latitud: 4°36'57.63" N Longitud: 74°04'14.91" O	Latitud: 4°36'44.51" N Longitud: 74°04'27.14" O	Latitud: 4°36'55.18" N Longitud: 74°04'23.70" O	Latitud: 4°36'53.78" N Longitud: 74°04'22.43" O	Latitud: 4°36'56.86" N Longitud: 74°04'22.08" O	Latitud: 4°36'45.95" N Longitud: 74°04'17.78" O	Latitud: 4°37'01.71" N Longitud: 74°04'20.39" O
M24	Latitud: 4°38'04.23" N	Latitud: 4°37'57.90" N	Latitud: 4°37'57.44" N	Latitud: 4°37'50.94" N	Latitud: 4°38'01.71" N	Latitud: 4°37'49.16" N	Latitud: 4°37'59.93" N	Latitud: 4°37'51.34" N

Punto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
	Longitud: 74°04'07.26" O	Longitud: 74°03'58.90" O	Longitud: 74°04'04.02" O	Longitud: 74°04'04.02" O	Longitud: 74°04'02.09" O	Longitud: 74°04'07.78" O	Longitud: 74°03'59.70" O	Longitud: 74°03'59.36" O
M25	Latitud: 4°38'17.53" N	Latitud: 4°38'19.80" N	Latitud: 4°38'24.85" N	Latitud: 4°38'19.28" N	Latitud: 4°38'29.94" N	Latitud: 4°38'13.64" N	Latitud: 4°38'18.97" N	Latitud: 4°38'15.28" N
	Longitud: 74°03'55.07" O	Longitud: 74°03'55.46" O	Longitud: 74°03'59.38" O	Longitud: 74°04'05.62" O	Longitud: 74°03'45.06" O	Longitud: 74°03'56.06" O	Longitud: 74°03'59.56" O	Longitud: 74°04'04.05" O
M26	Latitud: 4°38'58.57" N	Latitud: 4°38'54.13" N	Latitud: 4°39'04.72" N	Latitud: 4°38'53.96" N	Latitud: 4°39'03.61" N	Latitud: 4°38'59.32" N	Latitud: 4°38'59.13" N	Latitud: 4°38'59.32" N
	Longitud: 74°03'46.48" O	Longitud: 74°03'49.44" O	Longitud: 74°03'56.27" O	Longitud: 74°04'00.22" O	Longitud: 74°03'49.60" O	Longitud: 74°04'00.34" O	Longitud: 74°03'52.55" O	Longitud: 74°03'56.27" O
M27	Latitud: 4°39'33.55" N	Latitud: 4°39'36.80" N	Latitud: 4°39'32.56" N	Latitud: 4°39'37.60" N	Latitud: 4°39'26.52" N	Latitud: 4°39'34.41" N	Latitud: 4°39'31.64" N	Latitud: 4°39'29.93" N
	Longitud: 74°03'41.06" O	Longitud: 74°03'39.35" O	Longitud: 74°03'50.71" O	Longitud: 74°03'47.87" O	Longitud: 74°03'44.39" O	Longitud: 74°03'42.67" O	Longitud: 74°03'46.00" O	Longitud: 74°03'43.64" O
M28	Latitud: 4°39'51.97" N	Latitud: 4°39'50.01" N	Latitud: 4°39'51.97" N	Latitud: 4°39'45.88" N	Latitud: 4°39'47.40" N	Latitud: 4°39'44.57" N	Latitud: 4°39'52.94" N	Latitud: 4°39'42.43" N
	Longitud: 74°03'37.71" O	Longitud: 74°03'40.66" O	Longitud: 74°03'39.63" O	Longitud: 74°03'46.14" O	Longitud: 74°03'34.63" O	Longitud: 74°03'37.71" O	Longitud: 74°03'46.60" O	Longitud: 74°03'40.81" O
M29	Latitud: 4°39'52.56" N	Latitud: 4°40'00.12" N	Latitud: 4°40'01.56" N	Latitud: 4°40'03.98" N	Latitud: 4°40'01.75" N	Latitud: 4°40'05.34" N	Latitud: 4°39'58.55" N	Latitud: 4°40'02.15" N
	Longitud: 74°03'42.83" O	Longitud: 74°03'40.67" O	Longitud: 74°03'37.43" O	Longitud: 74°03'34.88" O	Longitud: 74°03'33.73" O	Longitud: 74°03'32.24" O	Longitud: 74°03'46.46" O	Longitud: 74°03'44.30" O

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

Tabla 211– Coordenadas de los puntos de muestreo con Minimate

Equipo	Puntos y Coordenadas							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Minimate	Latitud: 4°38'49.74" N	Latitud: 4°38'49.62" N	Latitud: 4°38'54.73" N	Latitud: 4°38'49.07" N	Latitud: 4°38'49.74" N	Latitud: 4°38'49.62" N	Latitud: 4°38'54.73" N	Latitud: 4°38'49.07" N
	Longitud: 74°11'33.70" O	Longitud: 74°11'29.52" O	Longitud: 74°11'33.82" O	Longitud: 74°11'37.89" O	Longitud: 74°11'33.70" O	Longitud: 74°11'29.52" O	Longitud: 74°11'33.82" O	Longitud: 74°11'37.89" O
	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Minimate	Latitud: 4°37'42.90" N	Latitud: 4°37'47.55" N	Latitud: 4°37'50.73" N	Latitud: 4°37'48.10" N	Latitud: 4°37'42.17" N	Latitud: 4°37'39.66" N	Latitud: 4°37'38.05" N	Latitud: 4°37'40.40" N
	Longitud: 74°10'22.61" O	Longitud: 74°10'16.95" O	Longitud: 74°10'13.39" O	Longitud: 74°10'06.90" O	Longitud: 74°10'14.88" O	Longitud: 74°10'12.21" O	Longitud: 74°10'16.82" O	Longitud: 74°10'14.57" O
	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24

Equipo	Puntos y Coordenadas							
Minimate	Latitud: 4°37'01.05" N	Latitud: 4°36'54.77" N	Latitud: 4°36'55.92" N	Latitud: 4°36'51.38" N	Latitud: 4°36'47.03" N	Latitud: 4°36'48.44" N	Latitud: 4°36'54.76" N	Latitud: 4°36'57.08" N
	Longitud: 74°09'42.34" O	Longitud: 74°09'45.86" O	Longitud: 74°09'41.55" O	Longitud: 74°09'52.04" O	Longitud: 74°09'42.69" O	Longitud: 74°09'47.28" O	Longitud: 74°09'42.07" O	Longitud: 74°09'47.30" O
	M25	M26	M27	M28	M29			
Minimate	Latitud: 4°37'04.47" N	Latitud: 4°36'52.08" N	Latitud: 4°36'54.26" N	Latitud: 4°37'01.53" N	Latitud: 4°37'00.06" N			
	Longitud: 74°09'10.86" O	Longitud: 74°09'12.04" O	Longitud: 74°09'06.20" O	Longitud: 74°09'10.54" O	Longitud: 74°09'14.53" O			

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

Teniendo en cuenta la Tabla 211 y la Tabla 212 se muestra en la Figura 379 la ubicación geográfica de los puntos de muestreo que se ejecutaron a lo largo del trazado de la PLMB.

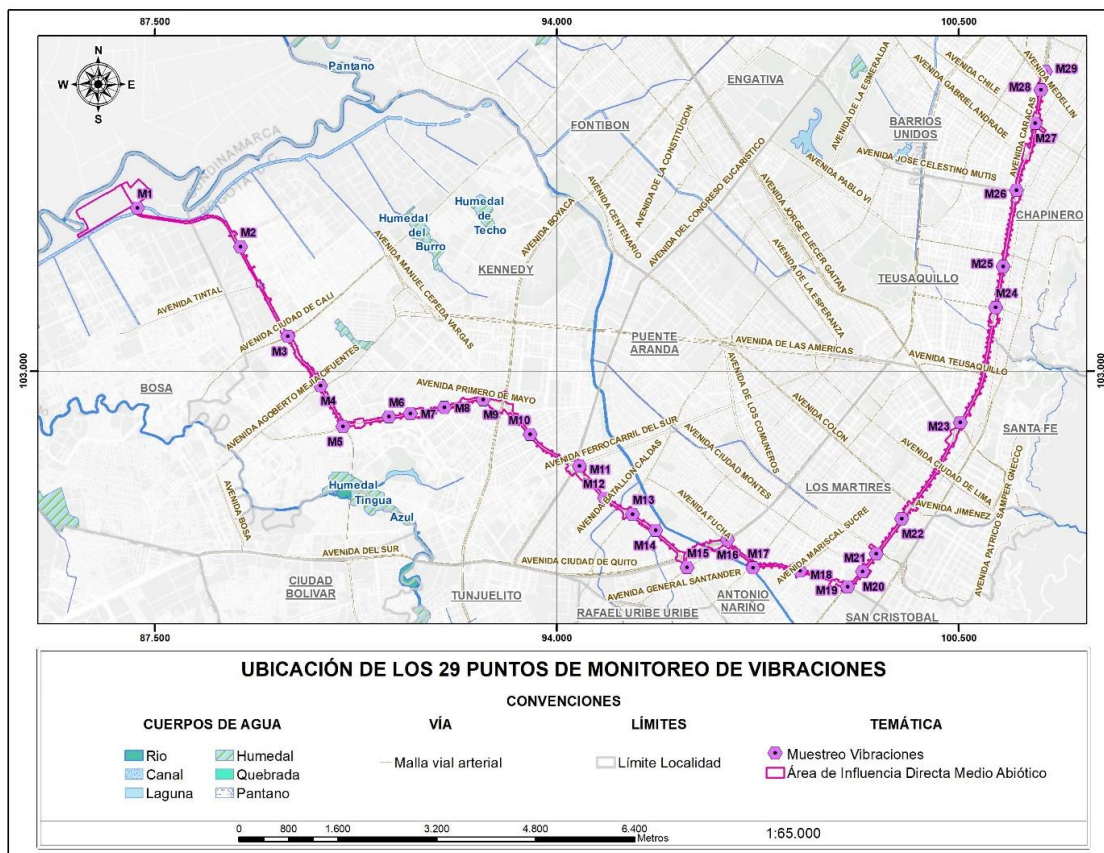


Figura 379 Ubicación de los 29 puntos de monitoreo de vibraciones

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

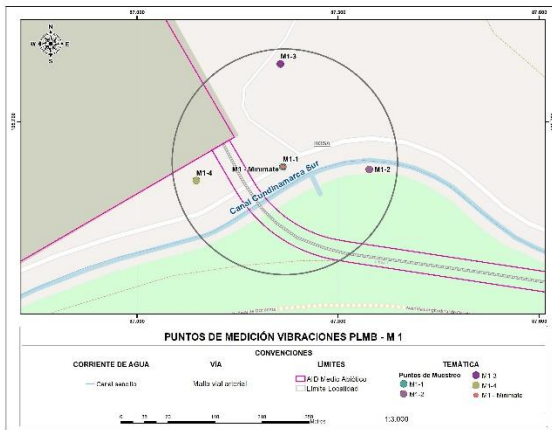


Figura 380 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos (M1).

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

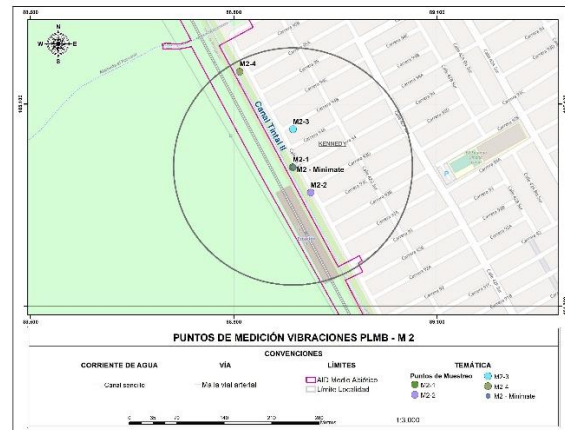


Figura 381 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M2)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

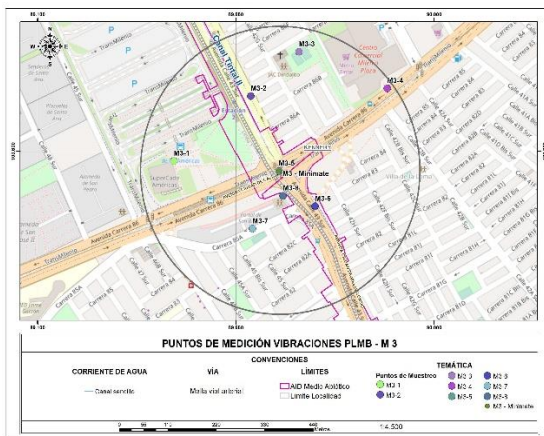


Figura 382 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M3)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 383 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M4)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

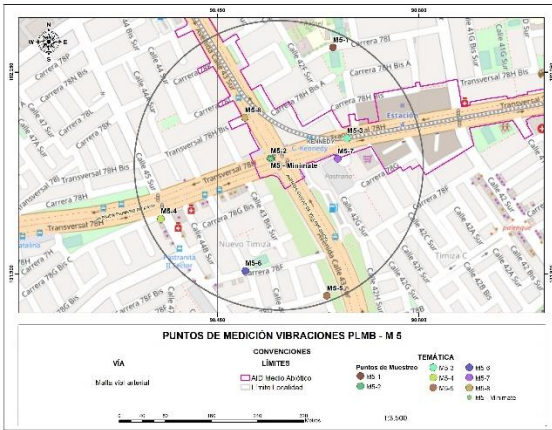


Figura 384 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M5)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

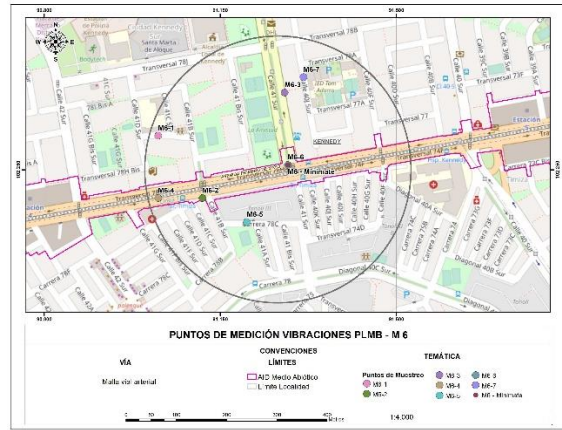


Figura 385 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M6)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

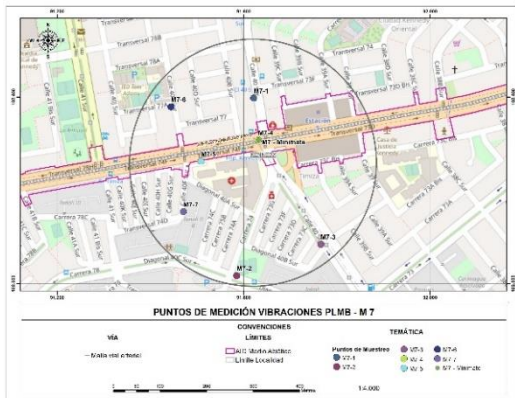


Figura 386 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M7)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

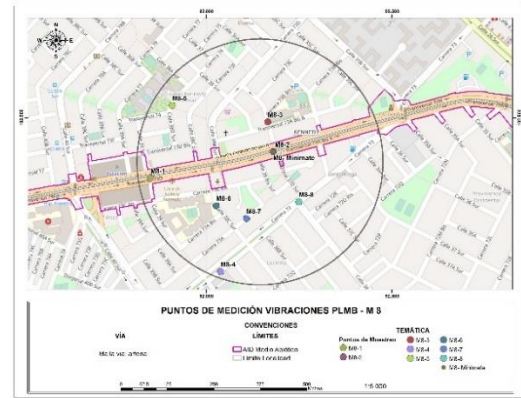


Figura 387 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M8)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



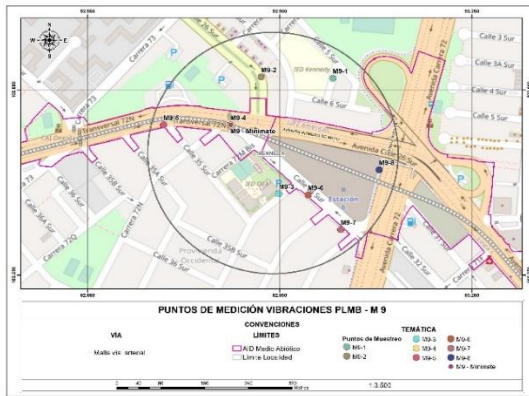


Figura 388 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M9)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 389 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M10)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

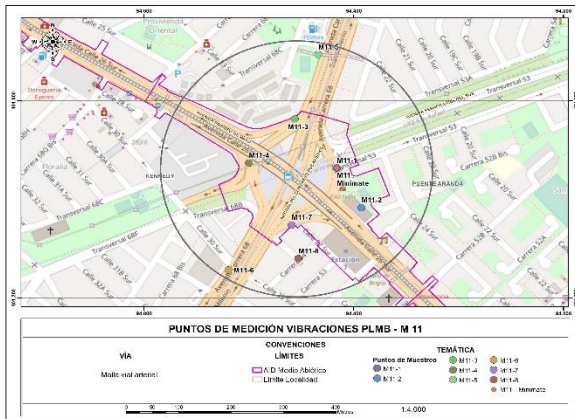


Figura 390 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M11)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 391 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M12)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 392 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M13)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

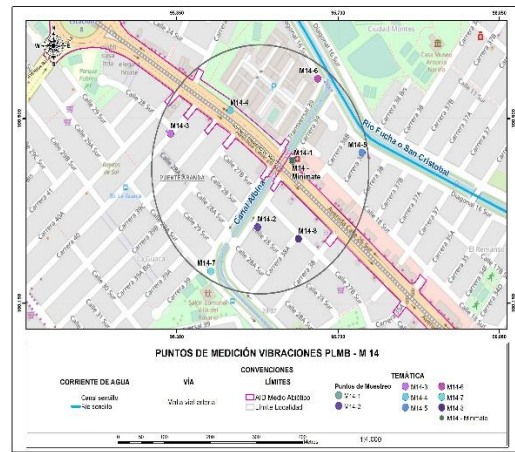


Figura 393 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M14)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

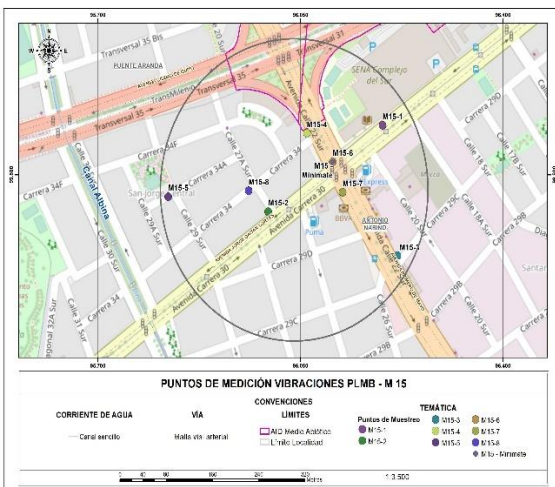


Figura 394 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M15)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

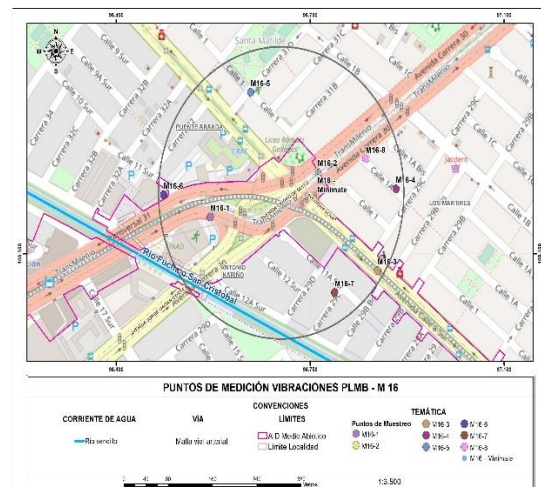


Figura 395 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M16)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

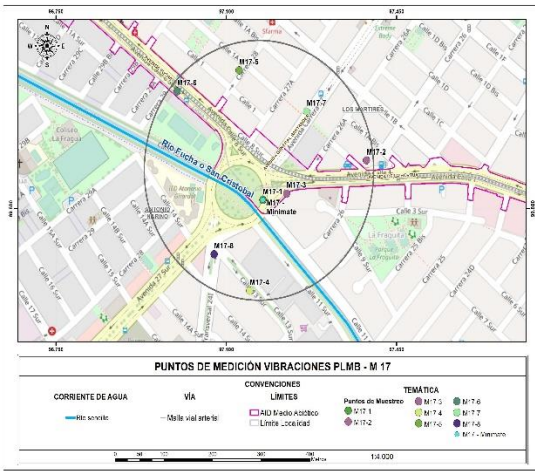


Figura 396 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M17)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

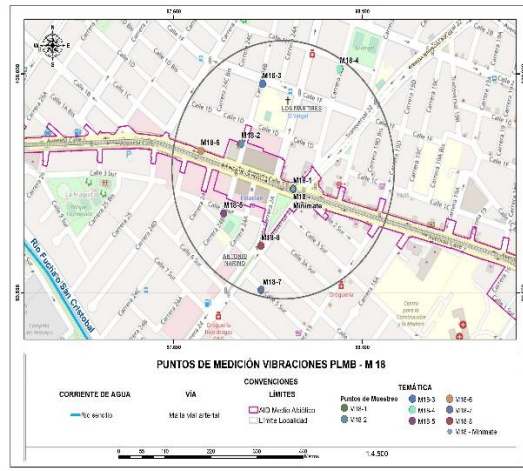


Figura 397 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M18)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

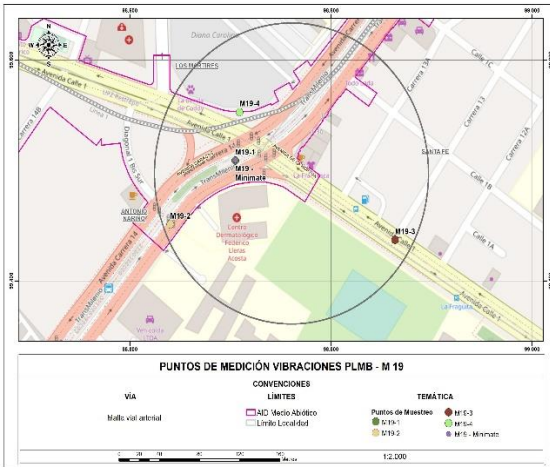


Figura 398 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M19)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

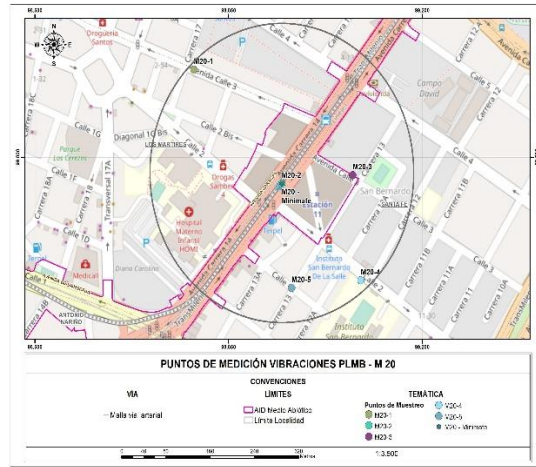


Figura 399 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M20)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

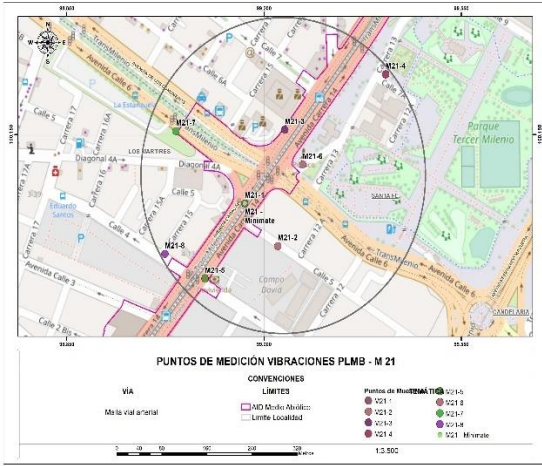


Figura 400 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M21)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

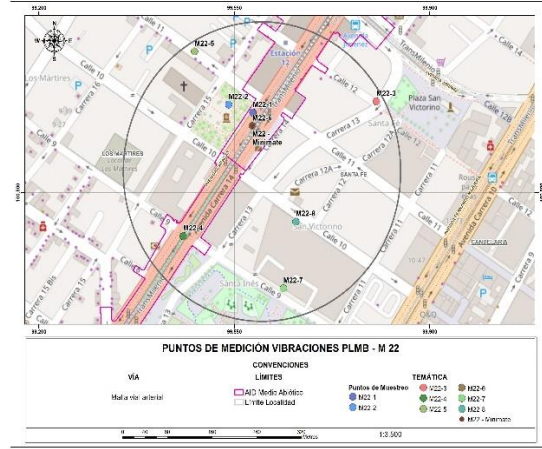


Figura 401 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M22)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

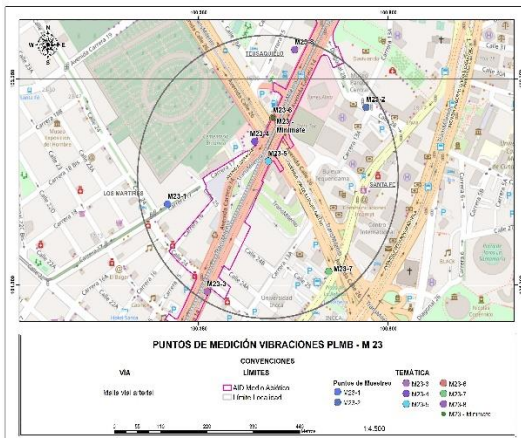


Figura 402 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M23)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

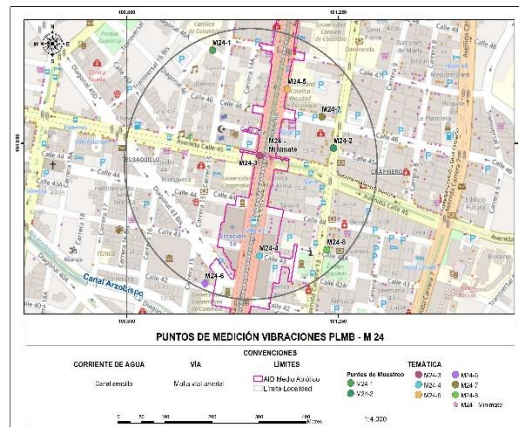


Figura 403 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M24)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

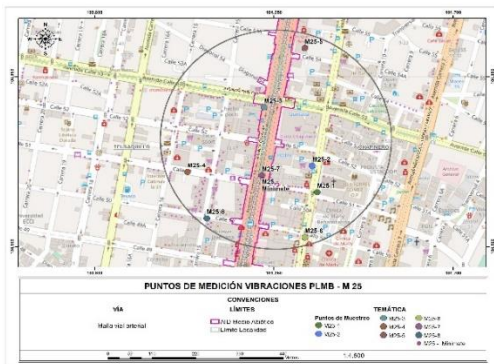


Figura 404 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M25)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 405 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M26)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 406 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M27)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

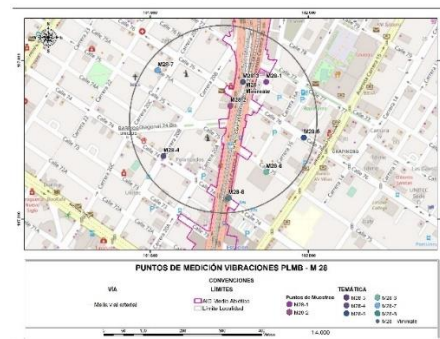


Figura 407 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M28)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022



Figura 408 Ubicación de los puntos donde se ubicaron los acelerógrafos. (M29)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

### 5.2.3.5.1.6 Resultados monitoreo

Los resultados fueron obtenidos bajo las metodologías para la medición de las vibraciones ejecutada de acuerdo con los documentos L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PR-0001 *Metodología Ruido y*

Vibraciones y L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PR-0002 Programa de Medición de Línea Base - Ruido y Vibraciones, presentados y avalados antes de la ejecución de los monitoreos (ver Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/7\_4).

Tabla 212 – Resultados de la medición de las vibraciones de referencia

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M1_1	589542, 513712	0.180	0.025	0.010	0.032	0.010	0.007
M1_2	589671, 513709	0.38	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011
M1_3	589539, 513865	0.228	0.059	0.013	0.046	0.023	0.015
M1_4	589413, 513691	0.37	0.067	0.011	0.087	0.026	0.008
M2_1	591212, 513088	0.155	0.031	0.012	0.026	0.015	0.011
M2_2	591238, 513050	4.879	0.686	0.026	0.566	0.310	0.088
M2_3	591212, 513144	0.269	0.101	0.011	0.158	0.020	0.008
M2_4	591133, 513229	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009
M3_1	591735, 511662	0.051	0.016	0.010	0.010	0.007	0.007
M3_2	591910, 511805	0.279	0.075	0.017	0.059	0.030	0.018
M3_3	591986, 511903	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01
M3_4	592219, 511822	0.312	0.054	0.021	0.059	0.022	0.017
M3_5	591974, 511640	0.444	0.074	0.019	0.056	0.029	0.022
M3_6	592056, 511563	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011
M3_7	591914, 511513	0.183	0.058	0.016	0.076	0.022	0.015
M3_8	591983, 511586	0.151	0.03	0.013	0.034	0.013	0.01
M4_1	592439, 510779	1.028	0.067	0.027	0.121	0.027	0.022
M4_2	592541, 510967	0.085	0.023	0.012	0.018	0.011	0.009
M4_3	592505, 510844	0.69	0.218	0.035	0.200	0.076	0.037
M4_4	592613, 510893	0.82	0.041	0.017	0.127	0.019	0.014

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M4_5	592357, 510759	0.129	0.031	0.015	0.022	0.014	0.012
M4_6	592613, 510618	0.343	0.077	0.020	0.072	0.032	0.021
M4_7	592424, 510944	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037
M4_8	592758, 510888	0.522	0.034	0.012	0.051	0.016	0.01
M5_1	592977, 510378	1.511	0.25	0.016	0.189	0.088	0.048
M5_2	592870, 510184	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047
M5_3	593001, 510221	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023
M5_4	592680, 510081	0.239	0.083	0.031	0.068	0.036	0.027
M5_5	592955, 509948	0.067	0.034	0.017	0.026	0.016	0.014
M5_6	592826, 509990	0.149	0.025	0.013	0.025	0.012	0.01
M5_7	592987, 510186	0.159	0.079	0.031	0.046	0.034	0.028
M5_8	592986, 510257	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023
M6_1	593353, 510404	0.225	0.027	0.013	0.033	0.011	0.009
M6_2	593441, 510280	0.364	0.121	0.036	0.087	0.047	0.035
M6_3	593604, 510490	0.244	0.101	0.02	0.04	0.026	0.022
M6_4	593353, 510280	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02
M6_5	593529, 510233	0.055	0.027	0.014	0.019	0.012	0.011
M6_6	593611, 510346	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068
M6_7	593642, 510520	0.057	0.019	0.011	0.012	0.009	0.009
M7_1	593948, 510485	0.34	0.053	0.02	0.047	0.024	0.016
M7_2	593912, 510104	0.141	0.056	0.018	0.106	0.023	0.016
M7_3	594091, 510171	0.24	0.048	0.016	0.036	0.021	0.014
M7_4	593957, 510394	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046
M7_5	593835, 510349	0.296	0.042	0.019	0.055	0.018	0.015

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M7_6	593770, 510466	0.245	0.056	0.017	0.055	0.022	0.015
M7_8	593797, 510241	0.12	0.032	0.015	0.032	0.014	0.011
M8_1	594176, 510424	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023
M8_2	594505, 510496	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067
M8_3	594491, 510576	0.391	0.048	0.02	0.047	0.021	0.017
M8_4	594365, 510173	0.51	0.064	0.018	0.068	0.028	0.018
M8_5	594234, 510620	0.094	0.027	0.012	0.029	0.012	0.009
M8_6	594352, 510350	0.168	0.044	0.017	0.033	0.019	0.015
M8_7	594434, 510316	0.141	0.027	0.013	0.026	0.012	0.1
M8_8	594575, 510361	0.202	0.046	0.017	0.047	0.019	0.014
M9_1	595322, 510710	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011
M9_2	595191, 510712	0.312	0.074	0.025	0.086	0.03	0.022
M9_3	595224, 510492	0.122	0.026	0.015	0.022	0.012	0.01
M9_4	595136, 510621	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037
M9_5	595014, 510621	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021
M9_6	595277, 510489	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017
M9_7	595336, 510424	0.177	0.052	0.021	0.078	0.021	0.017
M9_8	595406, 510537	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032
M10_1	595897, 510063	0.245	0.093	0.039	0.073	0.041	0.036
M10_2	595863, 510131	1.509	0.174	0.045	0.151	0.063	0.043
M10_3	595963, 510198	0.44	0.135	0.017	0.063	0.043	0.031
M10_4	595930, 510085	0.481	0.074	0.023	0.069	0.034	0.023
M10_5	595738, 509994	0.181	0.056	0.033	0.052	0.026	0.023
M10_6	596079, 510012	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011



ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M10_7	595712, 510210	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016
M10_8	595627, 510239	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018
M11_1	596693, 509554	0.253	0.088	0.036	0.072	0.039	0.031
M11_2	596740, 509473	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
M11_3	596613, 509653	0.46	0.162	0.032	0.155	0.072	0.03
M11_4	596526, 509564	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
M11_5	596657, 509783	0.073	0.031	0.016	0.024	0.015	0.012
M11_6	596486, 509347	0.129	0.07	0.031	0.047	0.031	0.026
M11_8	596620, 509370	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021
M12_1	597101, 509033	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044
M12_2	596929, 509188	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
M12_3	597128, 509176	0.189	0.053	0.016	0.051	0.021	0.014
M12_4	597058, 509091	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031
M12_5	597262, 509198	0.081	0.025	0.021	0.02	0.012	0.009
M12_6	597278, 508965	1.17	0.112	0.034	0.123	0.045	0.033
M12_7	597034, 508956	0.216	0.034	0.015	0.036	0.015	0.012
M13_1	597552, 508773	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
M13_2	597392, 508773	0.211	0.092	0.028	0.075	0.04	0.027
M13_3	597524, 508851	0.393	0.079	0.022	0.06	0.032	0.022
M13_4	597425, 508855	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
M13_5	597270, 508943	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029
M13_6	597272, 508686	0.102	0.03	0.014	0.022	0.014	0.011
M13_7	597528, 508923	0.147	0.044	0.019	0.029	0.02	0.015
M13_8	597364, 508612	0.144	0.045	0.019	0.032	0.02	0.017

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s) PPV			Vibración (Velocidad mm/s) RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M14_1	597926, 508513	0.559	0.138	0.034	0.14	0.052	0.033
M14_2	597851, 508387	0.274	0.034	0.013	0.033	0.015	0.011
M14_3	597662, 508563	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015
M14_4	597791, 508607	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018
M14_5	598077, 508528	0.108	0.02	0.012	0.014	0.01	0.008
M14_6	597981, 508668	0.935	0.071	0.018	0.099	0.028	0.02
M14_7	597750, 508304	0.155	0.049	0.014	0.058	0.022	0.013
M14_8	597940, 508365	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014
M15_1	598518, 507969	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023
M15_2	598321, 507837	3.751	0.105	0.02	0.405	0.055	0.021
M15_3	598544, 507770	0.165	0.035	0.017	0.025	0.017	0.013
M15_4	598387, 507957	1.114	0.041	0.014	0.149	0.019	0.012
M15_5	598148, 507860	0.091	0.025	0.011	0.02	0.011	0.008
M15_6	598432, 507913	0.143	0.04	0.017	0.044	0.017	0.014
M15_7	598449, 507867	0.256	0.047	0.022	0.037	0.023	0.019
M15_8	598287, 507979	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008
M16_1	598895, 508300	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015
M16_2	599089, 508368	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035
M16_3	599197, 508219	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013
M16_4	599230, 508343	0.328	0.033	0.011	0.06	0.012	0.009
M16_5	598967, 508489	0.113	0.021	0.011	0.023	0.009	0.007
M16_6	598811, 508333	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018
M16_7	599120, 508186	0.027	0.015	0.01	0.008	0.007	0.006
M16_8	599176, 508388	0.509	0.05	0.017	0.11	0.017	0.014

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M17_1	599500, 507911	0.088	0.028	0.012	0.026	0.012	0.009
M17_2	599713, 507983	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011
M17_3	599549, 507923	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008
M17_4	599473, 507746	0.154	0.043	0.013	0.051	0.019	0.012
M17_5	599451, 508146	1.368	0.397	0.092	0.399	0.152	0.092
M17_6	599324, 508108	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02
M17_7	599590, 508071	0.503	0.099	0.026	0.09	0.04	0.026
M17_8	599400, 507813	1.155	0.042	0.013	0.121	0.025	0.011
M18_1	600260, 507860	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018
M18_2	600136, 507952	0.077	0.026	0.011	0.018	0.011	0.009
M18_3	600186, 508075	0.154	0.037	0.012	0.031	0.015	0.011
M18_4	600371, 508106	0.339	0.049	0.014	0.054	0.02	0.012
M18_5	600094, 507809	0.074	0.021	0.011	0.014	0.009	0.008
M18_6	600039, 507938	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011
M18_7	600183, 507652	0.248	0.051	0.013	0.069	0.021	0.013
M18_8	600183, 507743	0.155	0.081	0.021	0.057	0.038	0.021
M19_1	601029, 507606	1.87	0.182	0.038	0.215	0.081	0.047
M19_2	600965, 507548	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036
M19_3	601188, 507534	0.361	0.038	0.014	0.043	0.017	0.012
M19_6	601034, 507650	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025
M20_1	601111, 508036	0.117	0.039	0.016	0.026	0.018	0.014
M20_2	601270, 507855	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155
M20_3	601399, 507869	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018
M20_5	601413, 507700	0.403	0.07	0.014	0.077	0.02	0.015

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s) PPV			Vibración (Velocidad mm/s) RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M20_6	601288, 507689	0.117	0.039	0.016	0.026	0.018	0.014
M21_1	601489, 508137	1.0583	0.191	0.039	0.998	0.077	0.049
M21_2	601548, 508069	0.574	0.038	0.014	0.077	0.015	0.011
M21_3	601560, 508255	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03
M21_4	601739, 508343	0.218	0.028	0.013	0.034	0.013	0.011
M21_5	601419, 508017	0.407	0.124	0.038	0.093	0.055	0.043
M21_6	601592, 508199	0.081	0.04	0.016	0.029	0.017	0.015
M21_7	601367, 508252	0.101	0.036	0.017	0.029	0.016	0.014
M21_8	601348, 508056	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022
M22_1	601906, 508730	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041
M22_2	601862, 508743	0.083	0.033	0.015	0.026	0.015	0.013
M22_3	602127, 508748	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018
M22_4	601781, 508525	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074
M22_6	601905, 508708	0.964	0.337	0.052	0.289	0.116	0.084
M22_7	601961, 508439	0.27	0.062	0.02	0.083	0.025	0.018
M22_8	601983, 508549	0.303	0.026	0.012	0.035	0.012	0.009
M23_1	602597, 510073	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008
M23_2	603067, 510286	0.129	0.023	0.011	0.037	0.01	0.008
M23_3	602691, 509883	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035
M23_4	602803, 510210	0.356	0.052	0.021	0.045	0.026	0.019
M23_5	602836, 510167	0.617	0.252	0.03	0.151	0.09	0.051
M23_6	602846, 510262	0.749	0.24	0.026	0.171	0.091	0.053
M23_7	602979, 509927	0.345	0.082	0.017	0.057	0.031	0.021
M23_8	602898, 510411	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M24_1	603300, 512331	0.986	0.092	0.02	0.089	0.038	0.022
M24_2	603558, 512137	0.06	0.025	0.013	0.022	0.012	0.01
M24_3	603417, 512123	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12
M24_4	603401, 511923	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067
M24_5	603460, 512254	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088
M24_6	603285, 511869	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019
M24_7	603533, 512200	0.084	0.049	0.021	0.038	0.026	0.02
M24_8	603544, 511936	0.22	0.087	0.02	0.074	0.036	0.024
M25_1	603675, 512740	0.72	0.086	0.02	0.134	0.032	0.02
M25_2	603663, 512810	0.13	0.06	0.017	0.047	0.027	0.018
M25_3	603542, 512965	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104
M25_4	603350, 512794	0.17	0.032	0.015	0.02	0.014	0.011
M25_5	603597, 513121	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148
M25_6	603645, 512621	0.196	0.072	0.022	0.069	0.03	0.021
M25_7	603537, 512784	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156
M25_8	603399, 512671	0.39	0.083	0.025	0.132	0.036	0.025
M26_1	603938, 514001	0.07	0.028	0.014	0.022	0.013	0.011
M26_2	603847, 513895	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014
M26_3	603636, 514189	0.612	0.163	0.031	0.167	0.062	0.03
M26_4	603515, 513859	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01
M26_5	603842, 514156	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042
M26_6	603511, 514023	0.225	0.06	0.018	0.055	0.027	0.016
M26_7	603751, 514018	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077
M26_8	603637, 514024	2.369	0.172	0.039	0.239	0.077	0.043

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X, Y)	Vibración (Velocidad mm/s)			Vibración (Velocidad mm/s)		
		PPV			RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M27_1	604104, 515075	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068
M27_2	604156, 515175	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034
M27_3	603807, 515045	1.886	0.551	0.064	0.572	0.205	0.078
M27_4	603894, 515200	1.516	0.432	0.087	0.515	0.176	0.099
M27_5	604002, 514859	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121
M27_7	603952, 515017	0.255	0.076	0.022	0.065	0.032	0.031
M27_8	604024, 514964	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058
M28_1	604206, 515641	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021
M28_2	604115, 515581	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118
M28_3	604147, 515641	0.594	0.316	0.087	0.316	0.132	0.092
M28_4	603947, 515454	0.506	0.176	0.049	0.155	0.078	0.052
M28_5	604301, 515501	1.43	0.227	0.03	0.364	0.084	0.031
M28_6	604207, 515414	0.431	0.078	0.021	0.069	0.031	0.023
M28_7	603932, 515671	0.262	0.055	0.016	0.082	0.024	0.015
M28_8	604111, 515348	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114
M29_1	604049, 515659	0.236	0.092	0.029	0.102	0.039	0.028
M29_2	604115, 515891	0.572	0.086	0.026	0.095	0.04	0.026
M29_4	604293, 516010	0.204	0.034	0.015	0.032	0.016	0.013
M29_5	604329, 515942	0.167	0.026	0.012	0.032	0.011	0.009
M29_6	604374, 516052	0.284	0.044	0.011	0.096	0.016	0.009
M29_7	603936, 515843	0.122	0.059	0.018	0.048	0.025	0.018
M29_8	604003, 515954	0.731	0.106	0.025	0.107	0.037	0.026

Fuente: WSP 2022

#### 5.2.3.5.1.7 Nivel de vibraciones en interiores

Se predijo que los niveles de ruido y vibración estructural en interiores procedentes de fuentes ambientales eran extremadamente bajos; esto se confirmó con las mediciones realizadas cerca de algunos de los edificios. En unas circunstancias de vibración tan bajas, las mediciones en interiores recogerán el ruido y la vibración de las actividades interiores (por ejemplo, pasos fuertes, saltos, electrodomésticos, etc.), que se consideran no representativos de la vibración ambiental y conducirían a resultados no confiables y no concluyentes. Además, el estudio en fase inicial reportado en "Estructuración Técnica Del Tramo 1 De La Primera Línea Del Metro De Bogotá (PLMB), Estudio De Impacto Ambiental Y Social (EIAS) Línea Base - Medio Abiótico Documento N° EtPLMB-Et19-L16.5-Ite-I-001\_R2" del 2018, también identificó este desafío y utilizó mediciones en exteriores. Por lo tanto, en lugar de las mediciones en interiores, se utilizaron los métodos de las directrices de la FTA para predecir los niveles de vibración en interiores manejando mediciones en exteriores. Este método se considera aceptable según el Apéndice Técnico 2 - "Normativa aplicable". Además, los niveles de vibración al aire libre permitirán una comparación entre los niveles de vibración actuales y futuros (si es necesario).

La vibración de los vehículos en la vía (condiciones ambientales) se transfiere a través del suelo a los cimientos del edificio; luego viaja a través del edificio receptor a varios pisos/espacios dentro del edificio. La propagación de las vibraciones a través de las estructuras de los edificios es muy compleja. Normalmente hay una pérdida de energía de vibración debido al acoplamiento del edificio con el suelo cuando la vibración se transfiere del suelo a los cimientos del edificio. Esta pérdida reduce la vibración transferida al interior de los edificios.

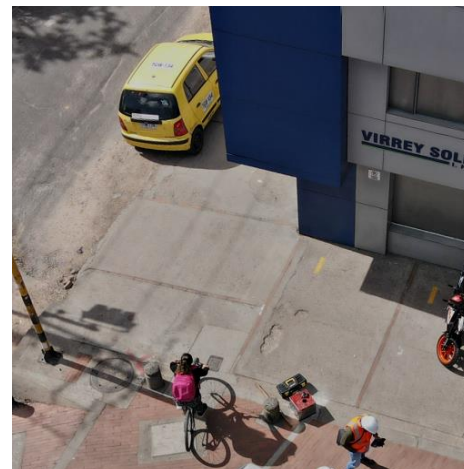
El documento de la FTA proporciona métodos para estimar las vibraciones transmitidas por el suelo debidas a diversas fuentes. Para establecer los niveles de vibración en el interior de los edificios; inicialmente se realizaron las predicciones en los lugares de medición exteriores y se verificó su exactitud. A continuación, se utilizó el modelo FTA con parámetros específicos del lugar para estimar los niveles de vibración en el interior. El modelo tiene en cuenta la atenuación de la distancia específica del lugar, la geometría fuente-receptor, los efectos de la atenuación del suelo, etc., en la propagación de las vibraciones.

La directriz de la FTA sugiere que cuando la vibración se transmite a través de un edificio, la vibración suele disminuir desde los cimientos y entre cada piso; la directriz de la FTA sugiere que la vibración se atenúa al menos 1 o 2 dB por piso, por lo que el cumplimiento se evaluó en el primer piso, que es el más afectado. La Tabla 213 compara los resultados medidos en el exterior en determinados lugares representativos con las predicciones en el exterior para mostrar la precisión de la modelización y, a continuación, proporciona los resultados previstos en el interior. Como se observa en la Tabla 213 los niveles de vibración en interiores correspondientes a los picos de vibración en exteriores son sustancialmente bajos. Se muestran algunas fotos del programa de medición correspondiente a los lugares representativos seleccionados donde se predijeron los niveles de vibración en interiores

Tabla 213 – Comparación de los niveles de vibración en exteriores y en interiores

ID de Medición	Grupo de edificios más cercano	Impacto de las vibraciones (velocidad RMS, mm/s)		
		Sitio de medición en exteriores	Predicción - ubicación exterior (en el lugar de medición)	Predicción - ubicación interior (dentro del edificio)
M6_2	Grupo 4 - Oficinas (institucional)	0.047	0.041	0.013
M8_3	Grupo 1 - Residencial	0.021	0.029	0.009
M10_3	Grupo 4 - Oficinas (institucional)	0.043	0.055	0.017
M12_6	Grupo 3 - Instituto educativo	0.045	0.049	0.015
M14_3	Grupo 1 - Residencial	0.029	0.032	0.010
M16_6	Grupo 4 - Oficinas (institucional)	0.022	0.034	0.011
M18_2	Grupo 3 - Iglesia	0.013	0.030	0.009
M24_8	Grupo 4 - Oficinas (institucional)	0.036	0.043	0.013
M25_3	Grupo 4 - Oficinas (institucional)	0.073	0.077	0.024

Fuente: WSP 2022



Fotografía 60 Lugar de medición de las vibraciones M6\_2

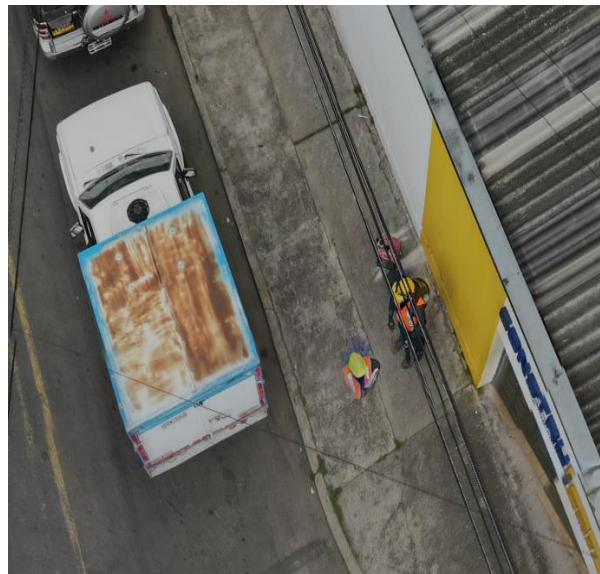
Fuente: SFI 2021





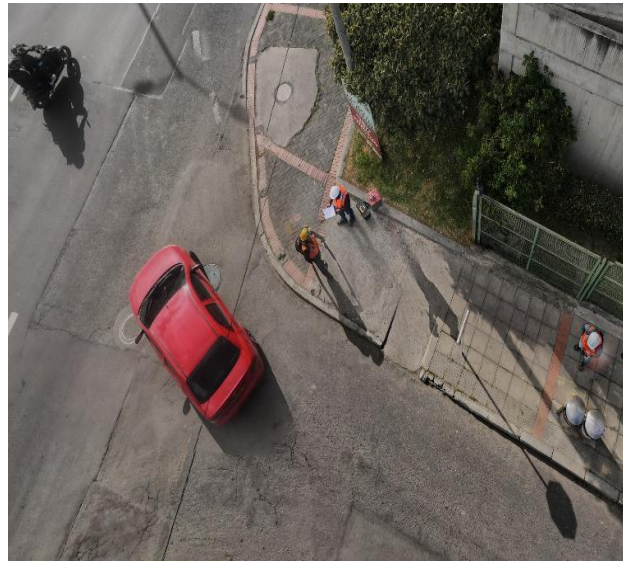
Fotografía 61 Lugar de medición de las vibraciones M8\_3

Fuente: SFI 2021



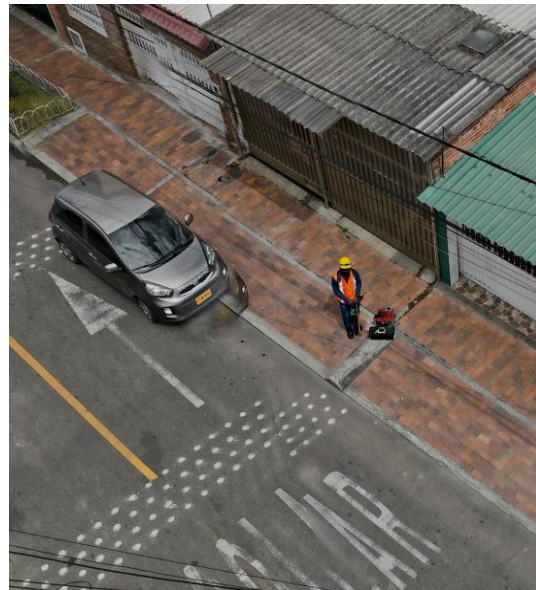
Fotografía 62 Lugar de medición de las vibraciones M10\_3

Fuente: SFI 2021



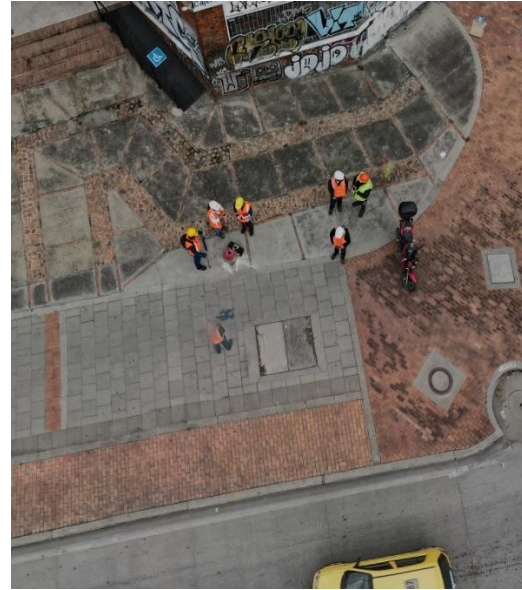
Fotografía 63 Lugar de medición de las vibraciones M12\_6

Fuente: SFI 2021



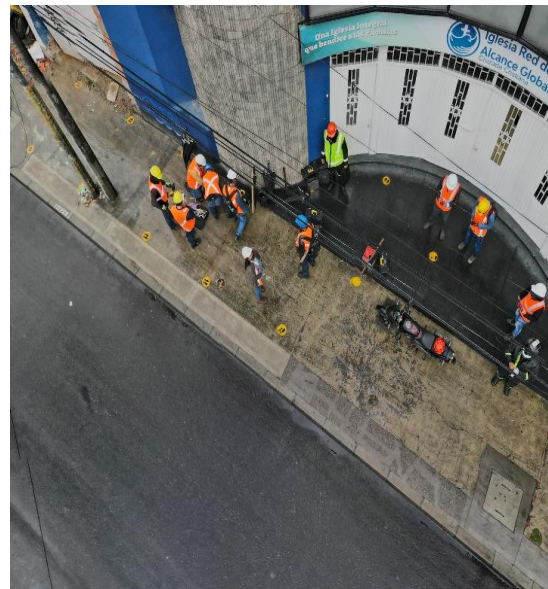
Fotografía 64 Lugar de medición de las vibraciones M14\_3

Fuente: SFI 2021



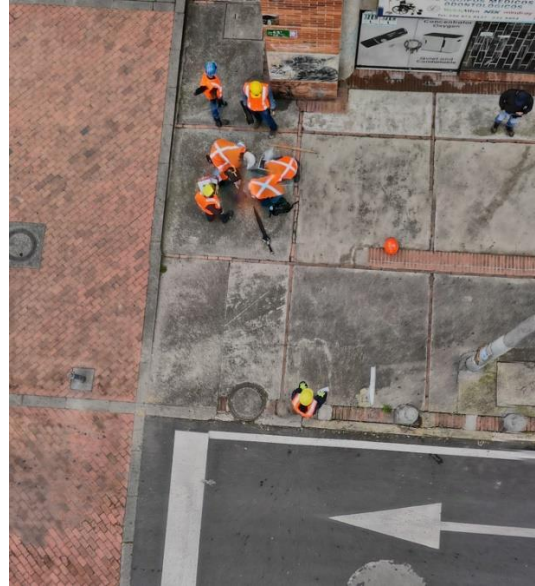
Fotografía 65 Lugar de medición de las vibraciones M16\_6

Fuente: SFI 2021



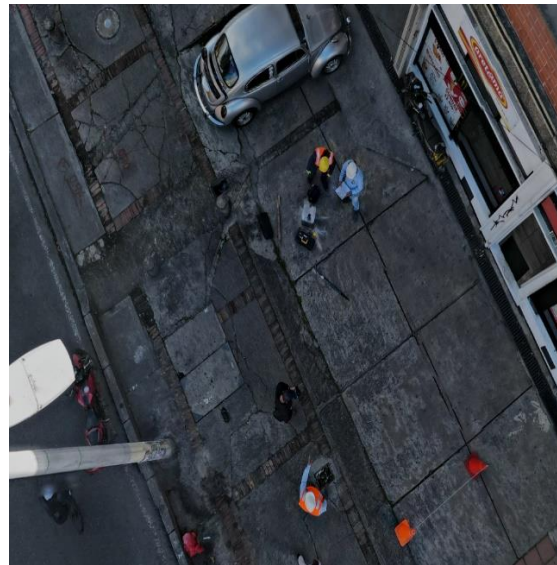
Fotografía 66 Lugar de medición de las vibraciones M18\_2

Fuente: SFI 2021



Fotografía 67 Lugar de Medición de vibraciones M24\_8

Fuente: SFI 2021



Fotografía 68 Lugar de medición de las vibraciones M25\_3

Fuente: SFI 2021

#### 5.2.3.5.1.8 Puntos de recepción

Como se ha señalado anteriormente, los límites de vibración en el Apéndice técnico 15 identifican dos propósitos: un límite de vibración PPV para la construcción (o etapa preoperacional) y los límites de vibración RMS para la etapa de operación y mantenimiento (O&M). El límite PPV durante la construcción

tiene como objetivo controlar los daños a los edificios durante la construcción, que suele ser a corto plazo (menos de 2 a 3 años de construcción), mientras que los límites de vibración RMS tienen como objetivo proteger a los ocupantes dentro de los edificios en la etapa de operación y mantenimiento a largo plazo (más de 20 años).

Por lo tanto, la naturaleza de los edificios (por ejemplo, edificio nuevo, edificio antiguo, edificio patrimonial) son clasificaciones importantes para determinar los límites apropiados para la vibración de la construcción, mientras que la naturaleza del uso basado en los ocupantes (uso hospitalario, educativo, residencial, comercial, etc.) es importante para el análisis de la etapa de operación. Por ello, además del tipo de receptor, se completó un inventario de las condiciones del receptor "Informe de Identificación de Sitios de Interés Cultural".

Además, se llevó a cabo otro programa de verificación de receptores como parte del programa de medición. Se recopiló la siguiente información para los edificios de la primera fila inmediatamente adyacente al corredor ferroviario a cada lado del riel, en las proximidades de cada uno de los puntos de medición M1-M29 según el BMP:

- ▶ Edificios sensibles (*p. ej.*, uso especial – hospitales, colegios, etc.)
- ▶ Tipo de construcción
- ▶ Altura (pisos)
- ▶ Tipo de cimentación
- ▶ Uso del edificio (residencial, comercial, industrial, etc.),
- ▶ Estado del edificio (nuevo, antiguo, edificio patrimonial etc.).

En el estudio de verificación se incluyó un total de 1.331 edificios. Estos edificios están generalmente en buenas condiciones y están habitados por ocupantes sensibles (o de uso sensible). La Tabla 214 muestra un resumen del estudio del estado de los edificios

La Tabla 214 clasifica los edificios en cinco grupos: edificios en proceso de demolición, edificios nuevos (recién terminados), edificios en construcción, edificios antiguos, pero en buen estado y edificios antiguos en mal estado. Las cantidades relativas de las condiciones y usos de los edificios cerca de cada lugar de medición (M2 a M29), tal y como se observaron durante el programa de campo, se muestran en las Figura 408 a Figura 435. Entre estas categorías, la de edificios antiguos y la de edificios nuevos se refieren a los edificios existentes al momento de elaborar este informe y, por tanto, son receptores. Entre estos dos grupos, los edificios nuevos se identifican como aquellos en buen estado para la vibración. Por lo tanto, se siguió analizando la categoría de edificios antiguos existentes.

El L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/7\_4 proporciona más muestras de verificación de receptores/edificios con imágenes y clasificaciones de uso/condición de los receptores identificados en el Estudio de Vibraciones durante la etapa de Operación y Mantenimiento de la PLMB. Estos receptores se utilizan para evaluar el cumplimiento, durante la fase de operación y mantenimiento de la PLMB, de los límites establecidos en el AT 15 (es decir, los edificios más cercanos a las columnas).

Tabla 214 – Resultados del Estudio Sobre el Estado del Edificio

Descripción del Edificio	Uso del Edificio							Total
	Comercial	Comercial e Industrial	Industrial	Residencial	Residencial e Comercial	Residencial e Industrial	Residencial , Comercial e Industrial	
Demolición				4				4
Construcción: Mampostería; Cimentación: Concreto				4				4
Nuevo	4			1	2			7
Construcción: Concreto; Cimentación: Concreto	3							3
Construcción: Mampostería; Cimentación: Concreto	1			1	2			4
Nuevo – En Construcción	1			3	1			5
Construcción: Concreto; Cimentación: Concreto				1				1
Construcción: Mampostería; Cimentación: Concreto	1			2	1			4
Antiguo – Buen Estado	372	18	14	194	634	5	3	1240
Construcción: Concreto y Mampostería; Cimentación: Concreto	12			9	4			25
Construcción: Concreto; Cimentación: Concreto	21	2	3	28	43		1	98
Construcción: Mampostería;	320	16	11	156	584	4	2	1093

Descripción del Edificio	Uso del Edificio							Total
	Comercial	Comercial e Industrial	Industrial	Residencial	Residencial e Comercial	Residencial e Industrial	Residencial , Comercial e Industrial	
<b>Cimentación: Concreto</b>								
<b>Construcción: Mampostería; Cimentación: Desconocido</b>					3			3
<b>Construcción: Metal; Cimentación: Metal</b>	19							19
<b>Construcción: Madera; Cimentación: Desconocido</b>						1		1
<b>Construcción: Madera; Cimentación: Madera</b>				1				1
<b>Antiguo - Mal Estado</b>	17		3	17	38			75
<b>Construcción: Concreto y Mampostería; Cimentación: Concreto</b>					1			1
<b>Construcción: Concreto; Cimentación: Concreto</b>	2		1					3
<b>Construcción: Mampostería; Cimentación: Concreto</b>	14		2	16	37			69
<b>Construcción: Desconocido; Cimentación: Desconocido</b>	1							1
<b>Construcción: Madera; Cimentación: Madera</b>				1				1

Descripción del Edificio	Uso del Edificio							Total
	Comercial	Comercial e Industrial	Industrial	Residencial	Residencial e Comercial	Residencial e Industrial	Residencial , Comercial e Industrial	
<b>Total</b>	<b>394</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>219</b>	<b>675</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1331</b>

Fuente: WSP 2022

Como se puede ver en la Tabla 214, la mayoría de los edificios a lo largo del corredor eran antiguos y estaban en buenas condiciones, con cimientos de concreto y una construcción de mampostería. También se observó que la mayoría de los edificios a lo largo del corredor se usaban tanto de forma residencial como comercial.

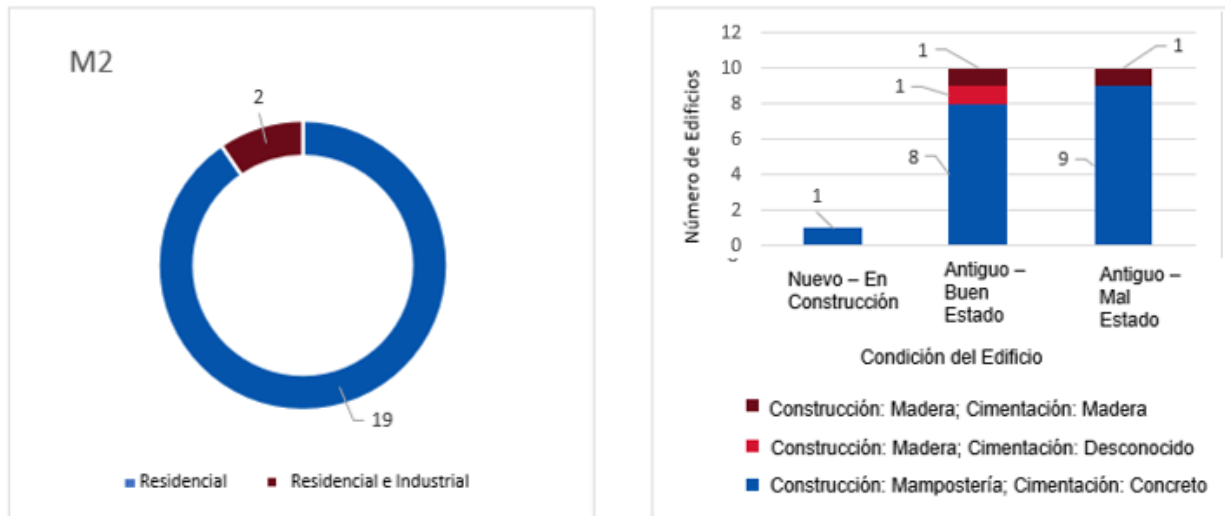


Figura 409 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el punto de medición M2

Fuente: WSP 2022



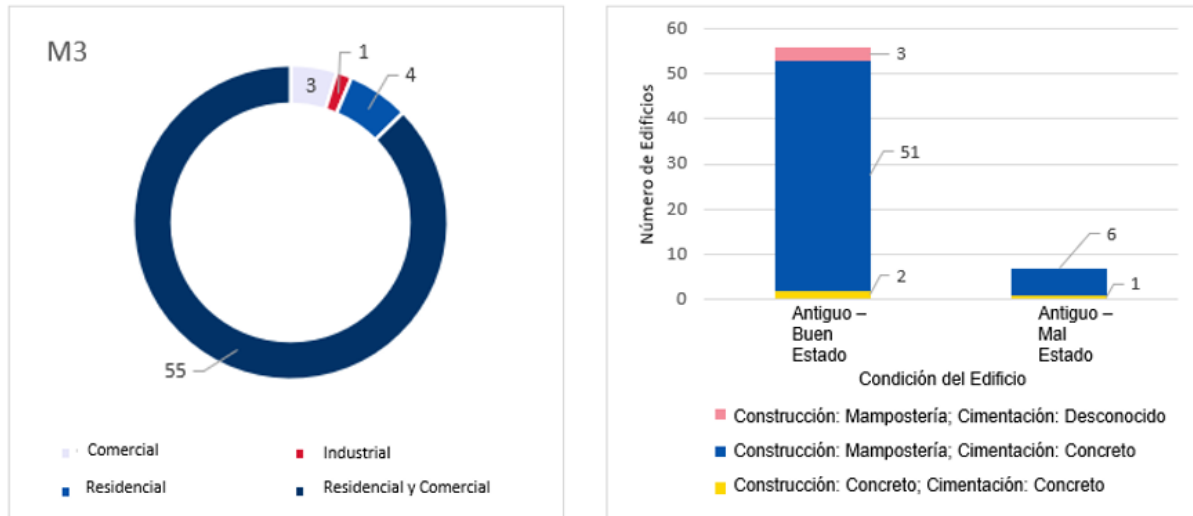


Figura 410 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M3

Fuente: WSP 2022

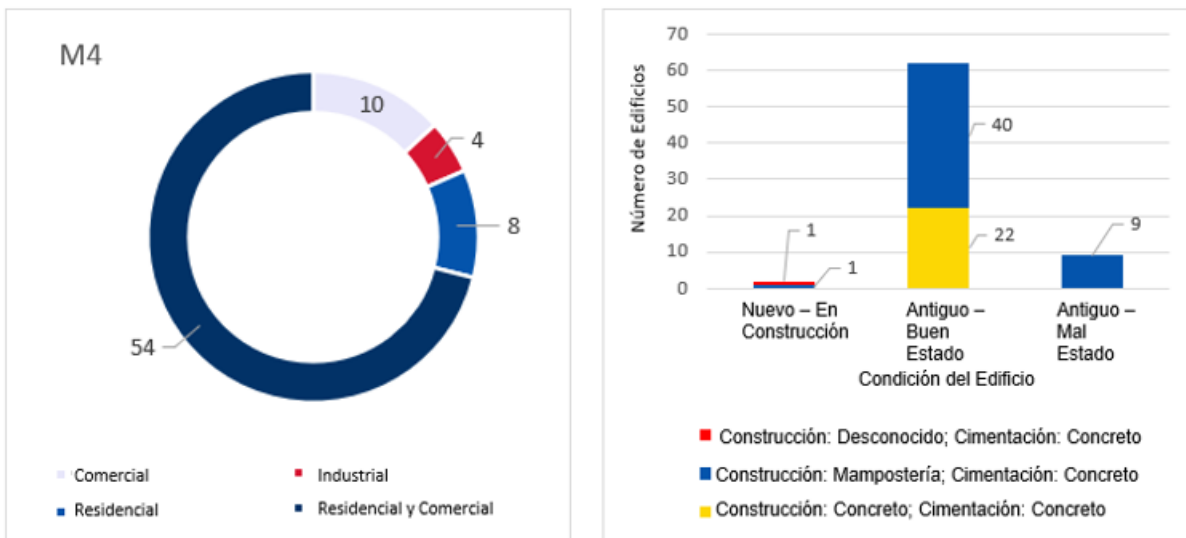


Figura 411 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M4

Fuente: WSP 2022

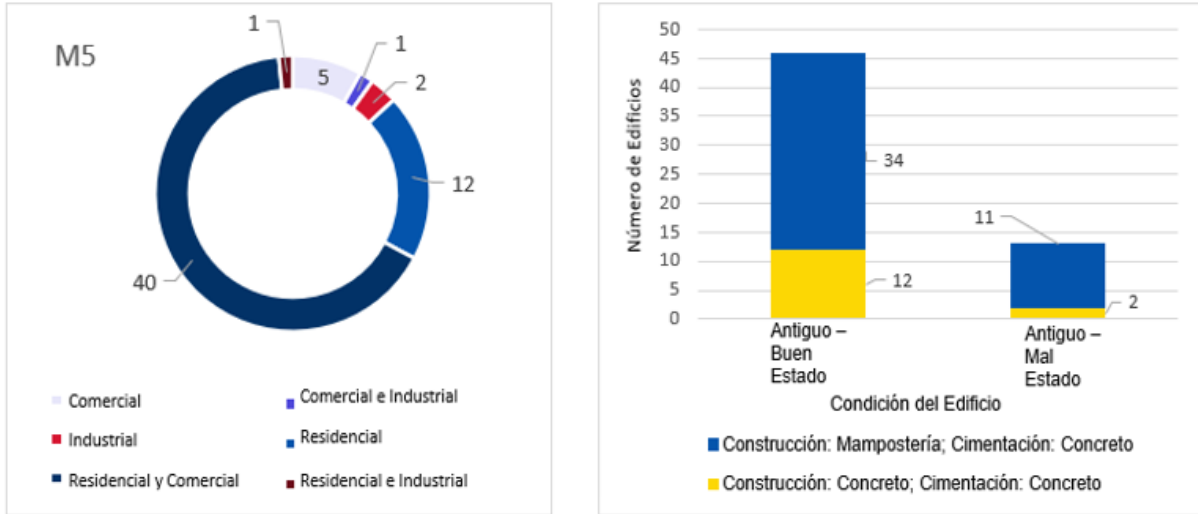


Figura 412 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M5

Fuente: WSP 2022

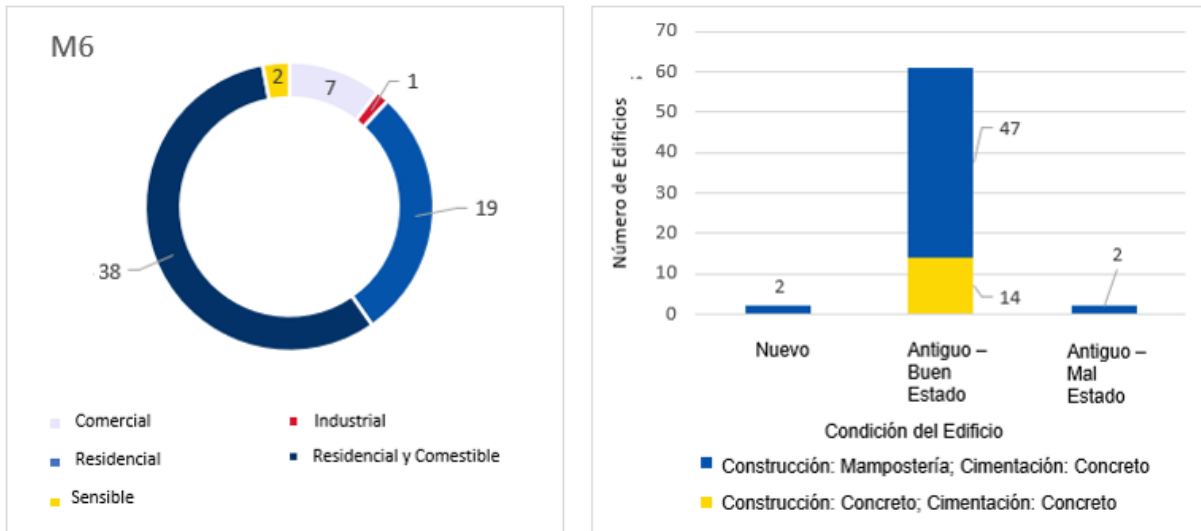


Figura 413 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M6

Fuente: WSP 2022

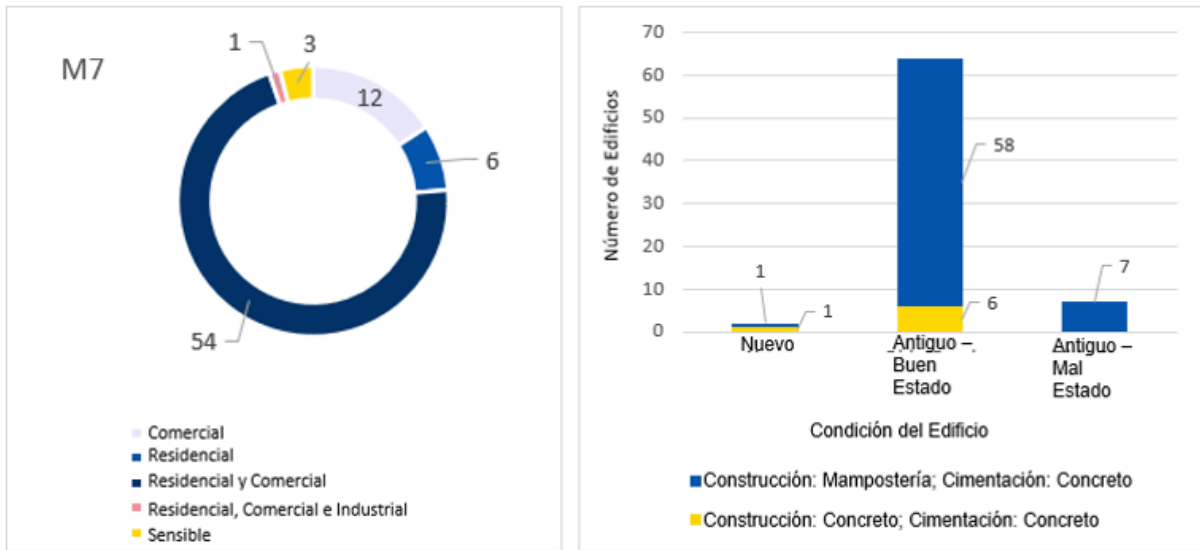


Figura 414 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M7

Fuente: WSP 2022

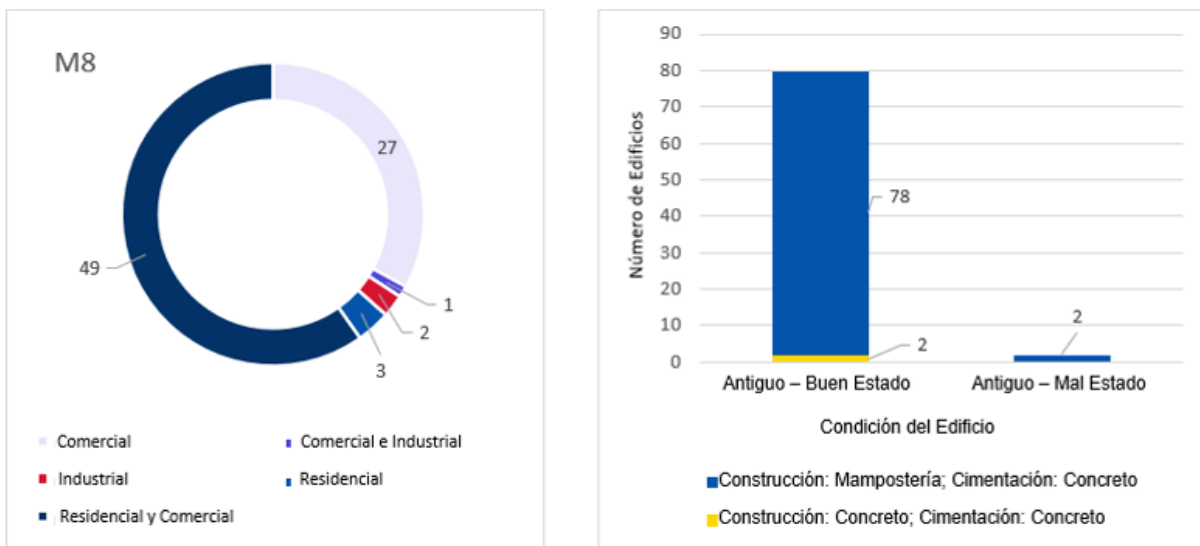


Figura 415 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M8

Fuente: WSP 2022

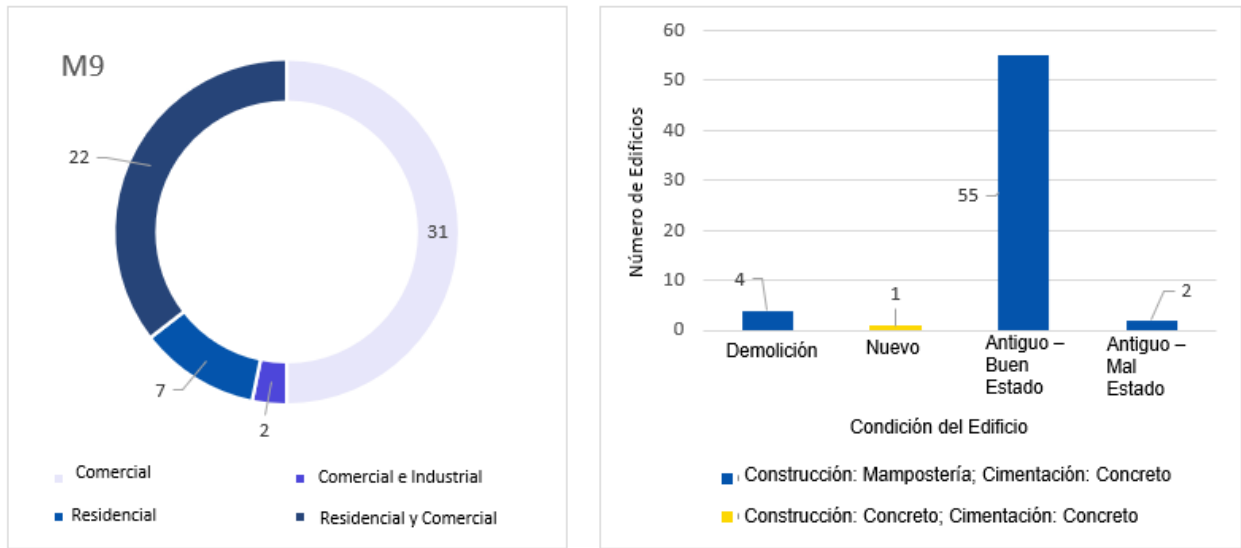


Figura 416 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M9

Fuente: WSP 2022

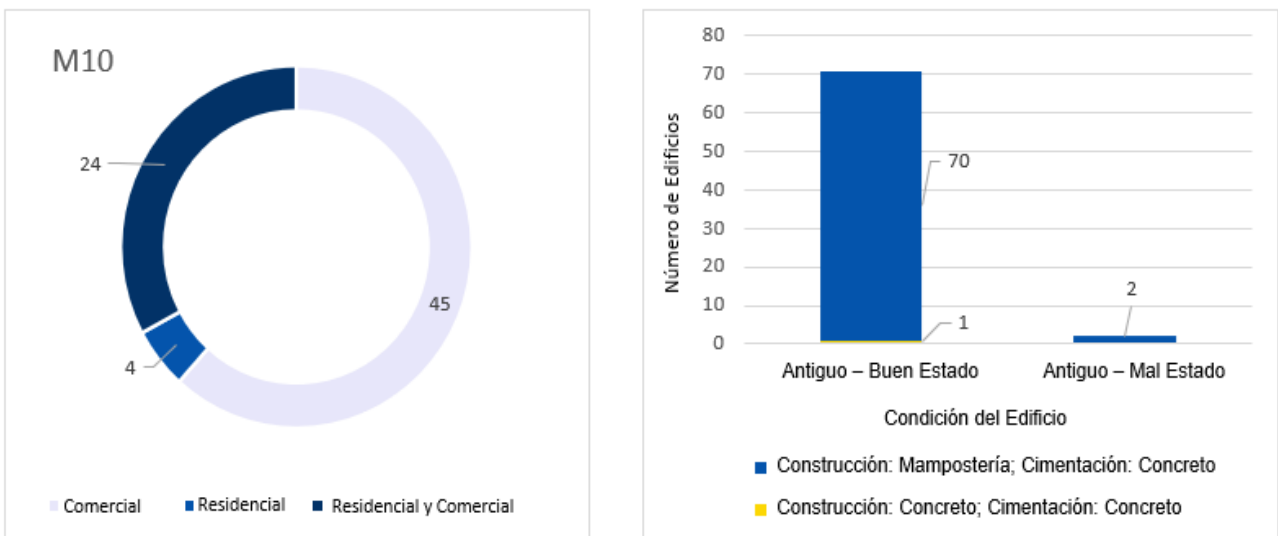


Figura 417 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M10

Fuente: WSP 2022

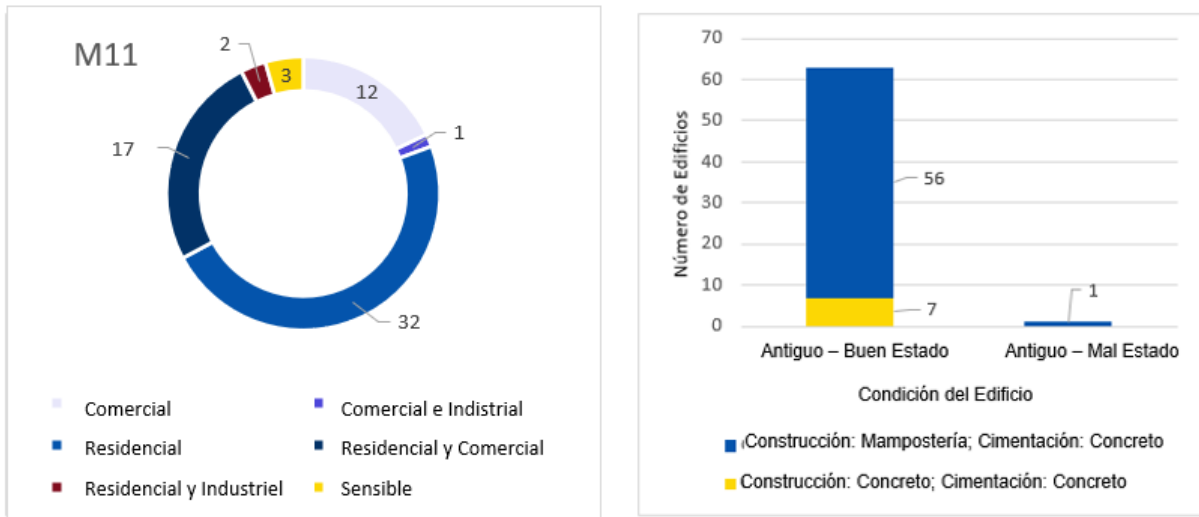


Figura 418 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M11

Fuente: WSP 2022

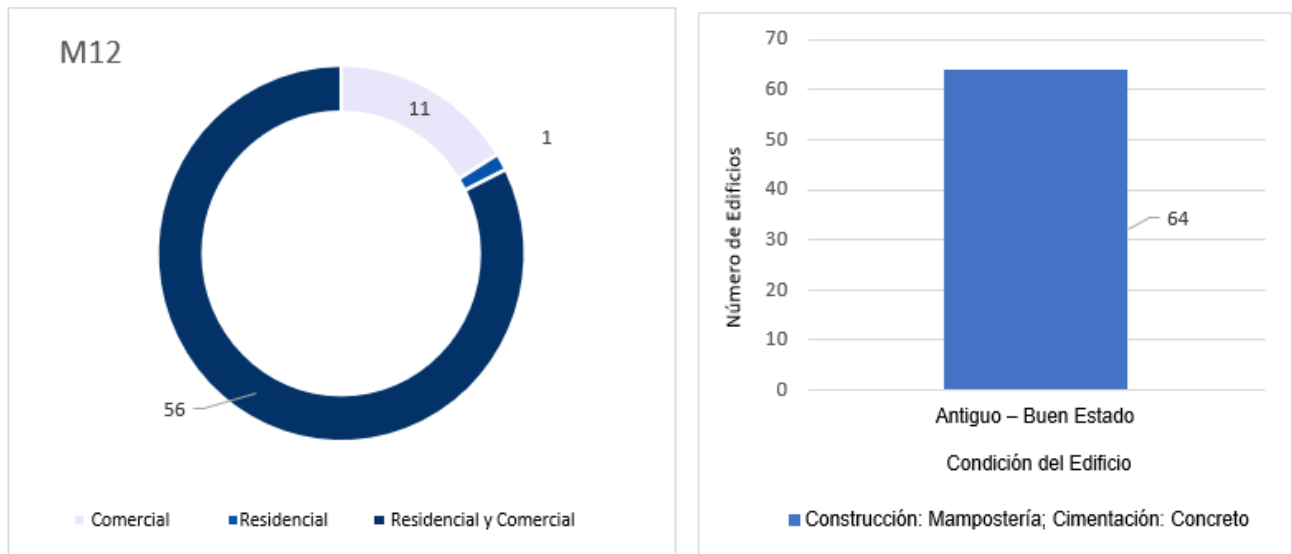


Figura 419 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M12

Fuente: WSP 2022

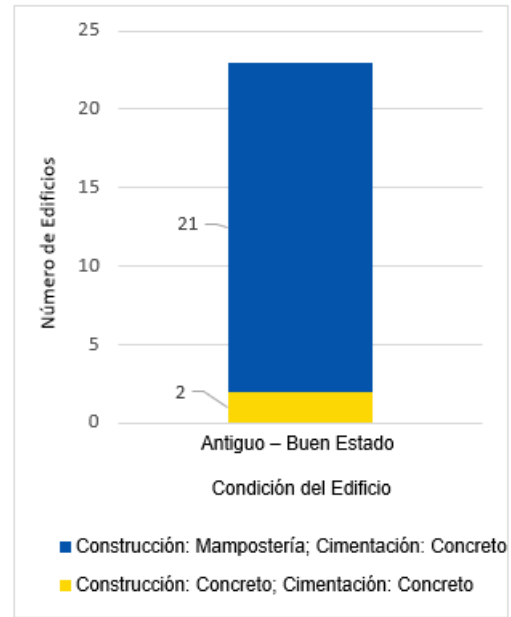
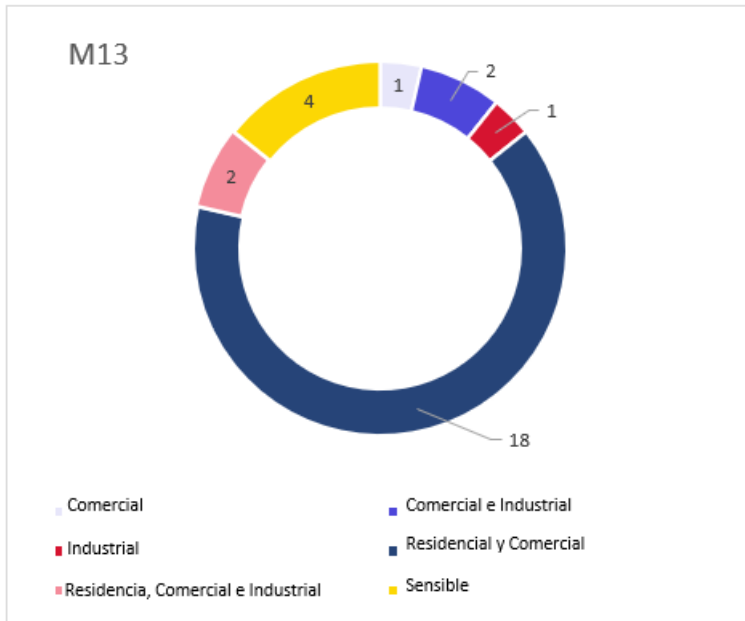


Figura 420 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M13

Fuente: WSP 2022

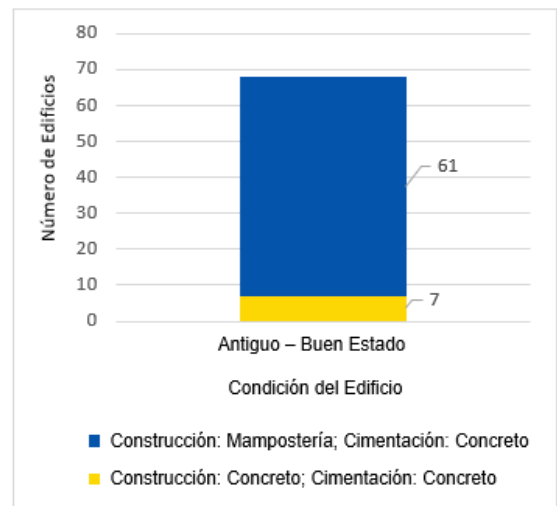
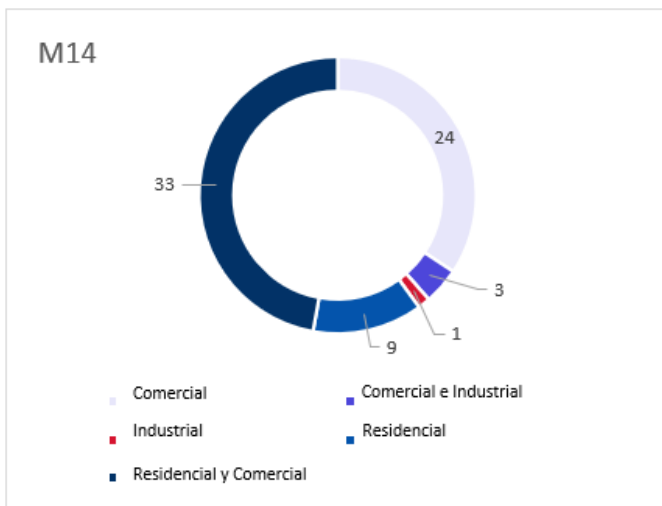


Figura 421 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M14

Fuente: WSP 2022

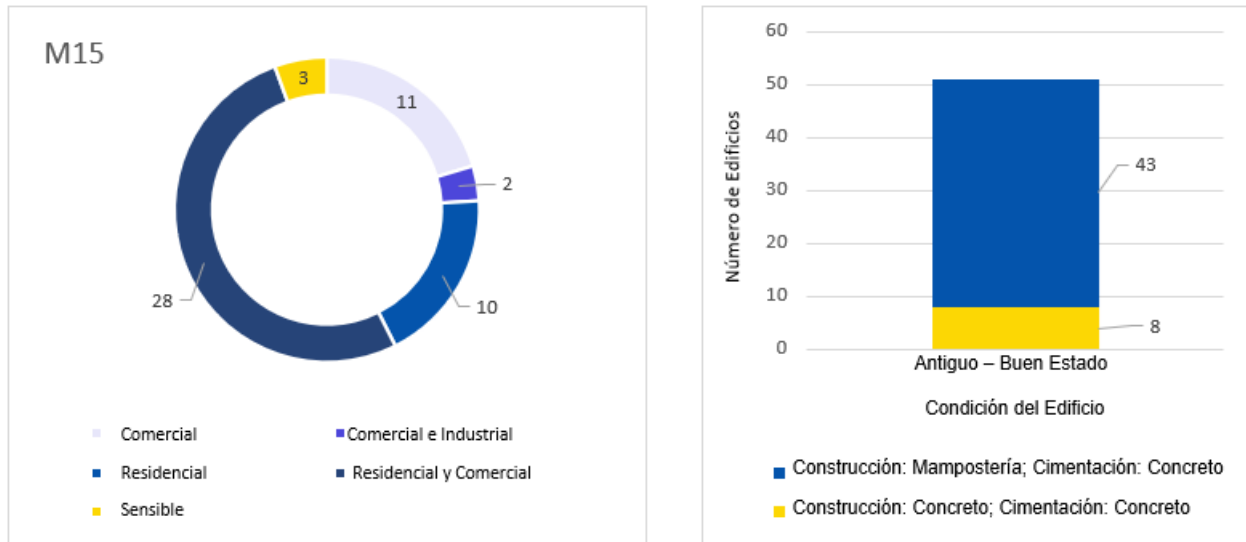


Figura 422 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M15

Fuente: WSP 2022

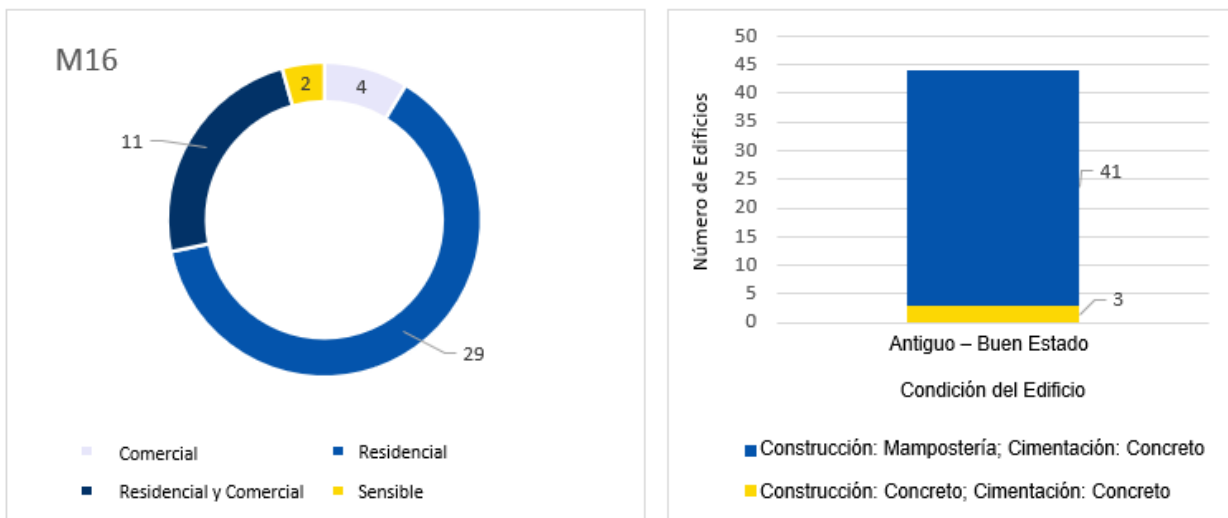


Figura 423 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M16

Fuente: WSP 2022

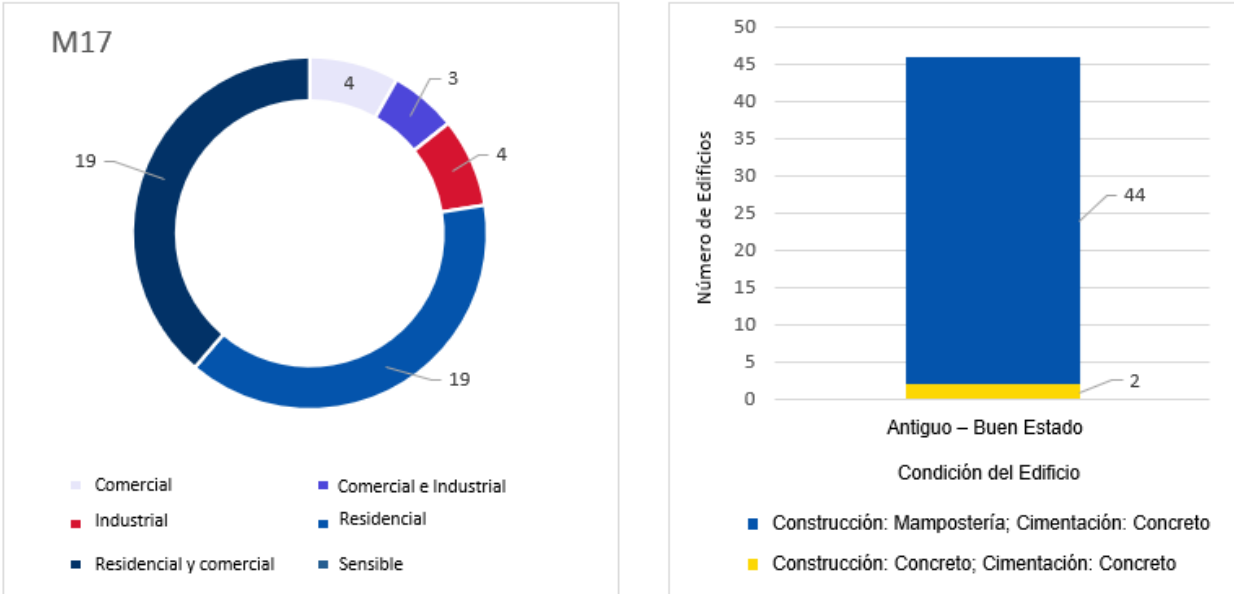


Figura 424 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M17

Fuente: WSP 2022

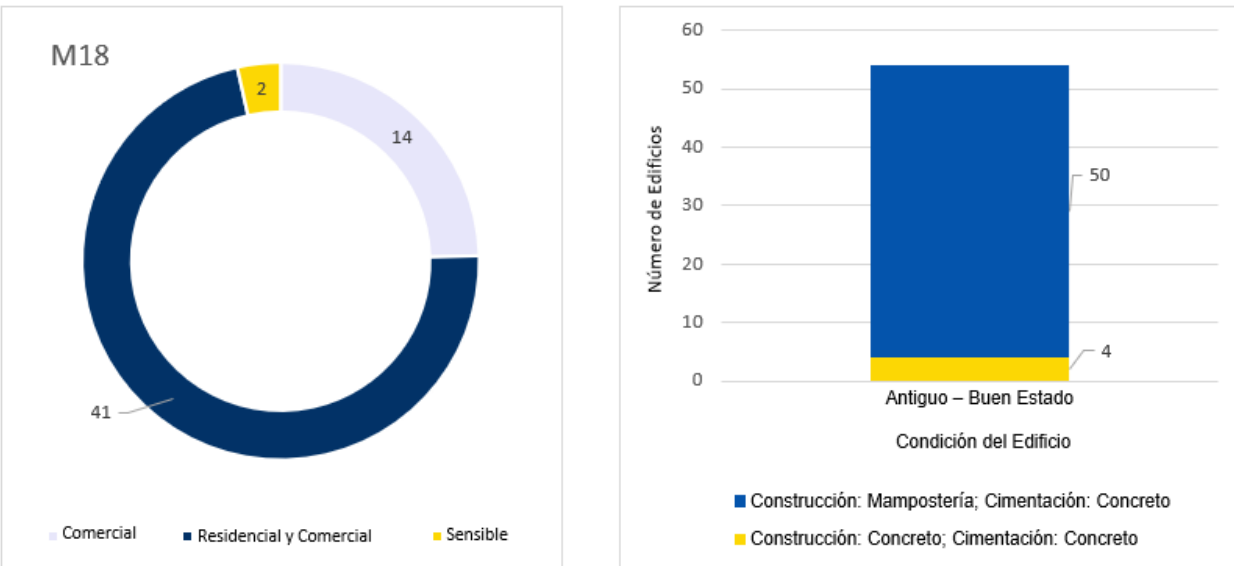


Figura 425 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M18

Fuente: WSP 2022



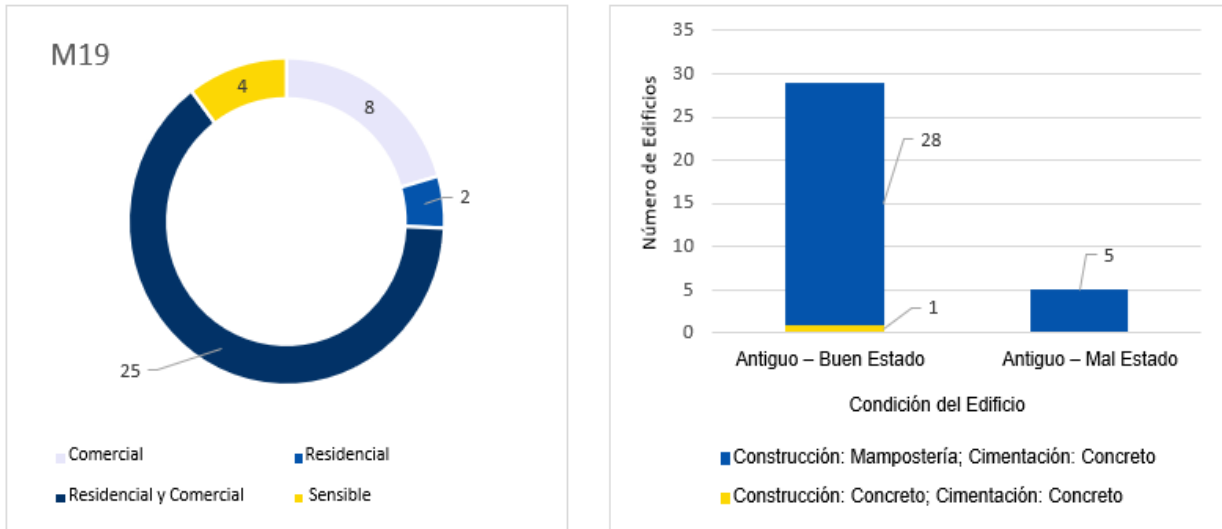


Figura 426 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M19

Fuente: WSP 2022

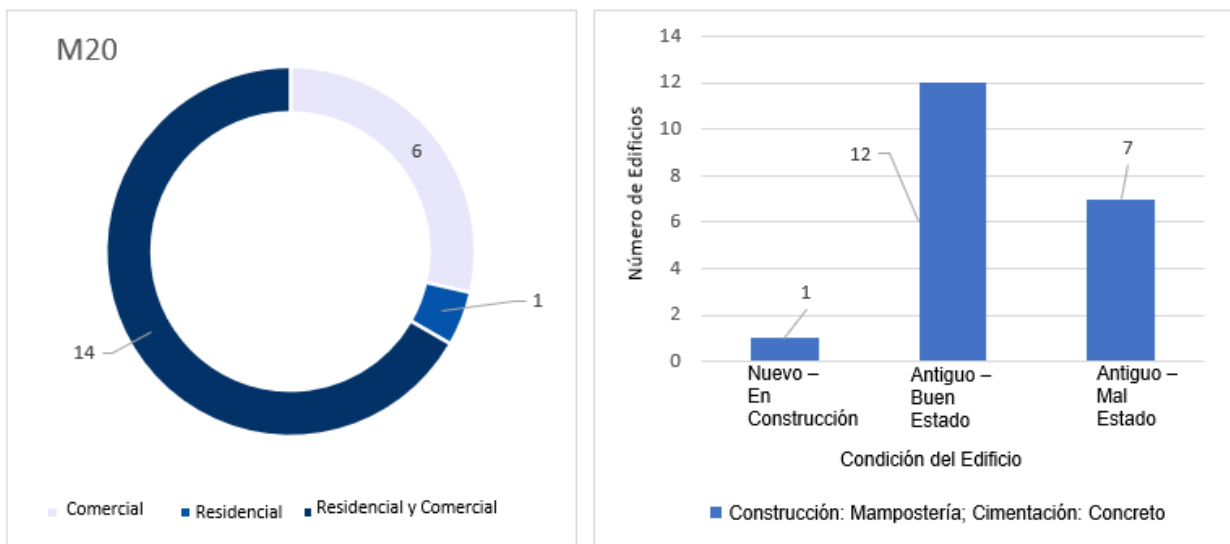


Figura 427 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M20

Fuente: WSP 2022

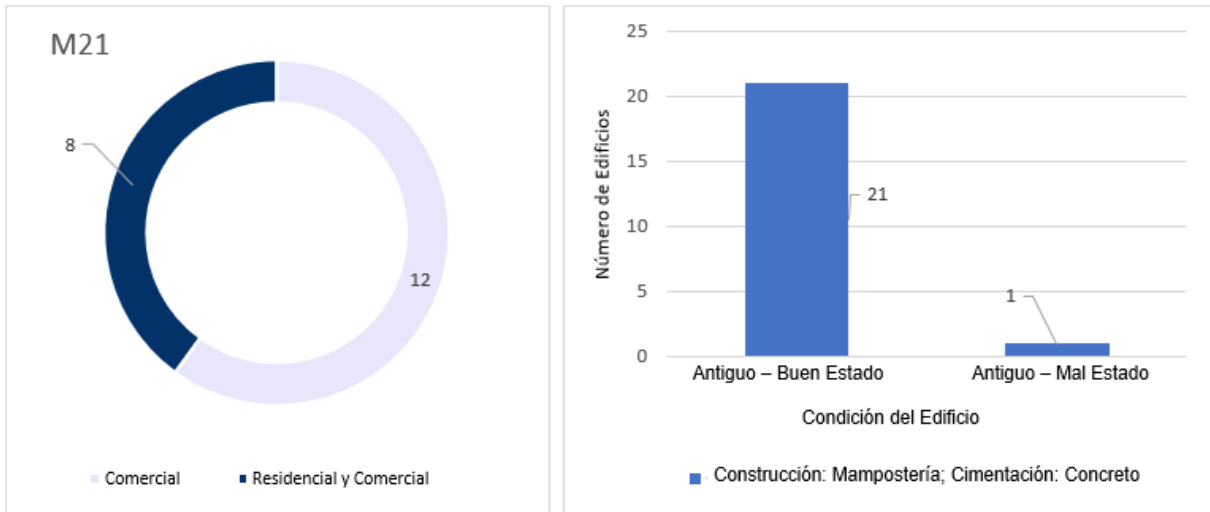


Figura 428 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M21

Fuente: WSP 2022

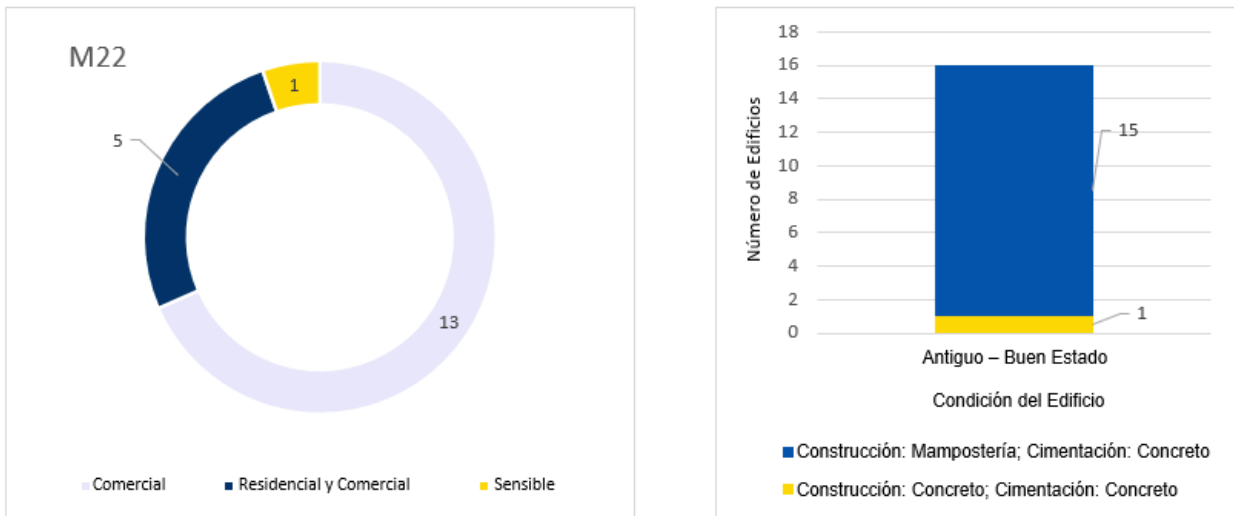


Figura 429 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M22

Fuente: WSP 2022

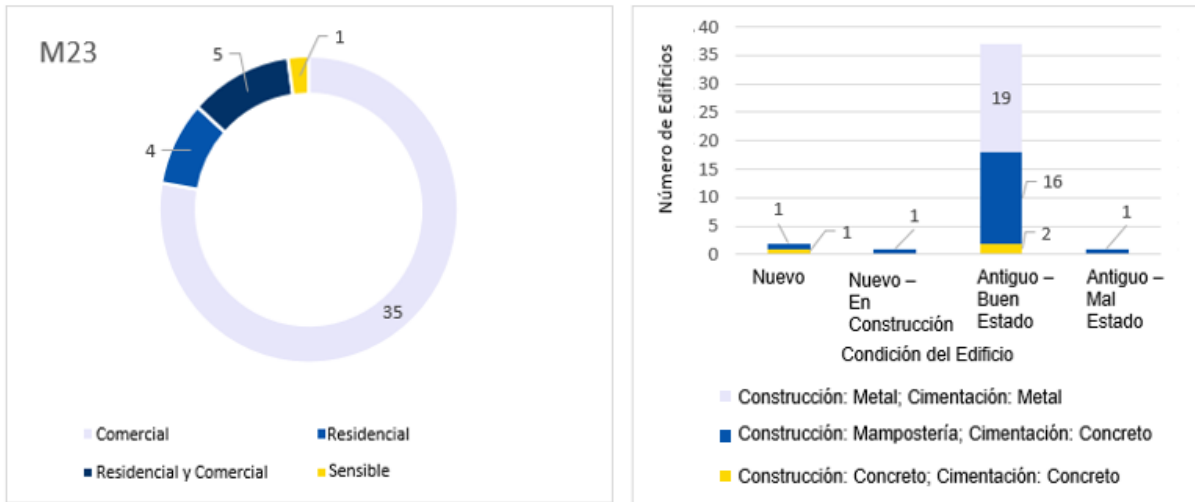


Figura 430 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M23

Fuente: WSP 2022

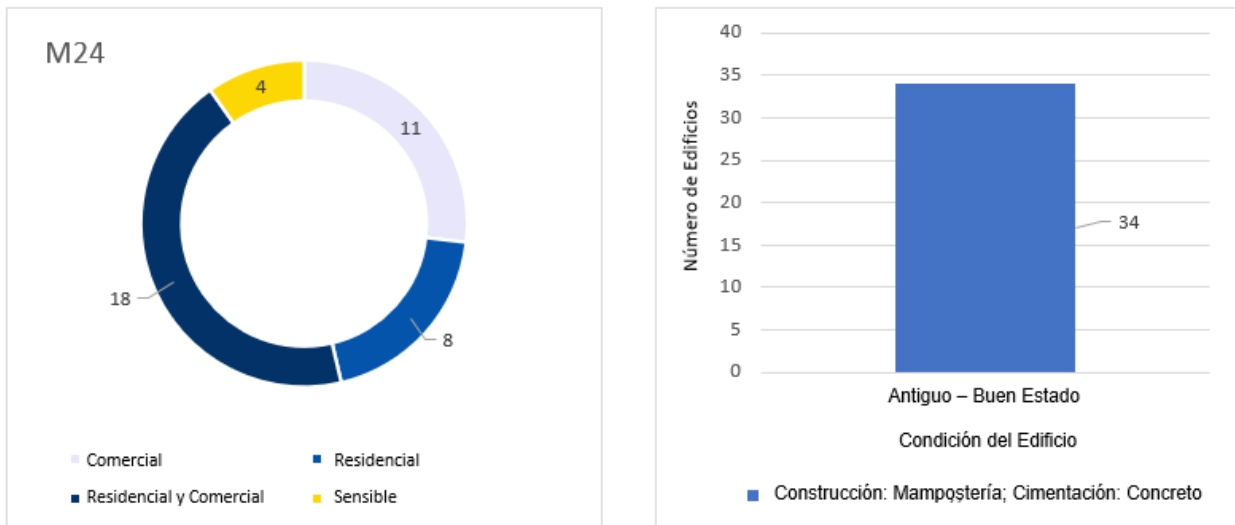


Figura 431 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M24

Fuente: WSP 2022

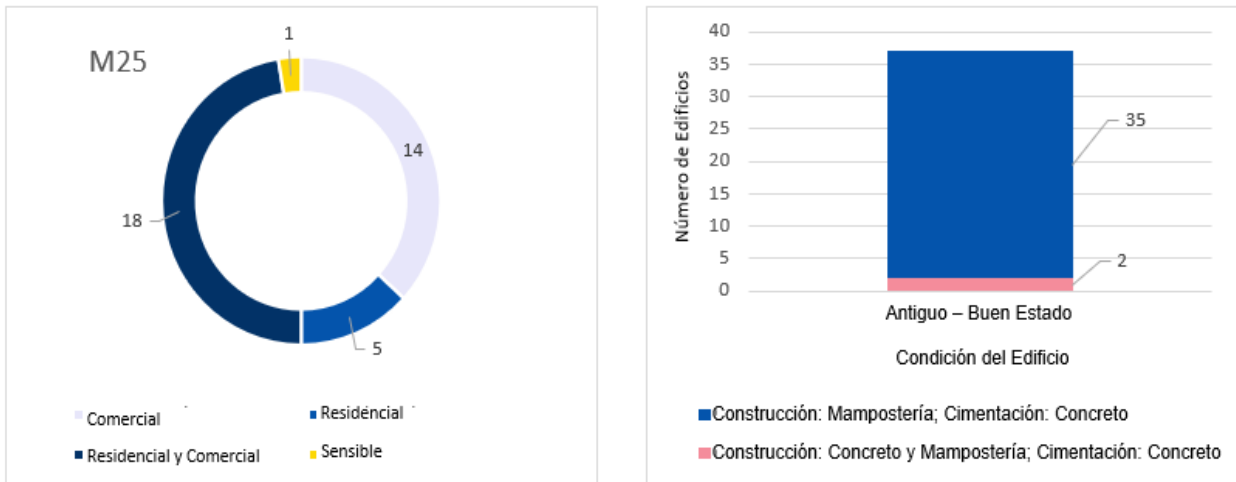


Figura 432 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M25

Fuente: WSP 2022

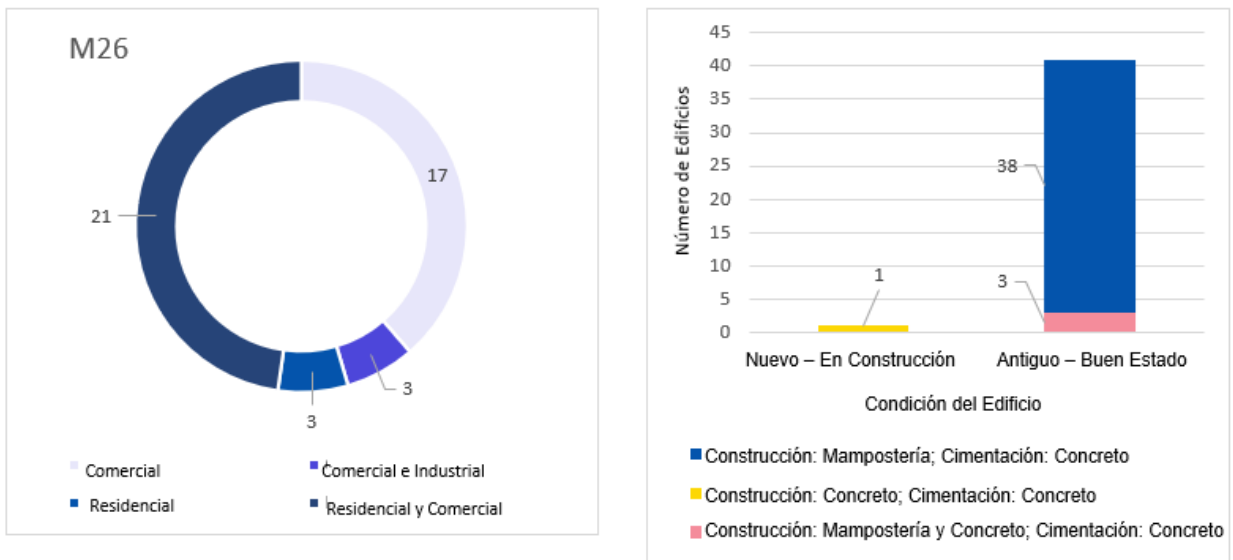


Figura 433 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M26

Fuente: WSP 2022

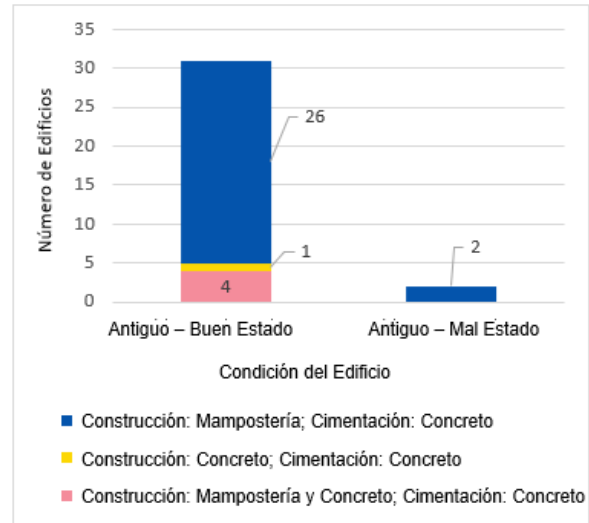
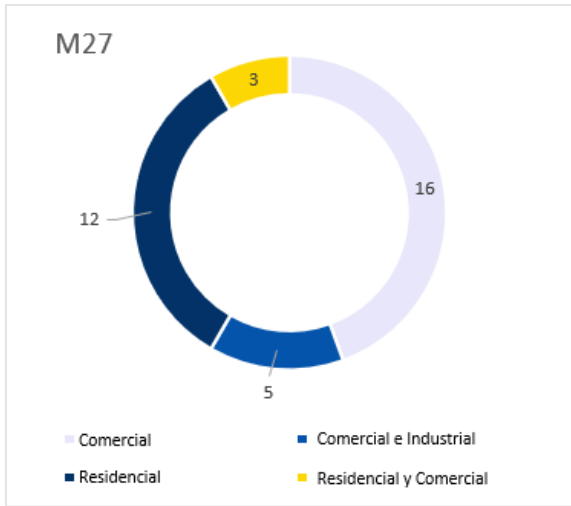


Figura 434 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M27

Fuente: WSP 2022

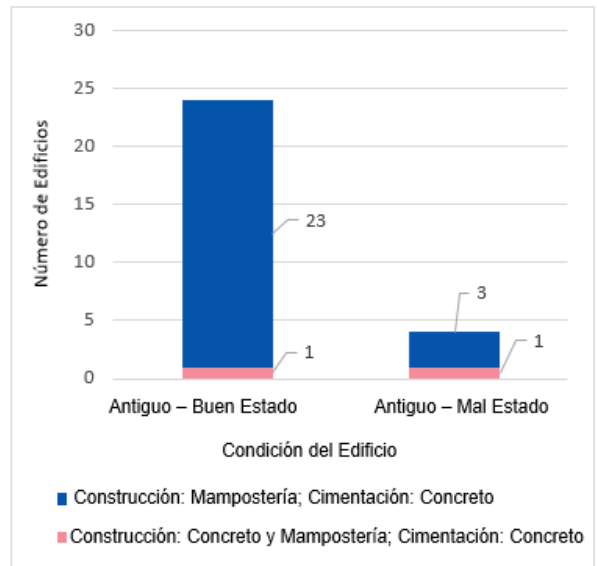
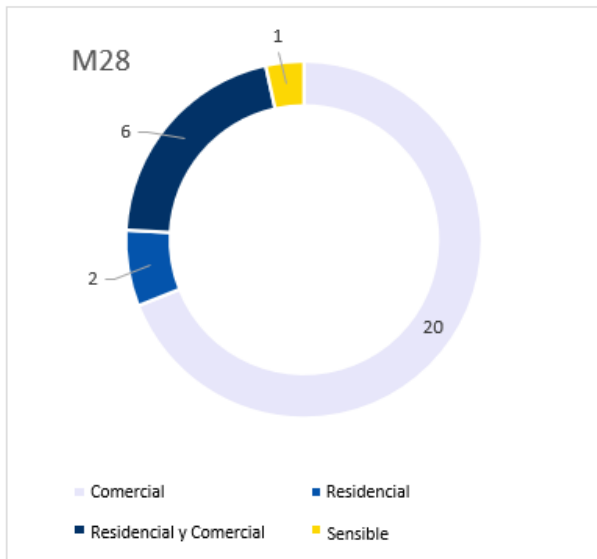


Figura 435 Cantidad Relativa de Uso y Estado del Edificio en el Punto de Medición M28

Fuente WSP 2022

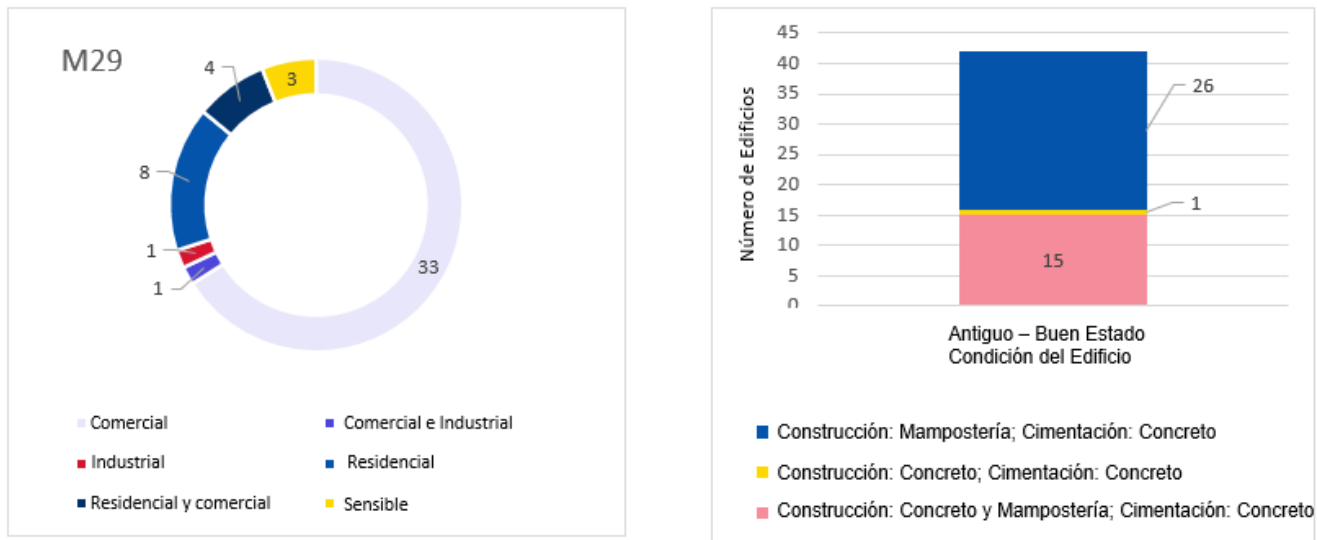


Figura 436 Cantidad Relativa de Uso y Estado del Edificio en el Punto de Medición M29

Fuente WSP 2022

El AT 15 y su Anexo 1 requieren la consideración del nivel de vibración de referencia dentro de la zona de estudio; las condiciones de referencia se establecieron en los receptores del edificio. La sensibilidad de un edificio a la vibración depende de la etapa del proyecto; en otras palabras, depende de si se está evaluando la vibración para la etapa de construcción o la etapa de operación y mantenimiento. Durante la construcción, los límites de los objetivos del AT 15 para la etapa de construcción se basan en la limitación de los daños a los edificios y, por tanto, edificios sensibles significa edificios antiguos y patrimoniales. Para la fase de operación, la sensibilidad está relacionada con los ocupantes de los edificios y, por lo tanto, la sensibilidad se refiere a los hospitales, las viviendas, etc.

En el contexto de este informe de línea base, las condiciones de línea base se establecen sin considerar la naturaleza del receptor (es decir, el edificio como receptor durante la construcción o los ocupantes como receptores durante la operación). En este informe de línea base, se considera que un receptor es cualquier edificio que utilicen las personas y en el que se perciban las vibraciones de la PLMB. Estos edificios se clasificarán además como sensibles a las vibraciones de la construcción en el protocolo de construcción o como sensibles a las vibraciones operativas, en el informe de evaluación de las vibraciones durante el funcionamiento.

Hay varios edificios dentro de la zona de estudio, entre ellos algunos experimentarán condiciones de línea base similares a las de los edificios adyacentes. Por ejemplo, un edificio de segunda o tercera línea puede tener un impacto menor de la vía que el de la primera línea. Incluso en el caso de la primera línea de edificios adyacentes a las vías, dos edificios adyacentes pueden tener una línea base similar. Por lo tanto, este informe considera los receptores representativos, que son en general los receptores más expuestos al futuro riel en la zona, como se comenta a continuación. Dado que las futuras

vibraciones se transmitirán al suelo a través de las columnas, se ha prestado más atención a los edificios cercanos a las futuras ubicaciones de las columnas.

#### *5.2.3.5.1.9 Inventario de edificaciones*

En el numeral 5.2.3.4.1.2.1 se especifica la información general sobre el inventario de edificaciones que fue utilizado durante los monitoreos, por otra parte, en el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosferico/ C\_Ruido/ Monitoreo/ ANEXOS/ L1T1-CON-AMB-IN-0012\_A09, se encuentra el inventario de edificaciones, en este se estipula la codificación de cada uno de los edificios.

#### *5.2.3.5.1.10 Inventario malla vial*

El inventario de la malla vial y las características de cada una de estas, así como los volúmenes estimados de vehículos en los distintos puntos de medición se encuentran descritos en el numeral 5.2.3.4.1.2.2.

#### *5.2.3.5.2 Modelo de predicción de vibraciones y ruidos estructurales*

Los receptores sensibles dentro de una zona de interés se tratan como los receptores de las vibraciones, es decir, el área de 80 metros se consideró como la zona de influencia de las vibraciones. Los receptores representativos se denotan mediante puntos en el modelo acústico (ruido y vibraciones), en cuya ubicación se evalúa la vibración con respecto a las directrices aplicables y, por tanto, se denominan puntos de recepción (POR). Esto incluye usos del suelo como el residencial, el comercial, el industrial, los hospitales y otros usos del suelo/edificios sensibles a las vibraciones. Los POR se seleccionaron a lo largo del corredor en los lugares de la fachada del edificio a nivel del suelo que están más expuestos al corredor ferroviario. Algunos edificios incluyen uso comercial en el nivel inferior y otros usos, incluido el uso residencial en el nivel superior (uso mixto).

Se seleccionó un total de ochocientos noventa y cinco (895) receptores a lo largo del corredor como representativos. Como se mencionó, las selecciones se basaron en las futuras ubicaciones de las columnas y su cercanía con ellas. A cada receptor se le asignó un número de identificación único en forma de XXX-YY\_POR\_B, donde:

- ▶ Los primeros 5 dígitos (XXX-YY) representan el ID de la columna.
- ▶ POR representa al receptor más cercano a la columna identificada anteriormente.
- ▶ \_B representa un receptor donde el edificio más cercano a la columna se encuentra dentro de los Límites de Intervención del proyecto previstos en el AT 4 Anexo 1 (Adición 3), y por tanto, se ha seleccionado como receptor secundario un segundo edificio que se encuentra fuera de dichos límites

Por ejemplo, S07-28\_POR (ver Figura 436) representa el POR más cercano a la columna S7-28. Algunos soportes incluyen dos columnas, la del lado derecho del riel cuando se viaja desde el Patio Taller se identifica con "R" (por ejemplo, S4-21R) y la del lado izquierdo se identifica con "L" (por ejemplo, S4-21L).

Se revisaron y verificaron los receptores más cercanos a las columnas y se asignaron los tipos de receptores de acuerdo con los grupos de viñetas (h) de la Cláusula 2.7 de TA 15 de la siguiente manera:



Figura 437 Ejemplo de identificación de receptores

Fuente: WSP 2022

- ▶ Grupo 1: Habitaciones, hoteles y otros edificios donde duermen personas
- ▶ Grupo 2: Hospital
- ▶ Grupo 3: Edificios de actividades exclusivamente diurnas y ambiente calma (instituciones educativas, iglesias, oficinas con alto nivel de confort)
- ▶ Grupo 4: Oficinas (institucional)
- ▶ Clase 5: Estudios de grabación, Estudios Televisión
- ▶ Clase 6: Salas de concierto

Además del receptor más expuesto, también se revisaron las propiedades adyacentes y, en la Tabla 215, se identificó el grupo que representa la mayoría de los tipos de receptores para cada área.

Las mediciones realizadas durante el programa de medición se consideran representativas de los receptores sensibles (es decir, los edificios) y los niveles de vibración de línea base correspondientes se proporcionan en la siguiente Tabla 215.

El criterio de diseño para la etapa de operación y mantenimiento de la PLMB, tal como se indica en el AT 15, es de 0,1 mm/s RMS para los edificios residenciales; y de 0,14 mm/s para los edificios con actividades diurnas exclusivas y un ambiente tranquilo (por ejemplo, iglesias, institutos educativos, etc.). El límite más bajo es de 0,05 mm/s RMS para los hospitales. Como se observa en la Tabla, las condiciones de línea base existentes superaban a menudo el objetivo de diseño respectivo para la operación de la futura PLMB (véase la columna de línea base, vibración RMS en el nivel máximo regular, RPL).



Tabla 215 - Niveles de vibración de línea base modelados en los PORs

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área [1]	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) [2]	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S1-1_POR	589453	513435	Grupo 1	0.10	0.37	0.067	0.011	0.087	0.026	0.008	No/No
S1-2_POR	589469	513432	Grupo 1	0.10	0.37	0.067	0.011	0.087	0.026	0.008	No/No
S1-3_POR	589502	513418	Grupo 1	0.10	0.37	0.067	0.011	0.087	0.026	0.008	No/No
S1-4_POR	589516	513412	Grupo 1	0.10	0.37	0.067	0.011	0.087	0.026	0.008	No/No
S1-5_POR	589516	513412	Grupo 1	0.10	0.37	0.067	0.011	0.087	0.026	0.008	No/No
S1-6_POR	589809	513408	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-7_POR	589829	513422	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-8_POR	589832	513424	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-9_POR	589836	513426	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-10_POR	589836	513426	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-11_POR	589869	513425	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-12_POR	589869	513425	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-13_POR	589906	513419	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S1-14_POR	589944	513414	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-15_POR	589993	513405	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-16_POR	590022	513400	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-17_POR	590061	513395	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-18_POR	590100	513390	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-19_POR	590137	513384	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-20_POR	590137	513384	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-21_POR	590257	513614	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-22_POR	590257	513614	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-23_POR	590257	513614	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-24_POR	590264	513615	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-25_POR	590278	513622	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-26_POR	590285	513625	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No
S1-27L_POR	590285	513625	Grupo 1	0.10	0.318	0.077	0.011	0.115	0.026	0.011	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S1-27R_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-28L_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-28R_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-29L_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-29R_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-30L_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-30R_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-31L_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-31R_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-32L_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-32R_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-33_POR	590458	513346	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-34_POR	590460	513345	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-35L_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S1-35R_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-36L_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-36R_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-37_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-38_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-39_POR	590744	513766	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-40_POR	590929	513664	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-41_POR	590939	513644	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-42_POR	590947	513630	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-43_POR	590960	513604	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-44_POR	590966	513593	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-45_POR	590981	513568	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-46_POR	590991	513548	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-47_POR	591005	513523	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S1-48L_POR	591011	513512	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-48R_POR	591015	513506	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-49L_POR	591029	513479	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-49R_POR	591029	513479	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-50L_POR	591040	513457	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-50R_POR	591040	513457	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-51_POR	591059	513421	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-52_POR	591069	513400	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-53_POR	591083	513373	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-54_POR	591097	513347	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-55_POR	591111	513320	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-56_POR	591129	513283	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-57_POR	591143	513255	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-58_POR	591153	513236	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S1-59_POR	591167	513210	Grupo 1	0.10	0.082	0.034	0.012	0.038	0.014	0.009	No/No
S1-60_POR	591182	513182	Grupo 1	0.10	0.269	0.101	0.011	0.158	0.02	0.008	Sí/No
S1-61_POR	591196	513155	Grupo 1	0.10	0.269	0.101	0.011	0.158	0.02	0.008	Sí/No
S1-62_POR	591218	513114	Grupo 1	0.10	0.155	0.031	0.012	0.026	0.015	0.011	No/No
E1-1L_POR	591238	513075	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-1R_POR	591238	513076	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-2R_POR	591247	513058	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-2L_POR	591247	513058	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-3L_POR	591257	513041	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-3R_POR	591257	513041	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-4L_POR	591269	513020	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-4R_POR	591269	513020	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-5L_POR	591279	512999	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-5R_POR	591279	512999	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E1-6L_POR	591292	512974	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-6R_POR	591292	512974	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-7L_POR	591292	512974	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-7R_POR	591292	512974	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-8L_POR	591304	512954	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-8R_POR	591307	512945	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-9L_POR	591309	512943	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
E1-9R_POR	591308	512943	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-1_POR	591330	512903	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-2_POR	591351	512867	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-3_POR	591365	512840	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-4_POR	591381	512809	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-5_POR	591397	512782	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-6_POR	591412	512751	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S2-7_POR	591426	512724	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-8_POR	591437	512703	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-9_POR	591375	512629	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-10_POR	591389	512603	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-11_POR	591436	512563	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-12_POR	591438	512558	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-13_POR	591453	512527	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-14_POR	591457	512516	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-15_POR	591508	512432	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-16_POR	591517	512415	Grupo 1	0.10	4.879	0.686	0.026	0.566	0.31	0.088	Sí/Sí
S2-17_POR	591529	512388	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-18_POR	591546	512357	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-19_POR	591567	512316	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-20_POR	591574	512302	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S2-21_POR	591574	512302	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-22_POR	591674	512270	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-23_POR	591689	512232	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-24_POR	591706	512201	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-25_POR	591720	512174	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-26_POR	591728	512159	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-27_POR	591749	512122	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-28_POR	591692	512048	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
S2-29_POR	591695	512044	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
S2-30_POR	591792	512038	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-31_POR	591805	512015	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-32_POR	591818	511990	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
S2-33_POR	591841	511948	Grupo 1	0.10	0.361	0.036	0.012	0.047	0.015	0.01	No/No
E2-1L_POR	591861	511910	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E2-1R_POR	591861	511910	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-2L_POR	591868	511897	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-2R_POR	591868	511897	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-3L_POR	591877	511879	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-3R_POR	591877	511879	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-4L_POR	591889	511857	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-4R_POR	591889	511857	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-5L_POR	591896	511844	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-5R_POR	591896	511844	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-6L_POR	591905	511826	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-6R_POR	591905	511826	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-7L_POR	591914	511810	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-7R_POR	591914	511810	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-8L_POR	591923	511790	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E2-8R_POR	591923	511790	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-9L_POR	591927	511782	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
E2-9R_POR	591927	511782	Grupo 1	0.10	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
S3-1_POR	591941	511755	Grupo 4	0.20	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
S3-2_POR	591952	511737	Grupo 4	0.20	0.279	0.075	0.017	0.059	0.03	0.018	No/No
S3-3_POR	591967	511707	Grupo 4	0.20	0.444	0.074	0.019	0.056	0.029	0.022	No/No
S3-4_POR	591983	511676	Grupo 4	0.20	0.444	0.074	0.019	0.056	0.029	0.022	No/No
S3-5_POR	591974	511577	Grupo 4	0.20	0.151	0.03	0.013	0.034	0.013	0.01	No/No
S3-6_POR	591984	511575	Grupo 4	0.20	0.151	0.03	0.013	0.034	0.013	0.01	No/No
S3-7L_POR	592021	511543	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-7R_POR	591993	511564	Grupo 4	0.20	0.151	0.03	0.013	0.034	0.013	0.01	No/No
S3-8L_POR	592022	511543	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-8R_POR	592023	511540	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-9_POR	592039	511517	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S3-10_POR	592046	511507	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-11_POR	592109	511495	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-12_POR	592122	511461	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-13_POR	592127	511437	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-14_POR	592140	511397	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-15_POR	592157	511358	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-16_POR	592171	511332	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-17_POR	592183	511310	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-18_POR	592197	511285	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-19_POR	592212	511258	Grupo 4	0.20	0.167	0.035	0.014	0.035	0.014	0.011	No/No
S3-20_POR	592229	511243	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-21_POR	592255	511223	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-22_POR	592282	511203	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-23_POR	592281	511156	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S3-24_POR	592298	511139	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-25_POR	592313	511119	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-26_POR	592329	511094	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-27_POR	592376	511089	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S3-28_POR	592392	511063	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-1_POR	592407	511036	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-2_POR	592420	511013	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-2_POR_B	592411	511030	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-3_POR	592435	510987	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-3_POR_B	592411	511030	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-4_POR	592443	510975	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-4_POR_B	592436	510906	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-5_POR	592458	510949	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-5_POR_B	592436	510906	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E3-6_POR	592469	510932	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-6_POR_B	592436	510906	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
E3-7_POR	592482	510909	Grupo 4	0.20	1.808	0.244	0.023	0.242	0.107	0.037	Sí/Sí
S4-1_POR	592499	510880	Grupo 4	0.20	0.69	0.218	0.035	0.2	0.076	0.037	Sí/No
S4-2_POR	592514	510856	Grupo 4	0.20	0.69	0.218	0.035	0.2	0.076	0.037	Sí/No
S4-3_POR	592501	510800	Grupo 4	0.20	0.69	0.218	0.035	0.2	0.076	0.037	Sí/No
S4-4_POR	592518	510770	Grupo 4	0.20	0.69	0.218	0.035	0.2	0.076	0.037	Sí/No
S4-5_POR	592536	510739	Grupo 4	0.20	1.028	0.067	0.027	0.121	0.027	0.022	Sí/No
S4-6_POR	592554	510709	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-7_POR	592573	510676	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-8_POR	592623	510668	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-9_POR	592607	510619	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-10_POR	592663	510601	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-11_POR	592675	510579	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S4-12_POR	592660	510531	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-13_POR	592671	510512	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-14_POR	592722	510501	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-15_POR	592737	510475	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-16_POR	592752	510448	Grupo 4	0.20	0.343	0.077	0.02	0.072	0.032	0.021	No/No
S4-17_POR	592768	510422	Grupo 4	0.20	1.511	0.25	0.016	0.189	0.088	0.048	Sí/No
S4-18_POR	592782	510397	Grupo 4	0.20	1.511	0.25	0.016	0.189	0.088	0.048	Sí/No
S4-19_POR	592765	510352	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-20_POR	592781	510325	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-21_POR	592823	510327	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-22L_POR	592838	510305	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-22R_POR	592811	510273	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-23L_POR	592867	510288	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-23R_POR	592829	510247	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S4-24_POR	592878	510250	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-24_POR_B	592883	510274	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-25_POR	592904	510241	Grupo 4	0.20	0.38	0.161	0.048	0.13	0.068	0.047	Sí/No
S4-25_POR_B	592920	510249	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-26_POR	592927	510232	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-26_POR_B	592931	510243	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-27_POR	592945	510239	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-27_POR_B	592936	510246	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-28L_POR	592976	510235	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-28L_POR_B	592997	510240	Grupo 1	0.10	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-28R_POR	592970	510232	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
S4-28R_POR_B	592982	510181	Grupo 1	0.10	0.159	0.079	0.031	0.046	0.034	0.028	No/No
S4-29L_POR	593004	510242	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
S4-29R_POR	593002	510242	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S4-30_POR	593028	510246	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
S4-30_POR_B	593039	510249	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-1_POR	593051	510250	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-2_POR	593076	510254	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-2_POR_B	593058	510251	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-3_POR	593096	510257	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-3_POR_B	593058	510251	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-4_POR	593123	510262	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-4_POR_B	593117	510310	Grupo 4	0.20	0.206	0.071	0.026	0.059	0.031	0.023	No/No
E4-5_POR	593148	510266	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-5_POR_B	593202	510276	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
E4-6_POR	593170	510270	Grupo 4	0.20	0.232	0.069	0.025	0.058	0.03	0.023	No/No
E4-6_POR_B	593202	510276	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
E4-7_POR	593202	510276	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S5-1_POR	593216	510279	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
S5-2_POR	593273	510249	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
S5-3_POR	593293	510292	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
S5-4_POR	593315	510298	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
S5-5_POR	593362	510310	Grupo 4	0.20	0.142	0.061	0.022	0.044	0.026	0.02	No/No
S5-6_POR	593400	510311	Grupo 4	0.20	0.364	0.121	0.036	0.087	0.047	0.035	No/No
S5-7_POR	593430	510316	Grupo 4	0.20	0.364	0.121	0.036	0.087	0.047	0.035	No/No
S5-8_POR	593458	510322	Grupo 4	0.20	0.364	0.121	0.036	0.087	0.047	0.035	No/No
S5-9_POR	593496	510335	Grupo 4	0.20	0.364	0.121	0.036	0.087	0.047	0.035	No/No
S5-10_POR	593524	510338	Grupo 4	0.20	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No
S5-11_POR	593534	510342	Grupo 4	0.20	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No
S5-12_POR	593593	510295	Grupo 1	0.10	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No
S5-13_POR	593631	510354	Grupo 4	0.20	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No
S5-14_POR	593638	510355	Grupo 4	0.20	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S5-15_POR	593676	510362	Grupo 4	0.20	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No
S5-16_POR	593706	510367	Grupo 4	0.20	0.755	0.235	0.063	0.184	0.094	0.068	Sí/No
S5-17_POR	593751	510374	Grupo 4	0.20	0.296	0.042	0.019	0.055	0.018	0.015	No/No
S5-18_POR	593775	510380	Grupo 4	0.20	0.296	0.042	0.019	0.055	0.018	0.015	No/No
S5-19_POR	593808	510384	Grupo 4	0.20	0.296	0.042	0.019	0.055	0.018	0.015	No/No
S5-20_POR	593844	510392	Grupo 4	0.20	0.296	0.042	0.019	0.055	0.018	0.015	No/No
S5-21_POR	593886	510360	Grupo 2	0.05	0.296	0.042	0.019	0.055	0.018	0.015	No/No
S5-22_POR	593920	510367	Grupo 2	0.05	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
S5-23_POR	593939	510370	Grupo 2	0.05	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
S5-24_POR	593985	510416	Grupo 4	0.20	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
E5-1_POR	594037	510385	Grupo 4	0.20	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
E5-1_POR_B	594015	510422	Grupo 4	0.20	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
E5-2_POR	594057	510429	Grupo 4	0.20	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
E5-2_POR_B	594015	510422	Grupo 4	0.20	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E5-3_POR	594077	510432	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-3_POR_B	594015	510422	Grupo 4	0.20	0.536	0.168	0.053	0.151	0.074	0.046	Sí/No
E5-4_POR	594102	510437	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-4_POR_B	594089	510484	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-5_POR	594126	510442	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-5_POR_B	594167	510449	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-6_POR	594148	510446	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-6_POR_B	594167	510449	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
E5-7_POR	594175	510451	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
S6-1_POR	594203	510454	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
S6-2_POR	594237	510462	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
S6-3_POR	594271	510468	Grupo 4	0.20	0.199	0.065	0.028	0.054	0.029	0.023	No/No
S6-4_POR	594313	510433	Grupo 4	0.20	0.168	0.044	0.017	0.033	0.019	0.015	No/No
S6-5_POR	594340	510481	Grupo 4	0.20	0.168	0.044	0.017	0.033	0.019	0.015	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S6-6_POR	594388	510486	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-7_POR	594407	510494	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-8_POR	594441	510503	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-9_POR	594469	510508	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-10_POR	594517	510521	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-11_POR	594542	510531	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-12_POR	594571	510539	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-13_POR	594600	510545	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-14_POR	594645	510516	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-15_POR	594673	510524	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-16_POR	594688	510569	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-17_POR	594719	510579	Grupo 4	0.20	0.391	0.048	0.02	0.047	0.021	0.017	No/No
S6-18_POR	594761	510548	Grupo 4	0.20	0.842	0.231	0.063	0.217	0.094	0.067	Sí/No
S6-19_POR	594763	510594	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S6-20_POR	594835	510563	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-21_POR	594854	510568	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-22_POR	594886	510582	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-23_POR	594907	510587	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-24_POR	594954	510602	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-25_POR	594985	510610	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-26_POR	595016	510616	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-27_POR	595044	510618	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-28_POR	595074	510615	Grupo 4	0.20	0.42	0.067	0.025	0.054	0.027	0.021	No/No
S6-29_POR	595099	510612	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-30L_POR	595126	510605	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-30L_POR_B	595153	510644	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-30R_POR	595123	510605	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-30R_POR_B	595116	510600	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S6-31L_POR	595153	510644	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-31R_POR	595142	510602	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-31R_POR_B	595124	510590	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-32_POR	595196	510591	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-32_POR_B	595199	510639	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-33_POR	595208	510594	Grupo 4	0.20	1.311	0.137	0.036	0.126	0.057	0.037	Sí/No
S6-33_POR_B	595210	510639	Grupo 4	0.20	0.312	0.074	0.025	0.086	0.03	0.022	No/No
S6-34_POR	595231	510585	Grupo 4	0.20	0.122	0.026	0.015	0.022	0.012	0.01	No/No
S6-34_POR_B	595233	510636	Grupo 4	0.20	0.312	0.074	0.025	0.086	0.03	0.022	No/No
E6-1L_POR	595254	510583	Grupo 4	0.20	0.122	0.026	0.015	0.022	0.012	0.01	No/No
E6-1L_POR_B	595261	510632	Grupo 4	0.20	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011	No/No
E6-1R_POR	595248	510569	Grupo 4	0.20	0.122	0.026	0.015	0.022	0.012	0.01	No/No
E6-1R_POR_B	595224	510523	Grupo 3	0.14	0.122	0.026	0.015	0.022	0.012	0.01	No/No
E6-2L_POR	595268	510578	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E6-2L_POR_B	595272	510630	Grupo 4	0.20	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011	No/No
E6-2R_POR	595263	510564	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-2R_POR_B	595224	510523	Grupo 3	0.14	0.122	0.026	0.015	0.022	0.012	0.01	No/No
E6-3L_POR	595287	510570	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-3L_POR_B	595297	510625	Grupo 4	0.20	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011	No/No
E6-3R_POR	595282	510556	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-3R_POR_B	595258	510499	Grupo 3	0.14	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-4L_POR	595295	510567	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-4L_POR_B	595306	510624	Grupo 4	0.20	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011	No/No
E6-4R_POR	595289	510553	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-4R_POR_B	595258	510499	Grupo 3	0.14	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-5L_POR	595315	510558	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-5L_POR_B	595332	510619	Grupo 4	0.20	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011	No/No
E6-5R_POR	595309	510544	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E6-5R_POR_B	595262	510496	Grupo 3	0.14	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-6L_POR	595329	510553	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-6L_POR_B	595341	510616	Grupo 4	0.20	0.062	0.026	0.015	0.017	0.012	0.011	No/No
E6-6R_POR	595323	510539	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-6R_POR_B	595271	510486	Grupo 3	0.14	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-7L_POR	595349	510544	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-7L_POR_B	595368	510610	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-7R_POR	595341	510530	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-7R_POR_B	595288	510471	Grupo 4	0.20	0.29	0.062	0.021	0.063	0.024	0.017	No/No
E6-8L_POR	595360	510540	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-8L_POR_B	595374	510608	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-8R_POR	595358	510534	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-8R_POR_B	595374	510608	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-9L_POR	595378	510533	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E6-9L_POR_B	595392	510603	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-9R_POR	595376	510525	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-9R_POR_B	595392	510603	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-10L_POR	595393	510527	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-10L_POR_B	595392	510603	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-10R_POR	595390	510518	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
E6-10R_POR_B	595392	510603	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-1_POR	595396	510515	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-1_POR_B	595464	510447	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-2_POR	595475	510482	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-2_POR_B	595464	510447	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-3_POR	595493	510479	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-3_POR_B	595464	510447	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-4_POR	595519	510465	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S7-4_POR_B	595488	510426	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-5L_POR	595543	510447	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-5L_POR_B	595567	510414	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-5R_POR	595542	510446	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-5R_POR_B	595567	510414	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-6L_POR	595558	510424	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-6L_POR_B	595567	510414	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-6R_POR	595558	510424	Grupo 4	0.20	0.251	0.087	0.041	0.058	0.038	0.032	No/No
S7-6R_POR_B	595567	510414	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-7_POR	595578	510399	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-8_POR	595607	510372	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-9_POR	595620	510356	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-10_POR	595640	510333	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No
S7-11_POR	595659	510310	Grupo 4	0.20	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S7-12_POR	595715	510312	Grupo 4	0.20	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016	No/No
S7-13_POR	595738	510285	Grupo 4	0.20	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016	No/No
S7-14_POR	595721	510236	Grupo 4	0.20	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016	No/No
S7-15_POR	595777	510232	Grupo 4	0.20	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016	No/No
S7-16_POR	595799	510205	Grupo 4	0.20	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016	No/No
S7-17_POR	595824	510175	Grupo 4	0.20	1.509	0.174	0.045	0.151	0.063	0.043	Sí/No
S7-18_POR	595844	510152	Grupo 4	0.20	1.509	0.174	0.045	0.151	0.063	0.043	Sí/No
S7-19_POR	595839	510098	Grupo 4	0.20	1.509	0.174	0.045	0.151	0.063	0.043	Sí/No
S7-20_POR	595893	510096	Grupo 4	0.20	0.245	0.093	0.039	0.073	0.041	0.036	No/No
S7-23_POR	595931	509990	Grupo 4	0.20	0.245	0.093	0.039	0.073	0.041	0.036	No/No
S7-24_POR	595953	509964	Grupo 4	0.20	0.245	0.093	0.039	0.073	0.041	0.036	No/No
S7-25_POR	595973	509941	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-26_POR	595993	509918	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-27_POR	596042	509922	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S7-28_POR	596039	509871	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-29_POR	596065	509844	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-30_POR	596092	509829	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-31_POR	596147	509842	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-32_POR	596163	509830	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-33_POR	596197	509811	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-34_POR	596227	509794	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-35_POR	596257	509776	Grupo 4	0.20	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011	No/No
S7-36_POR	596288	509758	Grupo 4	0.20	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-37_POR	596309	509746	Grupo 4	0.20	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-38_POR	596335	509730	Grupo 4	0.20	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-39_POR	596361	509716	Grupo 4	0.20	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-40_POR	596388	509709	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-41_POR	596424	509691	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S7-42_POR	596458	509666	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-43_POR	596472	509660	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-44_POR	596497	509645	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-45_POR	596525	509634	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-46_POR	596525	509634	Grupo 1	0.10	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02	No/No
S7-47_POR	596549	509643	Grupo 1	0.10	0.46	0.162	0.032	0.155	0.072	0.03	Sí/No
S7-48_POR	596556	509646	Grupo 1	0.10	0.46	0.162	0.032	0.155	0.072	0.03	Sí/No
S7-49_POR	596612	509438	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-1L_POR	596612	509438	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-1R_POR	596612	509438	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-2L_POR	596719	509543	Grupo 4	0.20	0.253	0.088	0.036	0.072	0.039	0.031	No/No
E7-2R_POR	596656	509446	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-2R_POR_B	596612	509438	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-3L_POR	596699	509481	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E7-3L_POR_B	596624	509429	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-3R_POR	596666	509447	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-3R_POR_B	596624	509429	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-4L_POR	596705	509475	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-4L_POR_B	596637	509416	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-4R_POR	596673	509444	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-4R_POR_B	596637	509416	Grupo 4	0.20	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021	No/No
E7-5_POR	596688	509428	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-5_POR_B	596759	509428	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-6_POR	596713	509409	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-6_POR_B	596759	509428	Grupo 3	0.14	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-7_POR	596725	509397	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
E7-7_POR_B	596759	509428	Grupo 3	0.14	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-1_POR	596742	509378	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S8-1_POR_B	596772	509413	Grupo 3	0.14	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-2_POR	596795	509382	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-2_POR_B	596766	509351	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-3_POR	596816	509361	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-3_POR_B	596785	509331	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-4_POR	596839	509336	Grupo 4	0.20	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018	No/No
S8-5_POR	596851	509325	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-6_POR	596878	509296	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-7_POR	596897	509275	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-8_POR	596917	509256	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-9_POR	596941	509233	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-10_POR	596963	509209	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-11_POR	596966	509150	Grupo 4	0.20	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029	No/No
S8-12_POR	597013	509156	Grupo 4	0.20	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031	Sí/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S8-13_POR	597008	509106	Grupo 4	0.20	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031	Sí/No
S8-14_POR	597031	509083	Grupo 4	0.20	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031	Sí/No
S8-15_POR	597090	509079	Grupo 4	0.20	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031	Sí/No
S8-16_POR	597107	509062	Grupo 4	0.20	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044	Sí/No
S8-17_POR	597136	509034	Grupo 4	0.20	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044	Sí/No
S8-18_POR	597161	509015	Grupo 4	0.20	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044	Sí/No
S8-19_POR	597189	508999	Grupo 4	0.20	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044	Sí/No
S8-20_POR	597198	508945	Grupo 4	0.20	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029	No/No
S8-21_POR	597224	508926	Grupo 4	0.20	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029	No/No
S8-22_POR	597241	508914	Grupo 4	0.20	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029	No/No
S8-23_POR	597258	508903	Grupo 4	0.20	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029	No/No
S8-24_POR	597319	508863	Grupo 4	0.20	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029	No/No
S8-25_POR	597368	508888	Grupo 4	0.20	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026	No/No
S8-26_POR	597368	508835	Grupo 4	0.20	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E8-1L_POR	597409	508859	Grupo 4	0.20	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026	No/No
E8-1R_POR	597378	508819	Grupo 4	0.20	0.211	0.092	0.028	0.075	0.04	0.027	No/No
E8-2L_POR	597410	508859	Grupo 4	0.20	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026	No/No
E8-2R_POR	597385	508808	Grupo 4	0.20	0.211	0.092	0.028	0.075	0.04	0.027	No/No
E8-3L_POR	597410	508859	Grupo 4	0.20	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026	No/No
E8-3R_POR	597391	508797	Grupo 4	0.20	0.211	0.092	0.028	0.075	0.04	0.027	No/No
E8-4L_POR	597474	508870	Grupo 4	0.20	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026	No/No
E8-4R_POR	597391	508797	Grupo 4	0.20	0.211	0.092	0.028	0.075	0.04	0.027	No/No
E8-5L_POR	597542	508810	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
E8-5R_POR	597477	508716	Grupo 3	0.14	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
E8-6L_POR	597545	508800	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
E8-6R_POR	597493	508718	Grupo 3	0.14	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
E8-7L_POR	597548	508787	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
E8-7R_POR	597548	508787	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E8-8L_POR	597556	508774	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
E8-8R_POR	597528	508717	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
S9-1_POR	597570	508760	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
S9-2_POR	597574	508699	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
S9-3_POR	597629	508721	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
S9-4_POR	597654	508706	Grupo 4	0.20	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024	No/No
S9-5_POR	597679	508689	Grupo 4	0.20	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015	Sí/No
S9-6_POR	597687	508632	Grupo 4	0.20	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015	Sí/No
S9-7_POR	597709	508619	Grupo 4	0.20	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015	Sí/No
S9-8_POR	597735	508601	Grupo 4	0.20	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018	No/No
S9-9_POR	597762	508584	Grupo 4	0.20	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018	No/No
S9-10_POR	597786	508569	Grupo 4	0.20	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018	No/No
S9-11_POR	597809	508551	Grupo 4	0.20	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018	No/No
S9-12_POR	597832	508534	Grupo 4	0.20	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S9-13_POR	597863	508508	Grupo 4	0.20	0.559	0.138	0.034	0.14	0.052	0.033	Sí/No
S9-14_POR	597926	508506	Grupo 4	0.20	0.559	0.138	0.034	0.14	0.052	0.033	Sí/No
S9-15_POR	597952	508483	Grupo 4	0.20	0.559	0.138	0.034	0.14	0.052	0.033	Sí/No
S9-16_POR	597979	508460	Grupo 4	0.20	0.559	0.138	0.034	0.14	0.052	0.033	Sí/No
S9-17_POR	598005	508437	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-18_POR	598031	508414	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-19_POR	598057	508391	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-20_POR	598084	508368	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-21_POR	598110	508344	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-22_POR	598136	508321	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-23_POR	598132	508272	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-24_POR	598181	508282	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-25_POR	598177	508232	Grupo 4	0.20	0.11	0.037	0.017	0.026	0.017	0.014	No/No
S9-26_POR	598226	508242	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S9-27_POR	598249	508222	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-28_POR	598269	508204	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-29_POR	598286	508189	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-30L_POR	598305	508180	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-30R_POR	598303	508180	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-31_POR	598331	508174	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-32_POR	598360	508169	Grupo 4	0.20	0.065	0.019	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
S9-33_POR	598389	508162	Grupo 4	0.20	1.114	0.041	0.014	0.149	0.019	0.012	Sí/No
S9-34L_POR	598417	508157	Grupo 4	0.20	1.114	0.041	0.014	0.149	0.019	0.012	Sí/No
S9-34R_POR	598420	508156	Grupo 4	0.20	1.114	0.041	0.014	0.149	0.019	0.012	Sí/No
S9-35L_POR	598441	508156	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-35L_POR_B	598441	508160	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-35R_POR	598439	508156	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-35R_POR_B	598433	508155	Grupo 4	0.20	1.114	0.041	0.014	0.149	0.019	0.012	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S9-36L_POR	598464	508163	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-36L_POR_B	598468	508165	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-36R_POR	598461	508163	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-36R_POR_B	598468	508165	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-37_POR	598484	508171	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-38L_POR	598500	508176	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-38R_POR	598500	508176	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-39L_POR	598527	508188	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
S9-39R_POR	598527	508188	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-1L_POR	598562	508205	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-1L_POR_B	598541	508197	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-1R_POR	598563	508205	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-1R_POR_B	598541	508196	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-2L_POR	598585	508216	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E9-2L_POR_B	598543	508201	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-2R_POR	598604	508169	Grupo 4	0.20	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-2R_POR_B	598587	508146	Grupo 3	0.14	0.23	0.076	0.025	0.049	0.031	0.023	No/No
E9-3L_POR	598609	508228	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-3L_POR_B	598648	508172	Grupo 1	0.10	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-3R_POR	598609	508228	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-3R_POR_B	598648	508172	Grupo 1	0.10	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-4L_POR	598636	508241	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-4L_POR_B	598663	508183	Grupo 1	0.10	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-4R_POR	598636	508241	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-4R_POR_B	598663	508183	Grupo 1	0.10	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-5L_POR	598652	508255	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-5L_POR_B	598690	508196	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-5R_POR	598652	508255	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E9-5R_POR_B	598691	508196	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-6L_POR	598718	508209	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
E9-6R_POR	598718	508209	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
S10-1_POR	598770	508311	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
S10-2_POR	598811	508333	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
S10-3_POR	598842	508339	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
S10-4L_POR	598873	508342	Grupo 4	0.20	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015	No/No
S10-4L_POR_B	598844	508343	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
S10-4R_POR	598871	508293	Grupo 4	0.20	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015	No/No
S10-4R_POR_B	598842	508339	Grupo 4	0.20	0.185	0.049	0.022	0.035	0.022	0.018	No/No
S10-5_POR	598887	508343	Grupo 4	0.20	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015	No/No
S10-5_POR_B	598908	508371	Grupo 4	0.20	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015	No/No
S10-6_POR	598945	508347	Grupo 4	0.20	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015	No/No
S10-6_POR_B	598961	508353	Grupo 4	0.20	0.078	0.037	0.016	0.025	0.018	0.015	No/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S10-7_POR	599051	508296	Grupo 4	0.20	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-7_POR_B	599016	508271	Grupo 4	0.20	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-8_POR	599062	508297	Grupo 1	0.10	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-8_POR_B	599089	508320	Grupo 1	0.10	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-9L_POR	599099	508312	Grupo 1	0.10	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-9R_POR	599074	508291	Grupo 1	0.10	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-9R_POR_B	599099	508312	Grupo 1	0.10	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-10_POR	599121	508296	Grupo 1	0.10	0.379	0.122	0.03	0.077	0.047	0.035	No/No
S10-11_POR	599152	508271	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-11_POR_B	599134	508250	Grupo 1	0.10	0.027	0.015	0.01	0.008	0.007	0.006	No/No
S10-12_POR	599159	508230	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-12_POR_B	599179	508254	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-13_POR	599208	508228	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-13_POR_B	599203	508235	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S10-14_POR	599229	508211	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-14_POR_B	599231	508214	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-15_POR	599251	508194	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-15_POR_B	599252	508196	Grupo 1	0.10	0.262	0.04	0.017	0.029	0.018	0.013	No/No
S10-16_POR	599278	508172	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-16_POR_B	599280	508175	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-17_POR	599306	508150	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-17_POR_B	599307	508153	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-18_POR	599337	508126	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-18_POR_B	599315	508105	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-19_POR	599358	508109	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-19_POR_B	599357	508114	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-20_POR	599380	508092	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No
S10-20_POR_B	599382	508094	Grupo 1	0.10	0.221	0.066	0.021	0.05	0.025	0.02	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S10-21_POR	599421	508060	Grupo 1	0.10	1.368	0.397	0.092	0.399	0.152	0.092	Sí/Sí
S10-21_POR_B	599419	508065	Grupo 1	0.10	1.368	0.397	0.092	0.399	0.152	0.092	Sí/Sí
S10-22_POR	599451	508037	Grupo 1	0.10	1.368	0.397	0.092	0.399	0.152	0.092	Sí/Sí
S10-22_POR_B	599453	508039	Grupo 1	0.10	1.368	0.397	0.092	0.399	0.152	0.092	Sí/Sí
S10-23_POR	599479	508015	Grupo 1	0.10	0.088	0.028	0.012	0.026	0.012	0.009	No/No
S10-23_POR_B	599473	508024	Grupo 1	0.10	0.088	0.028	0.012	0.026	0.012	0.009	No/No
S10-24_POR	599499	507999	Grupo 1	0.10	0.088	0.028	0.012	0.026	0.012	0.009	No/No
S10-24_POR_B	599514	508018	Grupo 1	0.10	0.503	0.099	0.026	0.09	0.04	0.026	No/No
S10-25_POR	599521	507985	Grupo 1	0.10	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-25_POR_B	599534	508002	Grupo 1	0.10	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-26_POR	599559	507982	Grupo 1	0.10	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-26_POR_B	599564	507989	Grupo 1	0.10	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-27L_POR	599578	507967	Grupo 4	0.20	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-27L_POR_B	599584	507973	Grupo 4	0.20	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S10-27R_POR	599574	507930	Grupo 4	0.20	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-28L_POR	599612	507965	Grupo 4	0.20	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-28R_POR	599602	507934	Grupo 4	0.20	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-29_POR	599626	507964	Grupo 4	0.20	0.047	0.021	0.011	0.016	0.01	0.008	No/No
S10-30_POR	599659	507933	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-31_POR	599702	507932	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-32_POR	599728	507933	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-33_POR	599753	507933	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-34_POR	599779	507934	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-35_POR	599812	507974	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-36_POR	599831	507970	Grupo 4	0.20	0.292	0.033	0.012	0.045	0.013	0.011	No/No
S10-37_POR	599877	507937	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
S10-38_POR	599905	507936	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
S10-39_POR	599934	507933	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S10-40_POR	599958	507927	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
S10-41_POR	600002	507953	Grupo 3	0.14	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
S10-42_POR	600026	507912	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
S10-43_POR	600054	507902	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
E10-1_POR	600090	507892	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
E10-2_POR	600111	507885	Grupo 4	0.20	0.077	0.026	0.011	0.018	0.011	0.009	No/No
E10-2_POR_B	600090	507892	Grupo 4	0.20	0.231	0.041	0.013	0.038	0.017	0.011	No/No
E10-3_POR	600138	507877	Grupo 4	0.20	0.077	0.026	0.011	0.018	0.011	0.009	No/No
E10-3_POR_B	600103	507922	Grupo 4	0.20	0.077	0.026	0.011	0.018	0.011	0.009	No/No
E10-4_POR	600161	507870	Grupo 4	0.20	0.077	0.026	0.011	0.018	0.011	0.009	No/No
E10-4_POR_B	600160	507831	Grupo 4	0.20	0.074	0.021	0.011	0.014	0.009	0.008	No/No
E10-5_POR	600185	507862	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
E10-5_POR_B	600229	507883	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
E10-6_POR	600204	507857	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E10-6_POR_B	600231	507878	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
E10-7_POR	600239	507875	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-1_POR	600261	507872	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-2_POR	600295	507827	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-3_POR	600335	507847	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-4_POR	600363	507838	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-5_POR	600385	507804	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-6_POR	600422	507824	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-7_POR	600450	507816	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-8_POR	600478	507780	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-9_POR	600511	507772	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-10_POR	600551	507789	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-11_POR	600586	507781	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No
S11-12_POR	600619	507774	Grupo 4	0.20	0.264	0.051	0.024	0.043	0.022	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S11-13_POR	600651	507764	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-14_POR	600678	507726	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-15_POR	600721	507745	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-16_POR	600747	507707	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-17_POR	600789	507723	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-18L_POR	600807	507689	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-18L_POR_B	600817	507712	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-18R_POR	600807	507689	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-18R_POR_B	600817	507712	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-19L_POR	600826	507675	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-19L_POR_B	600821	507712	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-19R_POR	600826	507675	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-19R_POR_B	600820	507711	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-20_POR	600860	507670	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S11-20_POR_B	600874	507697	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-21_POR	600882	507660	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-21_POR_B	600895	507690	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-22_POR	600905	507649	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-22_POR_B	600908	507621	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-23_POR	600914	507644	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-23_POR_B	600916	507622	Grupo 4	0.20	0.329	0.123	0.036	0.106	0.053	0.036	Sí/No
S11-24_POR	600951	507630	Grupo 4	0.20	1.87	0.182	0.038	0.215	0.081	0.047	Sí/No
S11-24_POR_B	600945	507673	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-25_POR	600965	507623	Grupo 4	0.20	1.87	0.182	0.038	0.215	0.081	0.047	Sí/No
S11-25_POR_B	600996	507664	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-26_POR	601023	507657	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-27_POR	601035	507656	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-28_POR	601041	507661	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S11-29L_POR	601065	507676	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-29R_POR	601105	507630	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-30L_POR	601074	507686	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-30R_POR	601125	507655	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-31_POR	601149	507682	Grupo 4	0.20	0.168	0.069	0.027	0.042	0.031	0.025	No/No
S11-32_POR	601164	507701	Grupo 4	0.20	0.117	0.039	0.016	0.026	0.018	0.014	No/No
S11-33_POR	601184	507726	Grupo 4	0.20	0.117	0.039	0.016	0.026	0.018	0.014	No/No
S11-34_POR	601162	507767	Grupo 2	0.05	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
S11-35_POR	601224	507771	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
S11-36_POR	601240	507789	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-1_POR	601228	507836	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-1_POR_B	601255	507804	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-2_POR	601247	507859	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-2_POR_B	601263	507809	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E11-3L_POR	601266	507883	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-3L_POR_B	601235	507916	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-3R_POR	601299	507855	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-3R_POR_B	601335	507902	Grupo 4	0.20	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018	No/No
E11-4L_POR	601285	507905	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-4L_POR_B	601335	507903	Grupo 4	0.20	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018	No/No
E11-4R_POR	601285	507905	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-4R_POR_B	601335	507903	Grupo 4	0.20	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018	No/No
E11-5L_POR	601305	507931	Grupo 4	0.20	14.08	0.539	0.109	1.116	0.226	0.155	Sí/Sí
E11-5L_POR_B	601335	507905	Grupo 4	0.20	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018	No/No
E11-5R_POR	601335	507905	Grupo 4	0.20	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018	No/No
E11-6L_POR	601323	507952	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
E11-6L_POR_B	601331	507961	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
E11-6R_POR	601354	507927	Grupo 4	0.20	0.237	0.053	0.019	0.054	0.024	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S12-1L_POR	601341	507972	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
S12-1R_POR	601341	507972	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
S12-2L_POR	601352	507997	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
S12-2R_POR	601364	508010	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
S12-3_POR	601368	508019	Grupo 4	0.20	0.29	0.071	0.025	0.064	0.031	0.022	No/No
S12-4_POR	601394	508044	Grupo 4	0.20	0.407	0.124	0.038	0.093	0.055	0.043	No/No
S12-5_POR	601414	508067	Grupo 4	0.20	0.407	0.124	0.038	0.093	0.055	0.043	No/No
S12-6_POR	601461	508066	Grupo 4	0.20	0.407	0.124	0.038	0.093	0.055	0.043	No/No
S12-7_POR	601479	508090	Grupo 4	0.20	1.0583	0.191	0.039	0.998	0.077	0.049	Sí/No
S12-8_POR	601469	508148	Grupo 4	0.20	1.0583	0.191	0.039	0.998	0.077	0.049	Sí/No
S12-9_POR	601469	508163	Grupo 4	0.20	1.0583	0.191	0.039	0.998	0.077	0.049	Sí/No
S12-10_POR	601544	508248	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-11L_POR	601548	508253	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-11R_POR	601548	508253	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S12-12L_POR	601571	508280	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-12R_POR	601571	508279	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-13L_POR	601591	508308	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-13R_POR	601634	508274	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-14L_POR	601618	508336	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-14R_POR	601618	508336	Grupo 4	0.20	0.259	0.089	0.03	0.063	0.041	0.03	No/No
S12-15_POR	601635	508355	Grupo 4	0.20	0.218	0.028	0.013	0.034	0.013	0.011	No/No
S12-16_POR	601662	508386	Grupo 4	0.20	0.218	0.028	0.013	0.034	0.013	0.011	No/No
S12-17_POR	601684	508414	Grupo 4	0.20	0.218	0.028	0.013	0.034	0.013	0.011	No/No
S12-18_POR	601705	508444	Grupo 4	0.20	0.218	0.028	0.013	0.034	0.013	0.011	No/No
S12-19_POR	601715	508454	Grupo 4	0.20	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074	Sí/Sí
S12-20_POR	601733	508505	Grupo 4	0.20	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074	Sí/Sí
S12-21_POR	601774	508545	Grupo 4	0.20	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074	Sí/Sí
S12-22_POR	601782	508556	Grupo 4	0.20	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S12-23_POR	601805	508589	Grupo 4	0.20	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074	Sí/Sí
S12-24_POR	601825	508617	Grupo 4	0.20	0.411	0.212	0.065	0.162	0.104	0.074	Sí/Sí
S12-25_POR	601840	508639	Grupo 4	0.20	0.964	0.337	0.052	0.289	0.116	0.084	Sí/Sí
S12-26_POR	601840	508644	Grupo 4	0.20	0.964	0.337	0.052	0.289	0.116	0.084	Sí/Sí
S12-27_POR	601931	508657	Grupo 4	0.20	0.964	0.337	0.052	0.289	0.116	0.084	Sí/Sí
S12-28_POR	601921	508758	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
S12-28_POR_B	601959	508692	Grupo 4	0.20	0.964	0.337	0.052	0.289	0.116	0.084	Sí/Sí
E12-1_POR	601933	508769	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-1_POR_B	601980	508768	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-2L_POR	601951	508794	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-2L_POR_B	601982	508772	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-2R_POR	601982	508771	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-3L_POR	601971	508822	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-3L_POR_B	602002	508800	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E12-3R_POR	602002	508800	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-4L_POR	601992	508851	Grupo 4	0.20	0.296	0.131	0.034	0.076	0.053	0.041	No/No
E12-4R_POR	602025	508827	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-5L_POR	602009	508874	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-5L_POR_B	602042	508851	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-5R_POR	602042	508851	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-6L_POR	602021	508891	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-6L_POR_B	602051	508863	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-6R_POR	602055	508869	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
E12-6R_POR_B	602051	508863	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-1_POR	602034	508909	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-1_POR_B	602057	508863	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-2_POR	602065	508949	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-3L_POR	602092	508988	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S13-3R_POR	602122	508962	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-4L_POR	602108	509008	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-4R_POR	602144	508996	Grupo 3	0.14	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-5L_POR	602125	509034	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-5R_POR	602156	509012	Grupo 3	0.14	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-6L_POR	602142	509058	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-6R_POR	602171	509032	Grupo 3	0.14	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-7_POR	602162	509087	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-8_POR	602182	509116	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-9_POR	602231	509118	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-10_POR	602246	509139	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-11L_POR	602231	509185	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-11R_POR	602260	509160	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-12L_POR	602254	509217	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S13-12R_POR	602275	509181	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-13L_POR	602274	509244	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-13R_POR	602304	509219	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-14L_POR	602293	509270	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-14R_POR	602324	509248	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-15L_POR	602308	509290	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-15R_POR	602348	509281	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-16L_POR	602333	509328	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-16R_POR	602366	509306	Grupo 4	0.20	0.417	0.073	0.016	0.095	0.026	0.018	No/No
S13-17L_POR	602353	509356	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-17R_POR	602385	509333	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-18L_POR	602373	509385	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-18R_POR	602405	509362	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-19L_POR	602393	509414	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S13-19R_POR	602425	509391	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-20_POR	602445	509420	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-21_POR	602434	509469	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-22_POR	602492	509490	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-23_POR	602508	509518	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-24_POR	602524	509549	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-25_POR	602542	509580	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-26_POR	602523	509629	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-27_POR	602573	509641	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-28_POR	602588	509670	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-29_POR	602601	509702	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-30_POR	602618	509734	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-31_POR	602635	509764	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-32_POR	602653	509799	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S13-33_POR	602665	509823	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-34_POR	602677	509847	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
S13-35_POR	602696	509887	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-1_POR	602684	509944	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-1_POR_B	602666	509912	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-2_POR	602694	509968	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-2_POR_B	602666	509912	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-3_POR	602705	509987	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-3_POR_B	602658	510031	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
E13-4_POR	602716	510010	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-4_POR_B	602669	510043	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
E13-5_POR	602716	510010	Grupo 4	0.20	5.024	0.1	0.034	0.387	0.048	0.035	Sí/No
E13-5_POR_B	602690	510069	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
E13-6_POR	602716	510062	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E13-6_POR_B	602699	510079	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
E13-7_POR	602716	510062	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
E13-7_POR_B	602699	510079	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
S14-1_POR	602716	510062	Grupo 4	0.20	0.148	0.022	0.011	0.024	0.01	0.008	No/No
S14-1_POR_B	602832	510114	Grupo 4	0.20	0.617	0.252	0.03	0.151	0.09	0.051	Sí/No
S14-2_POR	602832	510114	Grupo 4	0.20	0.617	0.252	0.03	0.151	0.09	0.051	Sí/No
S14-3_POR	602836	510155	Grupo 4	0.20	0.617	0.252	0.03	0.151	0.09	0.051	Sí/No
S14-4_POR	602856	510287	Grupo 4	0.20	0.749	0.24	0.026	0.171	0.091	0.053	Sí/No
S14-5L_POR	602877	510325	Grupo 4	0.20	0.749	0.24	0.026	0.171	0.091	0.053	Sí/No
S14-5R_POR	602908	510297	Grupo 4	0.20	0.749	0.24	0.026	0.171	0.091	0.053	Sí/No
S14-6L_POR	602884	510338	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-6R_POR	602924	510328	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-7L_POR	602900	510369	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-7R_POR	602936	510350	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S14-8L_POR	602911	510391	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-8R_POR	602947	510372	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-9L_POR	602928	510433	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-9R_POR	602961	510397	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-10_POR	602934	510446	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-11_POR	602959	510490	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-12_POR	602973	510516	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-13_POR	602988	510547	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-14_POR	603002	510580	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-15_POR	603067	510584	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-16_POR	603038	510645	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-17_POR	603052	510672	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-18_POR	603071	510705	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-19_POR	603087	510734	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S14-20_POR	603105	510763	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-21_POR	603123	510793	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-22_POR	603175	510813	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-23_POR	603183	510831	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-24_POR	603196	510865	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-25_POR	603166	510909	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-26_POR	603216	510929	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-27_POR	603225	510960	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-28_POR	603193	511011	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-29_POR	603239	511046	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-30_POR	603245	511073	Grupo 4	0.20	0.397	0.183	0.052	0.127	0.081	0.06	Sí/No
S14-31L_POR	603208	511115	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-31R_POR	603255	511107	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-32L_POR	603219	511155	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S14-32R_POR	603261	511136	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-33L_POR	603221	511184	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-33R_POR	603269	511176	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-34L_POR	603227	511215	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-34R_POR	603272	511210	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-35L_POR	603230	511256	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-35R_POR	603279	511245	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-36L_POR	603242	511283	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-36R_POR	603284	511270	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-37_POR	603292	511303	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-38_POR	603300	511337	Grupo 3	0.14	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-39_POR	603303	511369	Grupo 3	0.14	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-40_POR	603305	511395	Grupo 3	0.14	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-41_POR	603312	511432	Grupo 3	0.14	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S14-42_POR	603319	511467	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-43_POR	603324	511495	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-44_POR	603330	511536	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-45_POR	603295	511590	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-46_POR	603344	511617	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-47_POR	603307	511654	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-48_POR	603311	511683	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-49_POR	603366	511724	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-50_POR	603327	511751	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-51_POR	603329	511768	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-52_POR	603332	511792	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
S14-53_POR	603338	511819	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No
E14-1_POR	603388	511851	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-1_POR_B	603346	511880	Grupo 4	0.20	0.102	0.049	0.022	0.039	0.023	0.019	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E14-2L_POR	603348	511889	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-2R_POR	603391	511881	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-2R_POR_B	603348	511889	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-3L_POR	603354	511922	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-3L_POR_B	603349	511896	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-3R_POR	603401	511909	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-3R_POR_B	603349	511896	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-4L_POR	603363	511949	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-4L_POR_B	603324	511939	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-4R_POR	603403	511937	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-4R_POR_B	603436	511935	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-5L_POR	603368	511977	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-5L_POR_B	603442	511966	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-5R_POR	603368	511977	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E14-5R_POR_B	603442	511966	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-6L_POR	603371	512006	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-6L_POR_B	603420	512025	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
E14-6R_POR	603371	512006	Grupo 4	0.20	0.94	0.166	0.073	0.146	0.078	0.067	Sí/No
E14-6R_POR_B	603420	512025	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-1L_POR	603419	512029	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-1R_POR	603419	512029	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-2L_POR	603423	512055	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-2R_POR	603423	512055	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-3_POR	603433	512092	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-4_POR	603437	512131	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-5_POR	603401	512164	Grupo 4	0.20	1.334	0.408	0.108	0.349	0.172	0.12	Sí/Sí
S15-6_POR	603448	512186	Grupo 4	0.20	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-7_POR	603413	512232	Grupo 3	0.14	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S15-8_POR	603416	512258	Grupo 3	0.14	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-9_POR	603464	512277	Grupo 3	0.14	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-10_POR	603426	512316	Grupo 3	0.14	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-11_POR	603475	512355	Grupo 4	0.20	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-12_POR	603478	512366	Grupo 4	0.20	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-13_POR	603441	512410	Grupo 4	0.20	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-14_POR	603495	512438	Grupo 4	0.20	0.569	0.256	0.079	0.208	0.123	0.088	Sí/Sí
S15-15_POR	603453	512475	Grupo 4	0.20	0.39	0.083	0.025	0.132	0.036	0.025	Sí/No
S15-16_POR	603457	512509	Grupo 4	0.20	0.39	0.083	0.025	0.132	0.036	0.025	Sí/No
S15-17_POR	603463	512534	Grupo 4	0.20	0.39	0.083	0.025	0.132	0.036	0.025	Sí/No
S15-18_POR	603517	512565	Grupo 4	0.20	0.196	0.072	0.022	0.069	0.03	0.021	No/No
S15-19_POR	603519	512602	Grupo 4	0.20	0.196	0.072	0.022	0.069	0.03	0.021	No/No
S15-20_POR	603526	512624	Grupo 4	0.20	0.196	0.072	0.022	0.069	0.03	0.021	No/No
S15-21L_POR	603486	512666	Grupo 4	0.20	0.39	0.083	0.025	0.132	0.036	0.025	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S15-21R_POR	603532	512659	Grupo 4	0.20	0.196	0.072	0.022	0.069	0.03	0.021	No/No
S15-22L_POR	603492	512701	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-22R_POR	603537	512692	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-23L_POR	603498	512735	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-23R_POR	603541	512727	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-24L_POR	603506	512775	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-24R_POR	603546	512755	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-25L_POR	603510	512804	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-25R_POR	603556	512791	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-26L_POR	603516	512830	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-26R_POR	603561	512829	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-27L_POR	603525	512871	Grupo 4	0.20	1.473	0.505	0.119	0.337	0.214	0.156	Sí/Sí
S15-27R_POR	603564	512875	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-28L_POR	603531	512901	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S15-28R_POR	603568	512900	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-29L_POR	603574	512935	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-29R_POR	603574	512935	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-30_POR	603579	512964	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-31_POR	603592	512997	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-32_POR	603551	513040	Grupo 4	0.20	0.4	0.247	0.103	0.179	0.13	0.104	Sí/Sí
S15-33_POR	603557	513074	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-34_POR	603610	513096	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-35_POR	603568	513144	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-36_POR	603622	513171	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-37_POR	603627	513205	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-38_POR	603629	513241	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-39_POR	603636	513275	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-40_POR	603642	513308	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S15-41_POR	603647	513343	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-42_POR	603651	513373	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-43_POR	603658	513407	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-44_POR	603665	513441	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-45_POR	603671	513475	Grupo 4	0.20	0.787	0.405	0.136	0.323	0.188	0.148	Sí/Sí
S15-46_POR	603678	513509	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-47_POR	603685	513544	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-48_POR	603691	513579	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-49_POR	603696	513608	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-50_POR	603663	513650	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-51_POR	603669	513684	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-52_POR	603676	513717	Grupo 4	0.20	0.198	0.041	0.012	0.072	0.015	0.01	No/No
S15-53_POR	603720	513739	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
S15-54L_POR	603725	513769	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S15-54R_POR	603725	513769	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
S15-55L_POR	603730	513801	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
S15-55R_POR	603730	513801	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-1L_POR	603695	513846	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-1L_POR_B	603735	513827	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-1R_POR	603735	513827	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-2L_POR	603699	513865	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-2L_POR_B	603704	513896	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-2R_POR	603741	513857	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-2R_POR_B	603735	513827	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-3L_POR	603704	513896	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-3R_POR	603745	513887	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-3R_POR_B	603704	513896	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-4L_POR	603713	513923	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E15-4L_POR_B	603708	513924	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-4R_POR	603752	513916	Grupo 4	0.20	0.359	0.053	0.016	0.053	0.025	0.014	No/No
E15-4R_POR_B	603708	513924	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-5L_POR	603715	513953	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-5L_POR_B	603715	513959	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-5R_POR	603714	513953	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-5R_POR_B	603715	513959	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
E15-6_POR	603719	513983	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
S16-1_POR	603769	514010	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
S16-2_POR	603774	514044	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
S16-3_POR	603779	514077	Grupo 4	0.20	0.42	0.245	0.066	0.159	0.11	0.077	Sí/Sí
S16-4_POR	603786	514113	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-5_POR	603792	514147	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-6_POR	603798	514177	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S16-7_POR	603768	514223	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-8L_POR	603776	514249	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-8R_POR	603814	514250	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-9L_POR	603781	514295	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-9R_POR	603820	514283	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-10L_POR	603786	514327	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-10R_POR	603829	514317	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-11_POR	603831	514342	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-12L_POR	603810	514401	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-12R_POR	603845	514384	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-12R_POR_B	603843	514367	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-13L_POR	603821	514427	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-13R_POR	603862	514412	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-14L_POR	603836	514465	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No



ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S16-14R_POR	603876	514443	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-15_POR	603889	514470	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-16_POR	603901	514502	Grupo 4	0.20	0.234	0.137	0.038	0.103	0.061	0.042	Sí/No
S16-17_POR	603881	514548	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-18_POR	603893	514570	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-19_POR	603909	514602	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-20_POR	603923	514628	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-21_POR	603938	514654	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-22_POR	603950	514676	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-23_POR	603964	514704	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-24_POR	603968	514724	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-25L_POR	603971	514750	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-25R_POR	604012	514740	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-26L_POR	603979	514790	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S16-26R_POR	604019	514783	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-27L_POR	603985	514820	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-27R_POR	604024	514815	Grupo 4	0.20	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-28L_POR	603995	514861	Grupo 3	0.14	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-28R_POR	603995	514861	Grupo 3	0.14	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-29L_POR	604001	514887	Grupo 3	0.14	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-29R_POR	604036	514887	Grupo 3	0.14	0.539	0.339	0.112	0.203	0.147	0.121	Sí/Sí
S16-30L_POR	604004	514925	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-30R_POR	604041	514907	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-31L_POR	604008	514960	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-31R_POR	604049	514948	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-32L_POR	604019	514994	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-32R_POR	604019	514994	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-33L_POR	604022	515045	Grupo 4	0.20	0.255	0.076	0.022	0.065	0.032	0.031	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S16-33R_POR	604072	515013	Grupo 4	0.20	0.257	0.15	0.06	0.096	0.071	0.058	No/No
S16-34_POR	604029	515069	Grupo 4	0.20	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068	Sí/Sí
S16-35_POR	604071	515107	Grupo 4	0.20	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068	Sí/Sí
S16-35_POR_B	604079	515104	Grupo 4	0.20	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068	Sí/Sí
E16-1_POR	604076	515132	Grupo 4	0.20	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068	Sí/Sí
E16-1_POR_B	604086	515119	Grupo 4	0.20	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068	Sí/Sí
E16-2L_POR	604042	515169	Grupo 4	0.20	3.254	0.246	0.064	0.223	0.106	0.068	Sí/Sí
E16-2L_POR_B	604111	515156	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-2R_POR	604084	515175	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-2R_POR_B	604111	515156	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-3L_POR	604048	515201	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-3L_POR_B	604027	515230	Grupo 4	0.20	1.516	0.432	0.087	0.515	0.176	0.099	Sí/Sí
E16-3R_POR	604090	515194	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-3R_POR_B	604117	515165	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
E16-4L_POR	604055	515229	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-4L_POR_B	604028	515232	Grupo 4	0.20	1.516	0.432	0.087	0.515	0.176	0.099	Sí/Sí
E16-4R_POR	604091	515216	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-4R_POR_B	604028	515232	Grupo 4	0.20	1.516	0.432	0.087	0.515	0.176	0.099	Sí/Sí
E16-5L_POR	604098	515252	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-5L_POR_B	604059	515280	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
E16-5R_POR	604098	515252	Grupo 4	0.20	0.572	0.111	0.035	0.206	0.045	0.034	Sí/No
E16-5R_POR_B	604109	515268	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
E16-6L_POR	604066	515290	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
E16-6R_POR	604105	515287	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-1L_POR	604070	515335	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-1R_POR	604110	515324	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-2L_POR	604076	515378	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-2R_POR	604119	515379	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S17-3L_POR	604086	515406	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-3R_POR	604123	515404	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-4L_POR	604092	515441	Grupo 4	0.20	0.731	0.327	0.113	0.214	0.147	0.114	Sí/Sí
S17-4R_POR	604129	515438	Grupo 4	0.20	0.431	0.078	0.021	0.069	0.031	0.023	No/No
S17-5_POR	604098	515475	Grupo 4	0.20	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118	Sí/Sí
S17-6_POR	604104	515512	Grupo 4	0.20	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118	Sí/Sí
S17-7L_POR	604108	515548	Grupo 4	0.20	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118	Sí/Sí
S17-7R_POR	604151	515535	Grupo 4	0.20	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118	Sí/Sí
S17-8L_POR	604118	515589	Grupo 4	0.20	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118	Sí/Sí
S17-8R_POR	604159	515558	Grupo 4	0.20	0.772	0.409	0.102	0.251	0.15	0.118	Sí/Sí
S17-9L_POR	604125	515630	Grupo 4	0.20	0.594	0.316	0.087	0.316	0.132	0.092	Sí/Sí
S17-9R_POR	604178	515619	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-10L_POR	604185	515666	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-10R_POR	604185	515666	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No

ID del Receptor	Coordenadas de la fachada del edificio más cercano UTM18		Tipo de Receptor de Área <sup>[1]</sup>	Límite máximo de vibración admisible a nivel del suelo (RMS, mm/s) <sup>[2]</sup>	Impacto de la Vibración (mm/s) PPV			Impacto de la Vibración (mm/s) RMS			¿OPL/RPL de línea base superó el objetivo de diseño?
	X (m)	Y (m)			Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	Nivel Máximo Ocasional (OPL)	Nivel Máximo Regulares (RPL)	Nivel de Vibraciones Regulares (RVL)	
S17-11L_POR	604190	515674	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-11R_POR	604190	515674	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-12L_POR	604205	515726	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-12R_POR	604205	515726	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-13_POR	604208	515744	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-14_POR	604214	515779	Grupo 4	0.20	0.183	0.049	0.029	0.037	0.023	0.021	No/No
S17-15_POR	604220	515813	Grupo 4	0.20	0.572	0.086	0.026	0.095	0.04	0.026	No/No
S17-16_POR	604226	515846	Grupo 4	0.20	0.572	0.086	0.026	0.095	0.04	0.026	No/No
S17-17_POR	604238	515900	Grupo 4	0.20	0.167	0.026	0.012	0.032	0.011	0.009	No/No
S17-18_POR	604244	515930	Grupo 4	0.20	0.167	0.026	0.012	0.032	0.011	0.009	No/No
S17-19_POR	604170	515975	Grupo 4	0.20	0.572	0.086	0.026	0.095	0.04	0.026	No/No

**Notas:**

<sup>[1]</sup> Tipos de receptores del área general cercana (es decir, la mayoría de los receptores dentro de esta área pertenecen a este grupo) según AT 15 Tabla Cláusula 2.7 viñeta (h)

<sup>[2]</sup> Límites según AT 15 Tabla cláusula 2.7 viñeta (h)

Como se observa en la Tabla 215 el valor de Pico Ocasional (RMS) en varios de los receptores es superior a 0,1 mm/segundo. Este es el límite perceptible identificado en el AT 15 como límite para los edificios residenciales. Esto es coherente con estudios previos, por ejemplo, los PORs S04-14\_POR a S05-02\_POR (Tabla 215) corresponden a la zona en las proximidades de Estación 03-Palenque en el anterior Estudio de Impacto Ambiental y Social (ETPLMB-ET19-L16.1-ITE-I-001\_R0) realizado como parte de la Evaluación Ambiental (Estudio EA). El estudio EA identificó el ambiente (las condiciones existentes) en el rango de niveles de vibración perceptibles.

#### *5.2.3.5.3 Predicción de vibraciones y ruidos estructurales para el escenario de la etapa preoperativa*

En el presente numeral se describen los resultados de las modelaciones de predicción de vibraciones y ruido estructural en el escenario de la etapa preoperacional, dando cumplimiento a lo establecido en el anexo 1 del apéndice técnico 15.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la estimación de las vibraciones que se propagan en los frentes de obra a lo largo del tramo de construcción de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB) a través de la evaluación de tres edificaciones tipo, las cuales estarán cercanas a los trabajos de obra, con el fin de evaluar el período fundamental aproximado de las estructuras y su incidencia con las respuestas de vibración de los trabajos a ejecutar en la obra y así concluir si estas vibraciones afectan de forma negativa el comportamiento de los elementos de resistencia sísmica y elementos no estructurales que puedan generar un riesgo a las personas que habitan estas edificaciones o que estén cerca a estas. Así mismo se realizó la estimación de propagación de vibraciones mediante el modelo matemático planteado por la Administración Federal de Tránsito de E.E.U.U., en el documento “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual”, llevándolo a una proyección gráfica de mapa de conflicto teniendo en cuenta los criterios de daño en estructuras expuesto en este documento.

Para efectos de la revisión de la incidencia de las vibraciones en las viviendas se realiza un modelo matemático por elementos finitos con el fin de verificar y calcular los periodos y frecuencias naturales de tres edificaciones que fueron estudiadas, para compararlo con las frecuencias de las vibraciones que aparecen en este informe, con el fin de revisar si se presentan condiciones o efectos de resonancia.

Ninguna de las edificaciones de estudio cuenta con información, como planos estructurales, arquitectónicos, memorias de cálculo, estudio de suelos o similar, asimismo se evidencia que las tres estructuras (una vivienda, una institución educativa y un centro hospitalario) fueron construidas de forma artesanal debido a que se observa que no tuvieron un proceso constructivo adecuado y que cuentan con deficiencias en los sistemas estructurales, por lo que se hizo necesario realizar visitas de campo para tomar medidas y dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales encontrados y realizar un levantamiento adecuado y aproximado a la realidad. En la Tabla 216 se presentan las características generales de las edificaciones en su estado actual:

Tabla 216 – Información general edificaciones monitoreadas

	Vivienda carrera 90 <sup>a</sup> #42G-65 Sur	Hospital Magdalena Calle 39 #14-34	Colegio Luis Vargas Tejada Sede B Av 1 de mayo con Calle 68
NUMERO DE PISOS	2	3	3
AREA APROXIMADA [m2]	241.90	426.88	2486.20
SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL	Muros de carga y algunas columnas en la fachada, no se define un sistema estructural adecuado	Muros de carga aparentemente en mampostería confinada o reforzada	Pórticos en concreto reforzado compuesto de vigas amarrando las columnas y vigas secundarias
SISTEMA DE ENTREPISO	Combinación de placa fácil y placa maciza	Aparentemente placa maciza con viguetas	Steeldeck
PISO 1	Habitaciones, cocina, baño escalera	Sala de espera entrada y consultorios	Aulas y corredores
PISO 2	Habitaciones, baño escalera	Sala de espera entrada y consultorios	Aulas y corredores
PISO 3	Cubierta liviana	Sala de espera entrada y consultorios	Aulas y corredores
PISO 4		Unidad de cuidados intensivos	Cubierta en placa no transitable
MATERIALES ESTRUCTURA	Bloques de perforación horizontal en arcilla y concreto reforzado para las pocas columnas y placa maciza	Mampostería en arcilla en perforación vertical y concreto reforzado	Concreto reforzado
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Bloques de perforación horizontal en arcilla	Bloques de perforación horizontal en arcilla	Mampostería de arcilla en bloque de perforación vertical
DAÑOS ESTRUCTURALES OBSERVADOS	Fisuras superficiales en concreto no evidencia de daño estructural	Grieta en el cuarto piso	No se observó ningún daño estructural

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023.

Los daños observados no tendrán incidencias en las verificaciones estructurales, ya que el alcance es tener como referencia la revisión de estas estructuras debido a que son edificaciones que no cumplen con un sistema estructural adecuado y son muy deficientes en términos de carecer de elementos que cumplan con los requisitos mínimos para disipación de energía.

La modelación se hizo por medio del software ETABS Ultimate 20.0.0 donde se utilizan elementos tipo frame (línea) para representar los elementos como las columnas, vigas, elementos de cerchas;



elemento tipo área (Shell) (Cascaron) para representar los muros, para los entresijos se utilizó un elemento tipo área (Membrana) que no aporta rigidez a la estructura y exclusivamente se utiliza para efectos de transferencia de carga.

Para efectos de revisión y el cálculo de la frecuencia natural se tuvieron en cuenta las cargas permanentes y vivas (uso) de acuerdo con las condiciones actuales en las edificaciones y lo establecido en el capítulo B.4 y B.5 de la NSR-10. Para cada edificación se establecieron cargas como se muestra en la Tabla 217:

Tabla 217 – Avalúo de cargas vivas y permanente

[kg/m <sup>2</sup> ]	Vivienda carrera 90A #42G-65 Sur	Hospital Magdalena Calle 39 #14-34	Colegio Luis Vargas Tejada Sede B Av. 1 de mayo con Calle 68
CARGA PERMANENTE			
Acabados piso	120	120	120
Cielo raso	50	60	60
Steeldeck	-	-	142
Teja liviana	20	20	-
CARGA VIVA (B.4.2.1 de la NSR-10)			
Piso 2	180	200	200/500
Piso 3	50	200	200/500
Piso 4	-	200	200/500
Piso 5	-	180	180

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023.

El cálculo de la frecuencia natural / fundamental se obtiene calculando el periodo natural de la estructura, el cual depende de la rigidez y la masa de la estructura, las cargas muertas o permanentes son aquellas que afectan directamente el cálculo del periodo fundamental el cual se tiene en cuenta como un 100% de aporte para el cálculo modal de los periodos.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i * \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i * \delta_i)}}$$

En la Tabla 218 se presenta los periodos y frecuencias fundamentales y el periodo natural de las edificaciones:

Tabla 218 – Periodos y frecuencias fundamentales para las edificaciones

	Vivienda carrera 90A #42G-65 Sur	Hospital Magdalena Calle 39 #14-34	Colegio Luis Vargas Tejada Sede B Av. 1 de mayo con Calle 68
<b>PERIODO NATURAL [s]</b>	0.08053	0.05561	0.2351
<b>FRECUENCIA FUNDAMENTAL [Hz]</b>	12.41	17.98	4.25

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023.

De acuerdo con la información de la Tabla 218 se realiza un comparativo de las posibles frecuencias críticas frente a las frecuencias fundamentales de las edificaciones estudiadas, estas son presentadas en la Tabla 219, a continuación:

Tabla 219 – Comparativo de frecuencias

	Vivienda carrera 90ª #42G-65 Sur	Hospital Magdalena Calle 39 #14-34	Colegio Luis Vargas Tejada Sede B Av 1 de Mayo con Calle 68
<b>FRECUENCIA FUNDAMENTAL [Hz]</b>	12.41	17.98	4.25
<b>FRECUENCIA CRITICA [Hz]</b>	0.732	10.30	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2023.

Con base en la Tabla 219 se puede decir que a pesar de la calidad de los elementos estructurales, deficiencia en los procesos constructivos y no contar con un sistema estructural adecuado para los efectos sísmicos, las tres edificaciones cuentan con una rigidez alta lo cual permite que la estructura no presente resonancia con respecto a las posibles vibraciones, asimismo se puede garantizar que dichas vibraciones no producirían ningún colapso o daño en las edificaciones.

La vibración generalmente se mide en velocidad máxima de partículas (PPV) o velocidad oscilatoria, aceleración o desplazamiento cuadrático medio (RMS). La velocidad máxima de partículas (PPV) se define como el máximo pico positivo o negativo instantáneo de la señal de vibración medida en pulgadas/segundo (in/seg) o milímetros/segundo (mm/seg). El PPV se usa a menudo para monitorear daños estructurales porque está relacionado con las tensiones que experimentan los edificios, mientras que la velocidad RMS se usa para evaluar la comodidad humana.

Para estimar los niveles de vibración producidos por una fuente (es decir, equipo de construcción) en un receptor, se requiere la fuerza real generada en el área de construcción definida de acuerdo con el método de construcción y el tipo de equipo elegidos. Para la construcción de la PLMB se configura una gran variedad de maquinaria utilizada a lo largo de la ejecución de las obras, sin embargo, las maquinas

que mayor impacto generan en el componente vibración de la obra son en definitiva las piloteadoras, tanto de golpe como de excavación.

Por lo tanto, se utilizó el modelo de propagación de vibraciones y los datos de cada equipo asociado en el documento planteado por la Federal Transit Administration, denominado "Manual de evaluación de impacto de vibraciones y ruido de tránsito", con fecha de septiembre de 2018. Este modelo proporciona una estimación conservadora de la vibración potencial utilizando niveles de vibración de referencia a una distancia conocida de las fuentes de vibración, no obstante, se debe aclarar que esta estimación no tiene en cuenta variables de tipo de suelo y atenuación por profundidad. A partir de esto, se estableció el nivel de vibración percibido en la primera fachada impactada a cada lado del trazado de construcción de la PLMB. Basado en los niveles de vibración generados por la maquinaria como se muestra en la Tabla 220.

Tabla 220 – Niveles de vibración generados por equipos de construcción

Maquinaria		PPV 25 pies, in/seg	PPV a 7.62m, mm/seg
Piloteadora	Típica	0,644	16,358
Perforadora para Caisson	Típica	0,089	2,261

Fuente: Federal Transit Administration, 2018

La estimación de la propagación de vibraciones con base en los niveles de vibración de referencia expuestos anteriormente se utiliza la siguiente ecuación:

$$PPV_{equip} = PPV_{ref} * \left(\frac{25}{D}\right)^{1.5}$$

dónde:

PPV equip = la velocidad máxima de partículas del equipo ajustado por distancia, pulg/seg

PPV ref = el nivel de vibración de referencia de la fuente a 25 pies, pulg./seg.

D= distancia del equipo al receptor, pies

Posteriormente se utilizó la intersección y espacialización cartográfica con la herramienta ArcGIS Desktop versión 10.8.1, para determinar el nivel de vibración a diferentes distancias para las primeras fachadas a lo largo de la PLMB, obteniéndose la mapificación del conflicto asignado de acuerdo con los criterios de daño en distintos tipos de edificaciones expuesto en el Manual de evaluación de impacto de vibraciones y ruido de tránsito, cabe resaltar que al no contar con información específica de cada una de las edificaciones, se clasifica el criterio dependiendo únicamente del valor arrojado por el modelo y no de acuerdo al tipo de estructura. A continuación, en la Tabla 221 se exponen los criterios de daño a edificaciones.

Tabla 221 – Criterios de daños por vibración en la construcción

Edificio/Categoría Estructural	PPV, mm/seg
I. Hormigón armado, acero o madera (sin yeso)	12,7
II. Concreto de ingeniería y mampostería (sin yeso)	7,6
III. Edificios de madera y mampostería sin ingeniería	5,1
IV. Edificios extremadamente susceptibles a daños por vibración	3,0
V. Sin daño en estructuras	<3

Fuente: Federal Transit Administration 2018

En la Figura 438 a la Figura 443 se presentan los mapas de conflicto por vibraciones para los 6 tramos, por otra parte, en el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosférico/ D\_Vibraciones/ Etapa preoperativa/ ANEXO/ L1T1-CON-AMB-IN-0049 – 002, se presentan las tablas con los resultados de conflicto por vibraciones para los distintos lotes identificados.

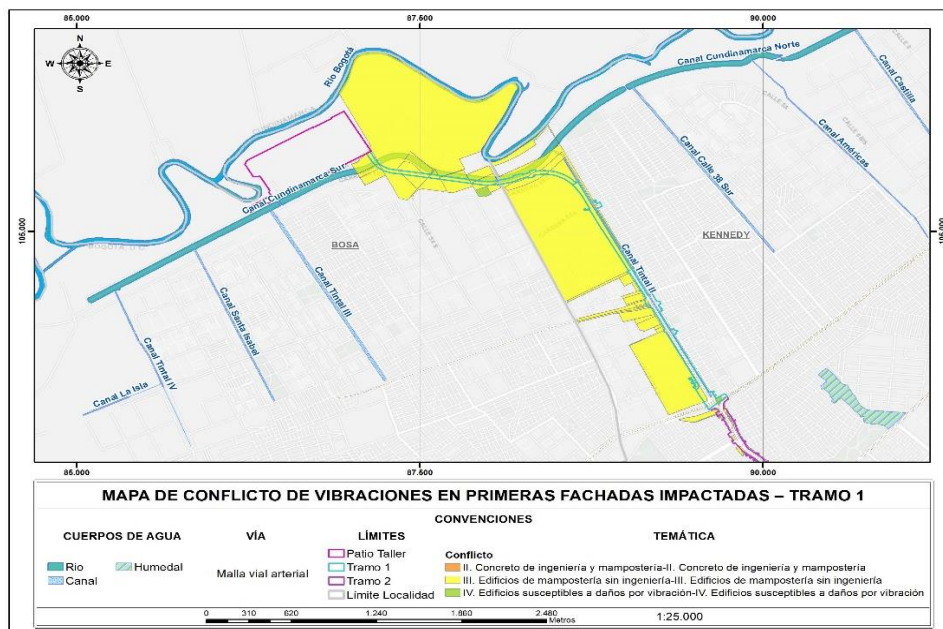


Figura 438 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

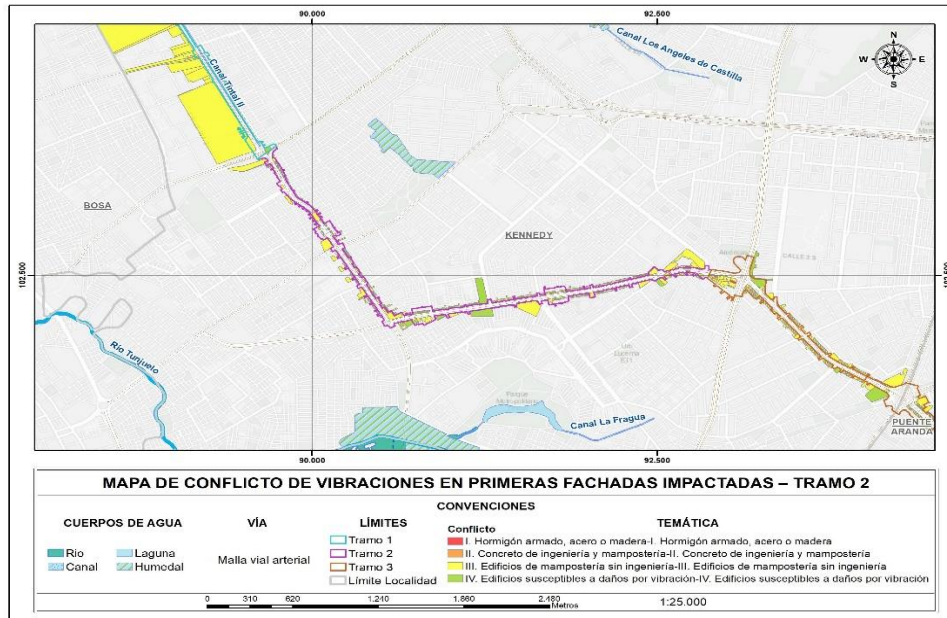


Figura 439 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 440 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

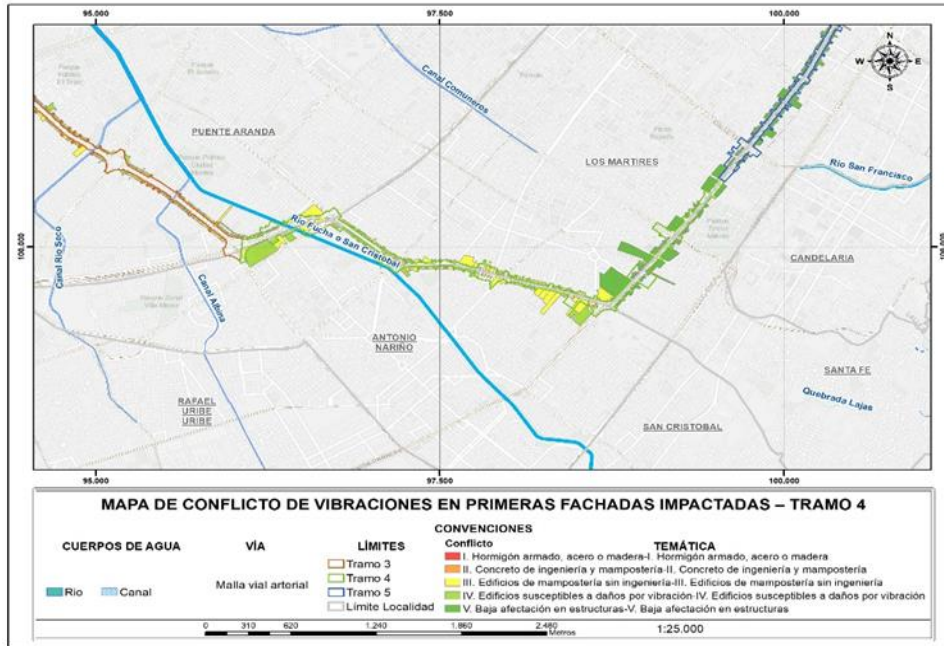


Figura 441 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

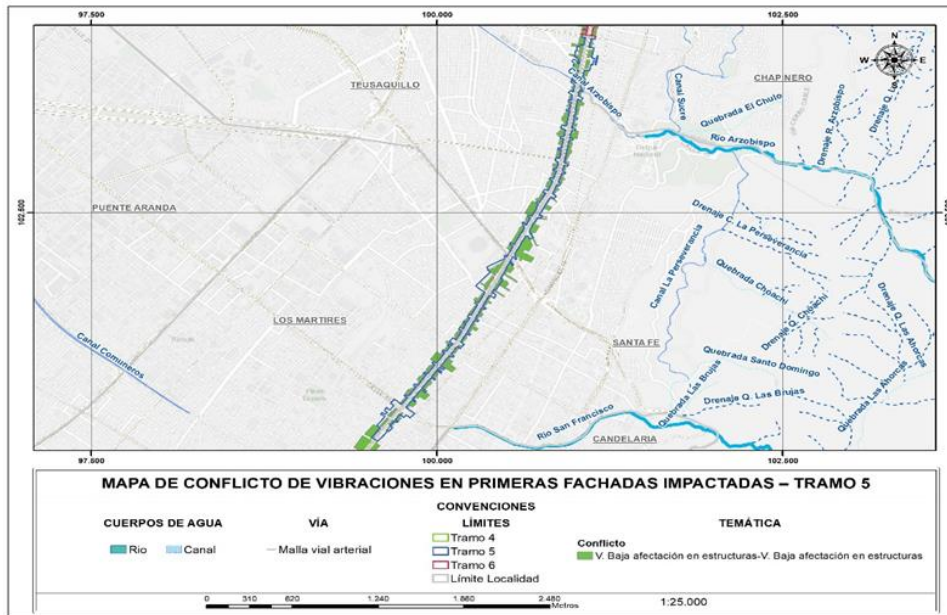


Figura 442 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 5

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

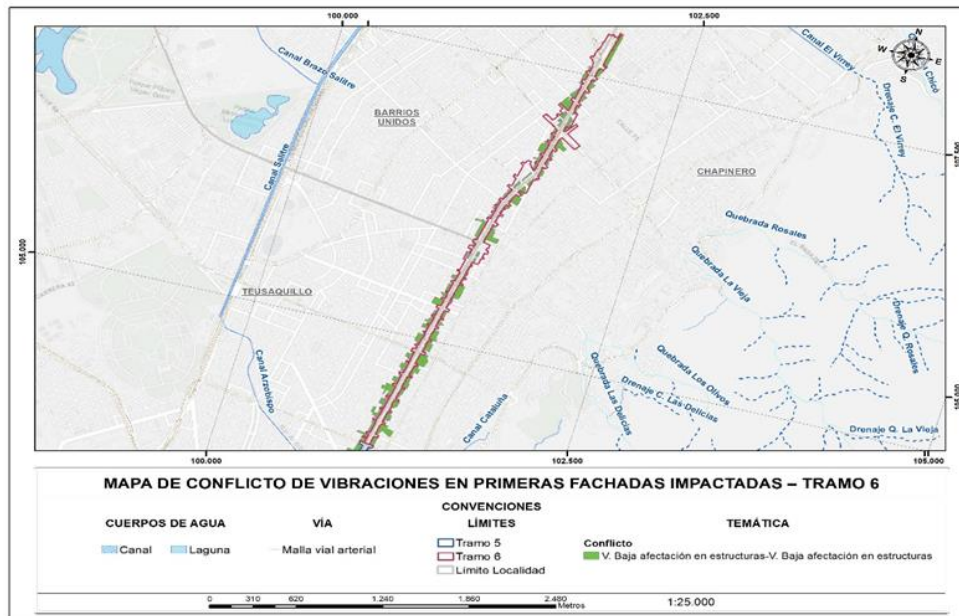


Figura 443 Mapa de conflicto de vibraciones en primeras fachadas impactadas – Tramo 6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.2.3.5.4 Predicción de vibraciones y ruidos estructurales para el escenario de la etapa de operación y mantenimiento

En esta sección se analizan los criterios de evaluación de las vibraciones y del ruido estructural (es decir, los requisitos y las directrices), se identifican los receptores y se definen tanto las fuentes de vibración como los parámetros utilizados en el análisis, de conformidad con los requisitos del Apéndice Técnico 15.

Al igual que el ruido, la vibración creada en una fuente viaja a través de un trayecto hacia un receptor. La fuente de vibración de la PLMB son las ruedas de los trenes que crean vibraciones al rodar por los rieles. La propagación de la vibración comienza cuando se transmite desde la fuente a través del sistema de soporte de la vía al viaducto, y luego del viaducto a las columnas, transmitiéndose en sentido descendente a través de estas, estimulando el suelo adyacente, creando ondas vibratorias que se propagan a través de las capas del suelo y el lecho de roca hasta los cimientos de los edificios cercanos, estimulando las estructuras. La muestra el concepto de ruta de propagación de vibración desde la fuente hasta la estructura. Dado que la vibración se transmite al suelo a través de las columnas, los receptores críticos a la vibración son los receptores más cercanos a las columnas de soporte del viaducto y no los adyacentes al propio viaducto.

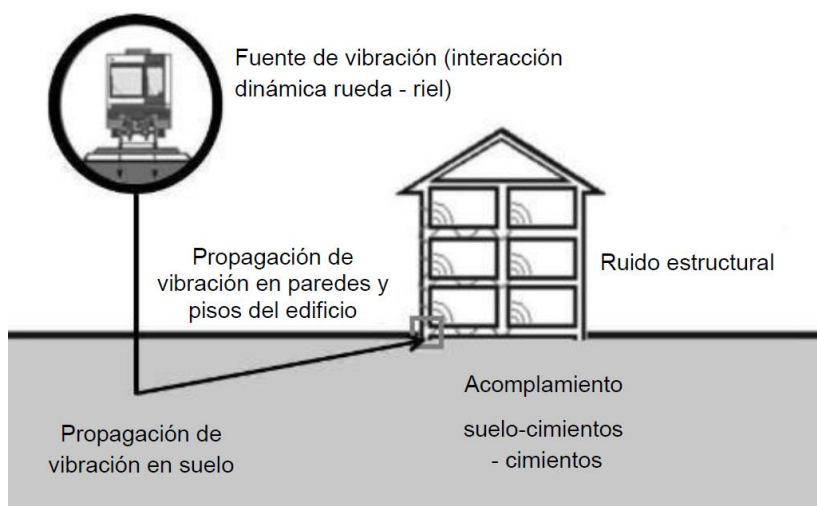


Figura 444 Ruta de propagación de las vibraciones en estructuras ferroviarias elevadas

Fuente: WSP, 2023

La vibración se identifica normalmente como vibración terrestre porque se transmite a los edificios adyacentes a través del suelo. La vibración terrestre podría entonces viajar a través de la estructura receptora (o edificio) y podría ser sentida por los ocupantes como vibración o como ruido radiado; por lo tanto, estas emisiones se identifican como vibración y ruido estructural.

El ruido estructural (o terrestre) se produce cuando las vibraciones entran en el interior de un edificio a través del suelo y los cimientos y se irradian en forma de ruido; suele ser un sonido de baja frecuencia.

Los niveles máximos admisibles de vibración y ruido estructural durante la etapa de operación y mantenimiento se definen en el AT 15 y se resumen en la Tabla 222:

Tabla 222 – Valores de los límites máximos admisibles de las vibraciones a nivel del suelo y del ruido estructural

Grupo	Tipo de edificio según la actividad	Vibración a nivel del suelo $L_{Vmax,2}$	Ruido estructural $L_{pAmax, s}$
1	Habitaciones, hoteles y otros edificios donde se duerme	66 VdB (0.1 mm/s)	30 dB(A)
2	Hospital	60 VdB (0.05 mm/s)	35 dB(A)
3	Edificios con actividades diurnas exclusivas y un ambiente tranquilo (instituciones educativas, iglesias, oficinas con un alto nivel de confort).	69 VdB (0.14 mm/s)	35 dB(A)
4	Oficinas (institucionales)	72 VdB (0.2 mm/s)	40 dB(A)



Grupo	Tipo de edificio según la actividad	Vibración a nivel del suelo $L_{Vmax,2}$	Ruido estructural $L_{pAmax, s}$
5	Estudios de grabación, estudios de televisión	66 VdB (0.1 mm/s)	25 dB(A)
6	Salas de conciertos	66 VdB (0.1 mm/s)	30 dB(A)

Notas:

1. Velocidad máxima media cuadrática (RMS), en VdB o en mm/s, con una constante de tiempo de un (1) segundo
2. Nivel máximo de presión acústica, dB(A)

Fuente: WSP, 2023

Así mismo, la Administración Federal de Tránsito (FTA) describe los criterios de evaluación de las vibraciones para las fuentes ferroviarias en su documento "Manual de evaluación del impacto del ruido y las vibraciones en el tránsito" (septiembre de 2018). De forma similar a los criterios del AT 15, las directrices de la FTA (2018) para el análisis del impacto de las vibraciones definen criterios basados en el uso del espacio. Además, proporciona diferentes criterios basados en la frecuencia de los eventos (es decir, el número de trenes que pasan). En el caso de la PLMB, la frecuencia de los eventos se clasifica como "Eventos frecuentes", ya que hay más de eventos 70 por día, definiendo tres categorías basadas en el uso del edificio. Los límites de la FTA 2018 se resumen en la Tabla 223.

Tabla 223 – Criterios de impacto de vibraciones y ruido terrestres en interiores de la FTA 2018 para la evaluación de las vibraciones

Categoría de uso del suelo	Vibración terrestre (vdB)	Ruido terrestre (dBA)
Categoría 1: Edificios en los que las vibraciones podrían interferir con el funcionamiento interior.	65 VdB	N/A(1)
Categoría 2: Residencias y edificios donde normalmente se duerme.	72 VdB	38 dB(A)
Categoría 3: Usos institucionales del suelo con uso principalmente diurno.	75 VdB	43 dB(A)

Nota:

1. Los equipos sensibles a las vibraciones no suelen ser sensibles al ruido terrestre; sin embargo, las especificaciones del fabricante deben ser revisadas en cuanto a la sensibilidad acústica y a las vibraciones

Fuente: WSP, 2023

Los criterios del AT 15 son más estrictos que los de la directriz de la FTA (2018). En la Tabla 224 se comparan los límites de los documentos referenciados para las diferentes categorías en las que se clasifican las edificaciones.

Tabla 224 – Comparación de los criterios del AT 15 frente a la FTA 2018

Tipo de edificio según la actividad	AT-15 Vibración (vdB)	FTA Vibración (vdB)	AT-15 Ruido (dBA)	FTA Ruido (dBA)
Habitaciones, hoteles y otros edificios donde se duerme	66	72	30	38
Hospital	60	65	35	38
Edificios con actividades diurnas exclusivas y un ambiente tranquilo (instituciones educativas, iglesias, oficinas con un alto nivel de confort).	69	75	35	43
Oficinas (institucionales)	72	75	40	43
Estudios de grabación, estudios de televisión	66	65	25	N/A (1)
Salas de conciertos	66	65	30	N/A (1)

Nota:

1. La FTA recomienda que se revise caso por caso.

Fuente: WSP, 2023

Se consideran tres fronteras o límites a la hora de establecer los puntos de recepción de las vibraciones: Los límites de diseño, los límites de intervención y la zona de estudio. Los límites de diseño y los límites de intervención se muestran en los dibujos proporcionados en el Anexo 1 del Apéndice Técnico 4 (Adenda 3). El límite de diseño se considera como la extensión dentro de la cual se encuentra el diseño del proyecto; el límite de intervención se entiende como la extensión dentro de la cual se esperan y aceptan las perturbaciones por parte de interventoría. El área de estudio se define para este informe como la extensión dentro de la cual la vibración puede ser una preocupación y, por lo tanto, la extensión del área enfocada en este estudio de vibración.

El área de estudio se considera como el área dentro de los 80 metros a cada lado del corredor ferroviario propuesto (medido desde la línea central). La extensión de 80 metros se determinó sobre la base de la disminución de la potencia en relación con las características de la distancia de las ondas de vibración cuando se propagan a través del suelo. Más allá de los 80 metros, no se espera que la vibración producida por el proyecto sea significativamente perceptible por encima de la vibración de referencia producida por el entorno existente. Los receptores sensibles (es decir, las propiedades sensibles) dentro de esta zona se tratan como los receptores de la vibración, en otras palabras, el área de 80 metros se consideró la zona de influencia para la vibración (ZOI Vibración).

Hay varios receptores dentro de la zona de estudio, entre los cuales algunos de esos edificios recibirán un impacto similar o menor que los edificios adyacentes. Por ejemplo, un edificio de la segunda o tercera fila a partir de la columna transmisora de vibraciones tendrá un impacto menor de las vibraciones del riel que el de la primera fila. Incluso en la primera fila, dos edificios con un retranqueo similar pueden tener una exposición similar. Por lo tanto, se considera los receptores representativos, que son generalmente los receptores más impactados en el área de cada columna, para ayudar a la presentación

de los resultados. El cumplimiento en los receptores representativos implica el cumplimiento en todos los receptores, en cuya ubicación se evalúa la vibración con respecto a los límites aplicables y por tanto, se denominan puntos de recepción (POR).

Los receptores incluyen una variedad de usos espaciales como residencias, hoteles, etc., (donde la gente duerme), oficinas, hospitales y otros usos espaciales sensibles. Los POR se seleccionaron a lo largo del corredor en los lugares de los cimientos de los edificios que están más expuestos a la columna de viaductos a lo largo del corredor. A partir de la ubicación de las columnas, se identificaron los edificios más expuestos o impactados y se seleccionaron los POR de estos edificios en función de los límites de intervención y de la zona de estudio. Algunos de los edificios se encontraban dentro de los límites de intervención, mientras que otros estaban fuera de este límite; información que fue tomada en cuenta. Basado en esto se establecieron las siguientes categorías para la evaluación de las vibraciones:

- ▶ Categoría 1: Edificios dentro de los límites de intervención del proyecto;
- ▶ Categoría 2: Edificios a menos de 5 metros de las columnas del viaducto y que quedan fuera de los límites de diseño e intervención del proyecto; Estos edificios podrían causar algunos problemas de seguridad debido a su proximidad. Debido a consideraciones de diseño, estos casos no son muy comunes en el corredor de 23,9 km. Para esta categoría, las vibraciones se examinarán caso por caso en detalle;
- ▶ Categoría 3: Edificios situados entre 5 y 20 metros de las columnas del viaducto y fuera de los límites de diseño e intervención del proyecto, y,
- ▶ Categoría 4: Edificios con una distancia superior a 20 metros de las columnas del viaducto.

A través del cálculo se estableció que 20 metros de distancia entre la columna y la fachada del edificio son críticos para el análisis del cumplimiento de este proyecto.

Se seleccionó un total de mil noventa (1090) receptores representativos de los receptores de todo el corredor. Para cada columna se verificaron los edificios más cercanos y se tomaron como receptores de vibraciones y se les dio un número de identificación único en la forma de XXX-YY\_POR\_B, donde:

- ▶ Los primeros 5 dígitos (XXX-YY) representan la identificación de la columna más cercana.
- ▶ POR representa el receptor.
- ▶ B representa un receptor en el que el edificio más cercano se encuentra dentro de los límites de intervención, por lo que se ha seleccionado un edificio más adecuado como receptor.

Por ejemplo, S07-28\_POR (ver Figura 436) representa el POR más cercano a la columna S7-28. Algunos sistemas de soportes de viaducto incluyen dos columnas, la del lado derecho del riel cuando se viaja desde el Patio Taller se identifica con "R" (por ejemplo, S4-21R) y la del lado izquierdo se identifica con "L" (por ejemplo, S4-21L).

El AT 15 analiza 6 grupos de receptores (residenciales, hospitalarios, etc.); sin embargo, las observaciones y el análisis del lugar indicaron que los receptores de la zona de estudio pertenecen en gran medida a 4 grupos principales de receptores, según el uso de los edificios, como se indica a

continuación. No se identificaron receptores dentro de los grupos de receptores 5 o 6 dentro del área de estudio. Se revisó cada receptor y se identificó su grupo de receptores basándose en la planta más impactada (es decir, la planta baja).

Los tipos de receptores se establecieron con base en la evaluación preliminar proporcionada en el proyecto de informe de urbanismo "Informe de identificación de sitios de interés cultural", de fecha 22 de junio de 2021 (proyecto de informe de urbanismo), el informe del "Estudio de impacto ambiental y social" de marzo de 2018, y, la verificación de receptores visuales completada por el Consorcio Ambiental Metro (CAM) en junio de 2021. Con base en el grupo de receptores, se determinaron los criterios basados en el AT 15 (para la etapa de operación y mantenimiento) para cada receptor representativo. Los grupos de receptores identificados dentro del área de estudio incluyen:

- ▶ Grupo de receptores residenciales (Grupo 1): Por ejemplo, los receptores situados en las proximidades de las columnas S01-01 a E2-09R, S04-28, S5-12, S07-40 a S07-48, E09-03 a E09-04, y S10-08 a S10-26 son en su mayoría edificios residenciales y se aplicaron los criterios de 0,1 mm/s (RMS) para las vibraciones y 30 dB(A) para el ruido estructural.
- ▶ Grupo de receptores hospitalarios (Grupo 2): Por ejemplo, los receptores situados en las proximidades de las columnas S5-21 a S5-23 y S11-34 son hospitalarios y se aplicaron los criterios de 0,05 mm/s (RMS) para las vibraciones y 35 dB(A) para el ruido estructural.
- ▶ Grupo de receptores de edificios con usos diurnos exclusivos (Grupo 3): Por ejemplo, los receptores en las proximidades de las columnas E06-01 a E06-06, E07-06 a S08-1, E08-05, E08-06, E09-02, S10-41, S13-04 a S13-06, S14-38 a S14-41, S15-07 a S15-10, S16-28 y S16-29 son escuelas, iglesias u otros receptores relacionados; se aplicó un criterio de 0,14 mm/s (RMS) y 35 dB(A) para el ruido estructural.
- ▶ Grupo de receptores comerciales (Grupo 4): Los receptores restantes son en su mayoría de uso comercial del suelo, como se indica en la Figura 4; para ellos se aplicaron los criterios de 0,2 mm/s (RMS) y 40 dB(A) para el ruido estructural.

Para estimar la respuesta del edificio a la vibración transmitida por el suelo y para estimar el nivel de sonido ponderado A dentro de los edificios, normalmente se aplican factores de ajuste. La vibración de las columnas del viaducto se transfiere a través del suelo a los cimientos del edificio; luego viaja a través del edificio receptor a varios pisos/espacios dentro del edificio. La propagación de la vibración a través de las estructuras de los edificios es muy compleja. Por lo general, hay una pérdida de acoplamiento cuando la vibración se transfiere del suelo a los cimientos del edificio; esta pérdida atenúa aún más la vibración transferida al edificio.

La directriz de la FTA (2018) sugiere que cuando la vibración se transmite a través de un edificio, la vibración generalmente disminuye desde los cimientos y entre cada piso; la guía de la FTA (2018) sugiere que la vibración se atenúa en al menos 1 a 2 dB por piso, por lo tanto, el cumplimiento se evaluó en el primer piso, que es el más afectado.

Además, el suelo puede resonar, provocando la amplificación de la vibración; esta resonancia solo se produce si la frecuencia fundamental del edificio y la frecuencia de fuerza del sistema ferroviario están en el mismo rango. Los estudios realizados por el FTA mostraron que la frecuencia fundamental de los edificios de hormigón armado similares a los del área de estudio posee una resonancia en el rango de 15 Hz a 20 Hz. Por lo tanto, para todos los edificios en este segmento, de acuerdo con la sugerencia de FTA, se usó una amplificación que da como resultado una ganancia de aproximadamente 6 dB. Por lo tanto, la evaluación consiste en un proceso de dos pasos:

- ▶ Paso 1: El cumplimiento de este método conservador se investiga para cada receptor, si cumplen con los límites del AT 15 cerca de la base, no se requiere un análisis adicional.
- ▶ Paso 2: Cuando un receptor no cumple con el paso 1 anterior, se completó un análisis detallado adicional para determinar los niveles en interiores y determinar el cumplimiento. Si es necesario, también se investigará el control de vibraciones para demostrar el cumplimiento.

Los niveles futuros acústicos y de vibración terrestres y estructurales previstos en algunos de los POR representativos se indican en la Tabla 225, donde se muestran los lugares en los que se aplicó la mitigación para demostrar la conformidad. La evaluación consideró los siguientes requisitos del AT 5 Sección 3.5, "Sistema de fijación de rieles":

- ▶ Almohadilla ranurada dura ranurada bajo del riel para limitar su balanceo cuando pasan las ruedas.
- ▶ Almohadilla secundaria bajo la silla muy flexible de (en el caso de doble piso elástico).

En los lugares en los que los niveles de vibración o acústicos terrestres superan los límites de forma significativa, se aplicó una mitigación y se investigó su viabilidad técnica y administrativa. Como se muestra a continuación la mitigación fue necesaria para demostrar el cumplimiento de los límites del AT 15 para múltiples PORs.

Para establecer los niveles de vibración dentro del área de estudio, se utilizó el modelo FTA con parámetros específicos del sitio. Los cálculos se basan en el algoritmo FTA de la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA). El modelo también tiene en cuenta la atenuación de distancia específica del sitio, la geometría fuente-receptor, los efectos de atenuación del suelo, etc., en la propagación de vibraciones. Se utilizó una propagación eficiente en los cálculos; por lo tanto, el análisis reflejará el peor escenario predecible.

La localización de los distintos puntos se puede encontrar en el anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A07/ 7\_3 Atmosférico/ D\_Vibraciones/ Etapa Operación y Mantenimiento/ L1T1-CON-AMB-IN-0006\_A02. Con la mitigación aplicada que se ha discutido anteriormente, los resultados se presentan en la Tabla 225.

Tabla 225 - Resultados de los efectos de las vibraciones y ruido terrestres en los PORs

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1] [2]</sup>		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S1-1_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-2_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-3_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-4_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-5_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-6_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-7_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-8_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-9_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-10_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-11_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-12_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-13_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-14_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-15_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-16_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-17_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-18_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-19_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-20_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-21_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-22_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-23_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S1-24_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-25_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-26_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-27L_POR	<0.02	<10	0.026	0.10	30	Si	No
S1-27R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-28L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-28R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-29L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-29R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-30L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-30R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-31L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-31R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-32L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-32R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-33_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-34_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-35L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-35R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-36L_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-36R_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-37_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-38_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-39_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S1-40_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-41_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-42_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-43_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-44_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-45_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-46_POR	<0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-47_POR	0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-48L_POR	0.04	13	0.014	0.10	30	Si	No
S1-48R_POR	0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-49L_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-49R_POR	0.02	<10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-50L_POR	0.03	13	0.014	0.10	30	Si	No
S1-50R_POR	0.03	10	0.014	0.10	30	Si	No
S1-51_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-52_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-53_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-54_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-55_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-56_POR	0.03	12	0.014	0.10	30	Si	No
S1-57_POR	0.03	13	0.014	0.10	30	Si	No
S1-58_POR	0.03	13	0.014	0.10	30	Si	No
S1-59_POR	0.03	13	0.014	0.10	30	Si	No
S1-60_POR	0.03	13	0.02	0.10	30	Si	No



ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S1-61_POR	0.04	13	0.02	0.10	30	Si	No
S1-62_POR	0.03	13	0.015	0.10	30	Si	No
E1-1L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-1R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-2R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-2L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-3L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-3R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-4L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-4R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-5L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-5R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-6L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-6R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-7L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-7R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-8L_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
E1-8R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
E1-9L_POR	0.04	15	0.31	0.10	30	Si	No
E1-9R_POR	0.03	11	0.31	0.10	30	Si	No
S2-1_POR	0.04	13	0.31	0.10	30	Si	No
S2-2_POR	0.03	13	0.31	0.10	30	Si	No
S2-3_POR	0.03	12	0.31	0.10	30	Si	No
S2-4_POR	0.03	13	0.31	0.10	30	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S2-5_POR	0.03	12	0.31	0.10	30	Si	No
S2-6_POR	0.03	13	0.31	0.10	30	Si	No
S2-7_POR	0.03	13	0.31	0.10	30	Si	No
S2-8_POR	0.03	13	0.31	0.10	30	Si	No
S2-9_POR	0.04	13	0.31	0.10	30	Si	No
S2-10_POR	0.04	14	0.31	0.10	30	Si	No
S2-11_POR	0.05	16	0.31	0.10	30	Si	No
S2-12_POR	0.08	20	0.31	0.10	30	Si	No
S2-13_POR	0.08	20	0.31	0.10	30	Si	No
S2-14_POR	0.05	15	0.31	0.10	30	Si	No
S2-15_POR	0.05	16	0.31	0.10	30	Si	No
S2-16_POR	0.09	21	0.31	0.10	30	Si	No
S2-17_POR	0.08	20	0.015	0.10	30	Si	No
S2-18_POR	0.08	20	0.015	0.10	30	Si	No
S2-19_POR	0.08	20	0.015	0.10	30	Si	No
S2-20_POR	0.07	19	0.015	0.10	30	Si	No
S2-21_POR	0.03	12	0.015	0.10	30	Si	No
S2-22_POR	0.03	12	0.015	0.10	30	Si	No
S2-23_POR	0.03	13	0.015	0.10	30	Si	No
S2-24_POR	0.03	13	0.015	0.10	30	Si	No
S2-25_POR	0.03	13	0.015	0.10	30	Si	No
S2-26_POR	0.03	12	0.015	0.10	30	Si	No
S2-27_POR	0.03	12	0.015	0.10	30	Si	No
S2-28_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S2-29_POR	0.04	13	0.03	0.10	30	Si	No
S2-30_POR	0.04	13	0.015	0.10	30	Si	No
S2-31_POR	0.03	13	0.015	0.10	30	Si	No
S2-32_POR	0.03	13	0.015	0.10	30	Si	No
S2-33_POR	0.04	13	0.015	0.10	30	Si	No
E2-1L_POR	0.04	14	0.03	0.10	30	Si	No
E2-1R_POR	0.03	11	0.03	0.10	30	Si	No
E2-2L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-2R_POR	0.03	11	0.03	0.10	30	Si	No
E2-3L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-3R_POR	0.03	11	0.03	0.10	30	Si	No
E2-4L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-4R_POR	0.03	11	0.03	0.10	30	Si	No
E2-5L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-5R_POR	0.03	11	0.03	0.10	30	Si	No
E2-6L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-6R_POR	0.03	12	0.03	0.10	30	Si	No
E2-7L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-7R_POR	0.03	12	0.03	0.10	30	Si	No
E2-8L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-8R_POR	0.03	12	0.03	0.10	30	Si	No
E2-9L_POR	0.04	15	0.03	0.10	30	Si	No
E2-9R_POR	0.03	12	0.03	0.10	30	Si	No
S3-1_POR	0.04	13	0.03	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S3-2_POR	0.04	13	0.03	0.20	40	Si	No
S3-3_POR	0.04	13	0.029	0.20	40	Si	No
S3-4_POR	0.04	14	0.029	0.20	40	Si	No
S3-5_POR	0.04	15	0.013	0.20	40	Si	No
S3-6_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S3-7L_POR	0.05	16	0.014	0.20	40	Si	No
S3-7R_POR	0.08	20	0.013	0.20	40	Si	No
S3-8L_POR	0.07	19	0.014	0.20	40	Si	No
S3-8R_POR	0.08	20	0.014	0.20	40	Si	Si
S3-9_POR	0.09	21	0.014	0.20	40	Si	No
S3-10_POR	0.07	19	0.014	0.20	40	Si	No
S3-11_POR	0.06	18	0.014	0.20	40	Si	No
S3-12_POR	0.07	18	0.014	0.20	40	Si	No
S3-13_POR	0.08	20	0.014	0.20	40	Si	No
S3-14_POR	0.09	21	0.014	0.20	40	Si	No
S3-15_POR	0.08	20	0.014	0.20	40	Si	No
S3-16_POR	0.07	19	0.014	0.20	40	Si	No
S3-17_POR	0.07	19	0.014	0.20	40	Si	No
S3-18_POR	0.07	19	0.014	0.20	40	Si	No
S3-19_POR	0.1	22	0.014	0.20	40	Si	No
S3-20_POR	0.1	22	0.107	0.20	40	Si	No
S3-21_POR	0.1	22	0.107	0.20	40	Si	No
S3-22_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
S3-23_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S3-24_POR	0.1	21	0.107	0.20	40	Si	No
S3-25_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
S3-26_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
S3-27_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
S3-28_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
E3-1_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
E3-2_POR	N/A	N/A	0.107	0.20	40	Si	No
E3-2_POR_B	0.06	18	0.107	0.20	40	Si	No
E3-3_POR	N/A	N/A	0.107	0.20	40	Si	No
E3-3_POR_B	0.04	13	0.107	0.20	40	Si	No
E3-4_POR	N/A	N/A	0.107	0.20	40	Si	No
E3-4_POR_B	0.03	10	0.107	0.20	40	Si	No
E3-5_POR	N/A	N/A	0.107	0.20	40	Si	No
E3-5_POR_B	0.05	15	0.107	0.20	40	Si	No
E3-6_POR	N/A	N/A	0.107	0.20	40	Si	No
E3-6_POR_B	0.07	19	0.107	0.20	40	Si	No
E3-7_POR	0.09	21	0.107	0.20	40	Si	No
S4-1_POR	0.1	22	0.076	0.20	40	Si	No
S4-2_POR	0.09	21	0.076	0.20	40	Si	No
S4-3_POR	0.08	20	0.076	0.20	40	Si	No
S4-4_POR	0.08	20	0.076	0.20	40	Si	No
S4-5_POR	0.08	20	0.027	0.20	40	Si	No
S4-6_POR	0.08	20	0.032	0.20	40	Si	No
S4-7_POR	0.08	20	0.032	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S4-8_POR	0.1	22	0.032	0.20	40	Si	No
S4-9_POR	0.08	20	0.032	0.20	40	Si	No
S4-10_POR	0.09	21	0.032	0.20	40	Si	No
S4-11_POR	0.1	22	0.032	0.20	40	Si	No
S4-12_POR	0.09	21	0.032	0.20	40	Si	No
S4-13_POR	0.09	21	0.032	0.20	40	Si	No
S4-14_POR	0.1	22	0.032	0.20	40	Si	No
S4-15_POR	0.09	21	0.032	0.20	40	Si	No
S4-16_POR	0.1	22	0.032	0.20	40	Si	No
S4-17_POR	0.1	22	0.088	0.20	40	Si	No
S4-18_POR	0.1	22	0.088	0.20	40	Si	No
S4-19_POR	0.09	21	0.068	0.20	40	Si	No
S4-20_POR	0.09	21	0.068	0.20	40	Si	No
S4-21_POR	0.09	21	0.068	0.20	40	Si	No
S4-22L_POR	0.16	26	0.068	0.20	40	Si	Si
S4-22R_POR	0.09	21	0.068	0.20	40	Si	No
S4-23L_POR	0.09	21	0.068	0.20	40	Si	No
S4-23R_POR	0.09	21	0.068	0.20	40	Si	No
S4-24_POR	N/A	N/A	0.068	0.20	40	Si	No
S4-24_POR_B	0.07	19	0.068	0.20	40	Si	No
S4-25_POR	N/A	N/A	0.068	0.20	40	Si	No
S4-25_POR_B	0.07	19	0.031	0.20	40	Si	No
S4-26_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S4-26_POR_B	0.11	23	0.031	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S4-27_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S4-27_POR_B	0.07	19	0.031	0.20	40	Si	No
S4-28L_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S4-28L_POR_B	0.08	20	0.031	0.10	30	Si	No
S4-28R_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S4-28R_POR_B	0.06	17	0.034	0.10	30	Si	No
S4-29L_POR	0.07	19	0.03	0.20	40	Si	Si
S4-29R_POR	0.07	19	0.03	0.20	40	Si	No
S4-30_POR	N/A	N/A	0.03	0.20	40	Si	No
S4-30_POR_B	0.07	19	0.03	0.20	40	Si	No
E4-1_POR	0.09	21	0.03	0.20	40	Si	No
E4-2_POR	N/A	N/A	0.03	0.20	40	Si	No
E4-2_POR_B	0.06	18	0.03	0.20	40	Si	No
E4-3_POR	N/A	N/A	0.03	0.20	40	Si	No
E4-3_POR_B	0.04	13	0.03	0.20	40	Si	No
E4-4_POR	N/A	N/A	0.03	0.20	40	Si	No
E4-4_POR_B	0.02	<10	0.031	0.20	40	Si	No
E4-5_POR	N/A	N/A	0.03	0.20	40	Si	No
E4-5_POR_B	0.03	10	0.026	0.20	40	Si	No
E4-6_POR	N/A	N/A	0.03	0.20	40	Si	No
E4-6_POR_B	0.05	15	0.026	0.20	40	Si	No
E4-7_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S5-1_POR	0.08	20	0.026	0.20	40	Si	No
S5-2_POR	0.08	20	0.026	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S5-3_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S5-4_POR	0.07	19	0.026	0.20	40	Si	No
S5-5_POR	0.07	19	0.026	0.20	40	Si	No
S5-6_POR	0.09	21	0.047	0.20	40	Si	No
S5-7_POR	0.09	21	0.047	0.20	40	Si	No
S5-8_POR	0.08	20	0.047	0.20	40	Si	No
S5-9_POR	0.07	19	0.047	0.20	40	Si	No
S5-10_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S5-11_POR	0.05	17	0.094	0.20	40	Si	No
S5-12_POR	0.06	17	0.094	0.10	30	Si	No
S5-13_POR	0.06	18	0.094	0.20	40	Si	No
S5-14_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S5-15_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S5-16_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No
S5-17_POR	0.08	20	0.018	0.20	40	Si	No
S5-18_POR	0.08	20	0.018	0.20	40	Si	No
S5-19_POR	0.09	21	0.018	0.20	40	Si	No
S5-20_POR	0.08	20	0.018	0.20	40	Si	No
S5-21_POR	0.03	11	0.018	0.05	35	Si	Si
S5-22_POR	0.03	12	0.074	0.05	35	Si	Si
S5-23_POR	0.03	11	0.074	0.05	35	Si	Si
S5-24_POR	0.09	21	0.074	0.20	40	Si	No
E5-1_POR	N/A	N/A	0.074	0.20	40	Si	No
E5-1_POR_B	0.07	19	0.074	0.20	40	Si	No



ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E5-2_POR	N/A	N/A	0.074	0.20	40	Si	No
E5-2_POR_B	0.04	13	0.074	0.20	40	Si	No
E5-3_POR	N/A	N/A	0.029	0.20	40	Si	No
E5-3_POR_B	0.02	<10	0.074	0.20	40	Si	No
E5-4_POR	N/A	N/A	0.029	0.20	40	Si	No
E5-4_POR_B	0.02	<10	0.029	0.20	40	Si	No
E5-5_POR	N/A	N/A	0.029	0.20	40	Si	No
E5-5_POR_B	0.04	13	0.029	0.20	40	Si	No
E5-6_POR	N/A	N/A	0.029	0.20	40	Si	No
E5-6_POR_B	0.06	18	0.029	0.20	40	Si	No
E5-7_POR	0.08	20	0.029	0.20	40	Si	No
S6-1_POR	0.09	21	0.029	0.20	40	Si	No
S6-2_POR	0.08	20	0.029	0.20	40	Si	No
S6-3_POR	0.08	20	0.029	0.20	40	Si	No
S6-4_POR	0.09	21	0.019	0.20	40	Si	No
S6-5_POR	0.08	20	0.019	0.20	40	Si	No
S6-6_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S6-7_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No
S6-8_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S6-9_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No
S6-10_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No
S6-11_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S6-12_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S6-13_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S6-14_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S6-15_POR	0.08	20	0.094	0.20	40	Si	No
S6-16_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No
S6-17_POR	0.08	20	0.021	0.20	40	Si	No
S6-18_POR	0.09	21	0.094	0.20	40	Si	No
S6-19_POR	0.06	18	0.027	0.20	40	Si	No
S6-20_POR	0.06	18	0.027	0.20	40	Si	No
S6-21_POR	0.07	19	0.027	0.20	40	Si	No
S6-22_POR	0.08	20	0.027	0.20	40	Si	No
S6-23_POR	0.07	19	0.027	0.20	40	Si	No
S6-24_POR	0.09	21	0.027	0.20	40	Si	No
S6-25_POR	0.09	21	0.027	0.20	40	Si	No
S6-26_POR	0.1	22	0.027	0.20	40	Si	No
S6-27_POR	0.1	22	0.027	0.20	40	Si	No
S6-28_POR	0.1	22	0.027	0.20	40	Si	No
S6-29_POR	0.1	22	0.057	0.20	40	Si	No
S6-30L_POR	N/A	N/A	0.057	0.20	40	Si	No
S6-30L_POR_B	0.06	18	0.057	0.20	40	Si	No
S6-30R_POR	N/A	N/A	0.057	0.20	40	Si	No
S6-30R_POR_B	0.17	27	0.057	0.20	40	Si	No
S6-31L_POR	0.1	22	0.057	0.20	40	Si	No
S6-31R_POR	N/A	N/A	0.057	0.20	40	Si	No
S6-31R_POR_B	0.08	20	0.057	0.20	40	Si	No
S6-32_POR	N/A	N/A	0.057	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S6-32_POR_B	0.04	15	0.057	0.20	40	Si	No
S6-33_POR	N/A	N/A	0.057	0.20	40	Si	No
S6-33_POR_B	0.04	13	0.03	0.20	40	Si	No
S6-34_POR	N/A	N/A	0.012	0.20	40	Si	No
S6-34_POR_B	0.03	12	0.03	0.20	40	Si	No
E6-1L_POR	N/A	N/A	0.012	0.20	40	Si	No
E6-1L_POR_B	0.03	12	0.012	0.20	40	Si	No
E6-1R_POR	N/A	N/A	0.012	0.20	40	Si	No
E6-1R_POR_B	0.03	12	0.012	0.14	35	Si	No
E6-2L_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-2L_POR_B	0.03	11	0.012	0.20	40	Si	No
E6-2R_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-2R_POR_B	0.03	11	0.012	0.14	35	Si	No
E6-3L_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-3L_POR_B	0.03	11	0.012	0.20	40	Si	No
E6-3R_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-3R_POR_B	0.02	<10	0.024	0.14	35	Si	No
E6-4L_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-4L_POR_B	0.03	10	0.012	0.20	40	Si	No
E6-4R_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-4R_POR_B	0.02	<10	0.024	0.14	35	Si	No
E6-5L_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-5L_POR_B	0.02	<10	0.012	0.20	40	Si	No
E6-5R_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E6-5R_POR_B	0.02	<10	0.024	0.14	35	Si	No
E6-6L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-6L_POR_B	0.02	<10	0.012	0.20	40	Si	No
E6-6R_POR	N/A	N/A	0.024	0.20	40	Si	No
E6-6R_POR_B	<0.02	<10	0.024	0.14	35	Si	No
E6-7L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-7L_POR_B	0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
E6-7R_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-7R_POR_B	<0.02	<10	0.024	0.20	40	Si	No
E6-8L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-8L_POR_B	0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
E6-8R_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-8R_POR_B	<0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
E6-9L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-9L_POR_B	<0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
E6-9R_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-9R_POR_B	<0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
E6-10L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-10L_POR_B	<0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
E6-10R_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
E6-10R_POR_B	<0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
S7-1_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-1_POR_B	0.02	<10	0.038	0.20	40	Si	No
S7-2_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S7-2_POR_B	0.04	14	0.038	0.20	40	Si	No
S7-3_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-3_POR_B	0.04	14	0.038	0.20	40	Si	No
S7-4_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-4_POR_B	0.03	12	0.038	0.20	40	Si	No
S7-5L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-5L_POR_B	0.03	11	0.025	0.20	40	Si	No
S7-5R_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-5R_POR_B	0.04	14	0.025	0.20	40	Si	No
S7-6L_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-6L_POR_B	0.07	19	0.025	0.20	40	Si	No
S7-6R_POR	N/A	N/A	0.038	0.20	40	Si	No
S7-6R_POR_B	0.18	27	0.025	0.20	40	Si	Si
S7-7_POR	0.08	20	0.025	0.20	40	Si	No
S7-8_POR	0.08	20	0.025	0.20	40	Si	No
S7-9_POR	0.08	20	0.025	0.20	40	Si	No
S7-10_POR	0.09	20	0.025	0.20	40	Si	No
S7-11_POR	0.09	21	0.025	0.20	40	Si	No
S7-12_POR	0.08	19	0.019	0.20	40	Si	No
S7-13_POR	0.08	19	0.019	0.20	40	Si	No
S7-14_POR	0.08	20	0.019	0.20	40	Si	No
S7-15_POR	0.09	21	0.019	0.20	40	Si	No
S7-16_POR	0.09	21	0.019	0.20	40	Si	No
S7-17_POR	0.09	21	0.063	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S7-18_POR	0.09	21	0.063	0.20	40	Si	No
S7-19_POR	0.09	21	0.063	0.20	40	Si	No
S7-20_POR	0.09	21	0.041	0.20	40	Si	No
S7-21_POR	0.09	21	0.041	0.20	40	Si	No
S7-22_POR	0.09	21	0.041	0.20	40	Si	No
S7-23_POR	0.09	21	0.041	0.20	40	Si	No
S7-24_POR	0.09	21	0.041	0.20	40	Si	No
S7-25_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-26_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-27_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-28_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-29_POR	0.08	20	0.015	0.20	40	Si	No
S7-30_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-31_POR	0.08	20	0.015	0.20	40	Si	No
S7-32_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-33_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-34_POR	0.08	20	0.015	0.20	40	Si	No
S7-35_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S7-36_POR	0.09	21	0.024	0.20	40	Si	No
S7-37_POR	0.09	21	0.024	0.20	40	Si	No
S7-38_POR	0.09	21	0.024	0.20	40	Si	No
S7-39_POR	0.08	20	0.024	0.20	40	Si	No
S7-40_POR	0.06	17	0.024	0.10	30	Si	No
S7-41_POR	0.06	17	0.024	0.10	30	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S7-42_POR	0.06	18	0.024	0.10	30	Si	No
S7-43_POR	0.07	19	0.024	0.10	30	Si	No
S7-44_POR	0.08	20	0.024	0.10	30	Si	No
S7-45_POR	0.06	18	0.024	0.10	30	Si	No
S7-46_POR	0.04	14	0.024	0.10	30	Si	No
S7-47_POR	0.02	<10	0.072	0.10	30	Si	No
S7-48_POR	<0.02	<10	0.072	0.10	30	Si	No
S7-49_POR	<0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-1L_POR	<0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-1R_POR	<0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-2L_POR	<0.02	<10	0.039	0.20	40	Si	No
E7-2R_POR	N/A	N/A	0.025	0.20	40	Si	No
E7-2R_POR_B	0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-3L_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E7-3L_POR_B	<0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-3R_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E7-3R_POR_B	0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-4L_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E7-4L_POR_B	0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-4R_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E7-4R_POR_B	0.02	<10	0.025	0.20	40	Si	No
E7-5_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E7-5_POR_B	0.03	11	0.022	0.20	40	Si	No
E7-6_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E7-6_POR_B	0.04	14	0.022	0.14	35	Si	No
E7-7_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E7-7_POR_B	0.06	18	0.022	0.14	35	Si	No
S8-1_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
S8-1_POR_B	0.06	18	0.022	0.14	35	Si	No
S8-2_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
S8-2_POR_B	0.08	20	0.022	0.20	40	Si	No
S8-3_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
S8-3_POR_B	0.08	20	0.022	0.20	40	Si	No
S8-4_POR	0.09	21	0.022	0.20	40	Si	No
S8-5_POR	0.08	20	0.037	0.20	40	Si	No
S8-6_POR	0.09	21	0.037	0.20	40	Si	No
S8-7_POR	0.09	21	0.037	0.20	40	Si	No
S8-8_POR	0.09	21	0.037	0.20	40	Si	No
S8-9_POR	0.09	21	0.037	0.20	40	Si	No
S8-10_POR	0.09	21	0.037	0.20	40	Si	No
S8-11_POR	0.08	20	0.037	0.20	40	Si	No
S8-12_POR	0.09	21	0.047	0.20	40	Si	No
S8-13_POR	0.09	21	0.047	0.20	40	Si	No
S8-14_POR	0.09	21	0.047	0.20	40	Si	No
S8-15_POR	0.08	20	0.047	0.20	40	Si	No
S8-16_POR	0.08	20	0.067	0.20	40	Si	No
S8-17_POR	0.09	21	0.067	0.20	40	Si	No
S8-18_POR	0.09	21	0.067	0.20	40	Si	No



ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S8-19_POR	0.08	20	0.067	0.20	40	Si	No
S8-20_POR	0.08	20	0.036	0.20	40	Si	No
S8-21_POR	0.08	19	0.036	0.20	40	Si	No
S8-22_POR	0.08	20	0.036	0.20	40	Si	No
S8-23_POR	0.05	16	0.036	0.20	40	Si	No
S8-24_POR	0.08	20	0.036	0.20	40	Si	No
S8-25_POR	0.07	19	0.039	0.20	40	Si	No
S8-26_POR	0.08	20	0.039	0.20	40	Si	No
E8-1L_POR	0.11	23	0.039	0.20	40	Si	No
E8-1R_POR	0.07	19	0.04	0.20	40	Si	No
E8-2L_POR	0.07	19	0.039	0.20	40	Si	No
E8-2R_POR	0.06	17	0.04	0.20	40	Si	No
E8-3L_POR	0.04	13	0.039	0.20	40	Si	No
E8-3R_POR	0.04	14	0.04	0.20	40	Si	No
E8-4L_POR	0.02	<10	0.039	0.20	40	Si	No
E8-4R_POR	0.03	10	0.04	0.20	40	Si	No
E8-5L_POR	0.02	<10	0.045	0.20	40	Si	No
E8-5R_POR	<0.02	<10	0.045	0.14	35	Si	No
E8-6L_POR	0.03	11	0.045	0.20	40	Si	No
E8-6R_POR	0.03	<10	0.045	0.14	35	Si	No
E8-7L_POR	0.04	15	0.045	0.20	40	Si	No
E8-7R_POR	0.03	13	0.045	0.20	40	Si	No
E8-8L_POR	0.06	18	0.045	0.20	40	Si	No
E8-8R_POR	0.05	15	0.045	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S9-1_POR	0.07	19	0.045	0.20	40	Si	No
S9-2_POR	0.07	19	0.045	0.20	40	Si	No
S9-3_POR	0.07	19	0.045	0.20	40	Si	No
S9-4_POR	0.07	19	0.045	0.20	40	Si	No
S9-5_POR	0.07	19	0.029	0.20	40	Si	No
S9-6_POR	0.09	21	0.029	0.20	40	Si	No
S9-7_POR	0.09	21	0.029	0.20	40	Si	No
S9-8_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S9-9_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S9-10_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S9-11_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S9-12_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S9-13_POR	0.08	20	0.052	0.20	40	Si	No
S9-14_POR	0.09	21	0.052	0.20	40	Si	No
S9-15_POR	0.09	21	0.052	0.20	40	Si	No
S9-16_POR	0.09	21	0.052	0.20	40	Si	No
S9-17_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S9-18_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S9-19_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S9-20_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S9-21_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S9-22_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S9-23_POR	0.08	20	0.017	0.20	40	Si	No
S9-24_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S9-25_POR	0.08	20	0.017	0.20	40	Si	No
S9-26_POR	0.09	21	0.009	0.20	40	Si	No
S9-27_POR	0.09	21	0.009	0.20	40	Si	No
S9-28_POR	0.1	22	0.009	0.20	40	Si	No
S9-29_POR	0.1	22	0.009	0.20	40	Si	No
S9-30L_POR	0.12	24	0.009	0.20	40	Si	No
S9-30R_POR	0.06	17	0.009	0.20	40	Si	No
S9-31_POR	0.07	19	0.009	0.20	40	Si	No
S9-32_POR	0.07	18	0.009	0.20	40	Si	No
S9-33_POR	0.07	19	0.019	0.20	40	Si	No
S9-34L_POR	0.11	23	0.019	0.20	40	Si	No
S9-34R_POR	0.04	14	0.019	0.20	40	Si	No
S9-35L_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S9-35L_POR_B	0.07	18	0.031	0.20	40	Si	Si
S9-35R_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S9-35R_POR_B	0.05	17	0.019	0.20	40	Si	No
S9-36L_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S9-36L_POR_B	0.07	19	0.031	0.20	40	Si	Si
S9-36R_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
S9-36R_POR_B	0.06	17	0.031	0.20	40	Si	No
S9-37_POR	0.07	19	0.031	0.20	40	Si	No
S9-38L_POR	0.08	20	0.031	0.20	40	Si	No
S9-38R_POR	0.06	18	0.031	0.20	40	Si	No
S9-39L_POR	0.08	20	0.031	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S9-39R_POR	0.06	18	0.031	0.20	40	Si	No
E9-1L_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
E9-1L_POR_B	0.07	18	0.031	0.20	40	Si	No
E9-1R_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
E9-1R_POR_B	0.05	17	0.031	0.20	40	Si	No
E9-2L_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-2L_POR_B	0.03	12	0.031	0.20	40	Si	No
E9-2R_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
E9-2R_POR_B	0.04	13	0.031	0.14	35	Si	No
E9-3L_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-3L_POR_B	0.03	13	0.022	0.10	30	Si	No
E9-3R_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-3R_POR_B	0.04	14	0.022	0.10	30	Si	No
E9-4L_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-4L_POR_B	0.04	14	0.022	0.10	30	Si	No
E9-4R_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-4R_POR_B	0.05	15	0.022	0.10	30	Si	No
E9-5L_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-5L_POR_B	0.04	14	0.022	0.20	40	Si	No
E9-5R_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E9-5R_POR_B	0.04	15	0.022	0.20	40	Si	No
E9-6L_POR	0.04	13	0.022	0.20	40	Si	No
E9-6R_POR	0.04	15	0.022	0.20	40	Si	No
S10-1_POR	0.05	16	0.022	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S10-2_POR	0.06	17	0.022	0.20	40	Si	No
S10-3_POR	0.07	19	0.022	0.20	40	Si	No
S10-4L_POR	N/A	N/A	0.018	0.20	40	Si	No
S10-4L_POR_B	0.05	16	0.022	0.20	40	Si	No
S10-4R_POR	N/A	N/A	0.018	0.20	40	Si	No
S10-4R_POR_B	0.04	13	0.022	0.20	40	Si	No
S10-5_POR	N/A	N/A	0.018	0.20	40	Si	No
S10-5_POR_B	0.04	14	0.018	0.20	40	Si	No
S10-6_POR	N/A	N/A	0.018	0.20	40	Si	No
S10-6_POR_B	0.07	19	0.018	0.20	40	Si	No
S10-7_POR	N/A	N/A	0.047	0.20	40	Si	No
S10-7_POR_B	0.03	11	0.047	0.20	40	Si	No
S10-8_POR	N/A	N/A	0.047	0.10	30	Si	No
S10-8_POR_B	0.05	16	0.047	0.10	30	Si	No
S10-9L_POR	0.04	13	0.047	0.10	30	Si	Si
S10-9R_POR	N/A	N/A	0.047	0.10	30	Si	No
S10-9R_POR_B	0.06	17	0.047	0.10	30	Si	No
S10-10_POR	0.04	13	0.047	0.10	30	Si	Si
S10-11_POR	N/A	N/A	0.018	0.10	30	Si	No
S10-11_POR_B	0.04	13	0.007	0.10	30	Si	Si
S10-12_POR	N/A	N/A	0.018	0.10	30	Si	No
S10-12_POR_B	0.1	22	0.018	0.10	30	Si	No
S10-13_POR	N/A	N/A	0.018	0.10	30	Si	No
S10-13_POR_B	0.03	12	0.018	0.10	30	Si	Si

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S10-14_POR	N/A	N/A	0.018	0.10	30	Si	No
S10-14_POR_B	0.03	12	0.018	0.10	30	Si	No
S10-15_POR	N/A	N/A	0.018	0.10	30	Si	No
S10-15_POR_B	0.03	12	0.018	0.10	30	Si	Si
S10-16_POR	N/A	N/A	0.025	0.10	30	Si	No
S10-16_POR_B	0.03	12	0.025	0.10	30	Si	No
S10-17_POR	N/A	N/A	0.025	0.10	30	Si	No
S10-17_POR_B	0.03	13	0.025	0.10	30	Si	Si
S10-18_POR	N/A	N/A	0.025	0.10	30	Si	No
S10-18_POR_B	0.03	12	0.025	0.10	30	Si	No
S10-19_POR	N/A	N/A	0.025	0.10	30	Si	No
S10-19_POR_B	0.03	12	0.025	0.10	30	Si	Si
S10-20_POR	N/A	N/A	0.025	0.10	30	Si	No
S10-20_POR_B	0.03	12	0.025	0.10	30	Si	Si
S10-21_POR	N/A	N/A	0.152	0.10	30	Si	No
S10-21_POR_B	0.04	13	0.152	0.10	30	Si	Si
S10-22_POR	N/A	N/A	0.152	0.10	30	Si	No
S10-22_POR_B	0.03	12	0.152	0.10	30	Si	Si
S10-23_POR	N/A	N/A	0.012	0.10	30	Si	No
S10-23_POR_B	0.03	12	0.012	0.10	30	Si	Si
S10-24_POR	N/A	N/A	0.012	0.10	30	Si	No
S10-24_POR_B	0.05	15	0.04	0.10	30	Si	No
S10-25_POR	N/A	N/A	0.01	0.10	30	Si	No
S10-25_POR_B	0.05	17	0.01	0.10	30	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S10-26_POR	N/A	N/A	0.01	0.10	30	Si	No
S10-26_POR_B	0.05	17	0.01	0.10	30	Si	No
S10-27L_POR	N/A	N/A	0.01	0.20	40	Si	No
S10-27L_POR_B	0.12	23	0.01	0.20	40	Si	Si
S10-27R_POR	0.09	21	0.01	0.20	40	Si	No
S10-28L_POR	0.16	26	0.01	0.20	40	Si	Si
S10-28R_POR	0.12	24	0.01	0.20	40	Si	No
S10-29_POR	0.1	22	0.01	0.20	40	Si	No
S10-30_POR	0.1	22	0.013	0.20	40	Si	No
S10-31_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S10-32_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S10-33_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S10-34_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S10-35_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S10-36_POR	0.11	22	0.013	0.20	40	Si	No
S10-37_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S10-38_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S10-39_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S10-40_POR	0.09	21	0.017	0.20	40	Si	No
S10-41_POR	0.1	22	0.017	0.14	35	Si	No
S10-42_POR	0.12	23	0.017	0.20	40	Si	No
S10-43_POR	0.11	23	0.017	0.20	40	Si	No
E10-1_POR	0.12	23	0.017	0.20	40	Si	No
E10-2_POR	N/A	N/A	0.011	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E10-2_POR_B	0.06	17	0.017	0.20	40	Si	No
E10-3_POR	N/A	N/A	0.011	0.20	40	Si	No
E10-3_POR_B	0.03	12	0.011	0.20	40	Si	No
E10-4_POR	N/A	N/A	0.011	0.20	40	Si	No
E10-4_POR_B	0.03	11	0.009	0.20	40	Si	No
E10-5_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E10-5_POR_B	0.04	14	0.022	0.20	40	Si	No
E10-6_POR	N/A	N/A	0.022	0.20	40	Si	No
E10-6_POR_B	0.08	20	0.022	0.20	40	Si	No
E10-7_POR	0.12	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-1_POR	0.09	21	0.022	0.20	40	Si	No
S11-2_POR	0.11	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-3_POR	0.11	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-4_POR	0.12	24	0.022	0.20	40	Si	No
S11-5_POR	0.12	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-6_POR	0.11	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-7_POR	0.12	24	0.022	0.20	40	Si	No
S11-8_POR	0.12	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-9_POR	0.12	24	0.022	0.20	40	Si	No
S11-10_POR	0.12	24	0.022	0.20	40	Si	No
S11-11_POR	0.11	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-12_POR	0.11	23	0.022	0.20	40	Si	No
S11-13_POR	0.11	23	0.053	0.20	40	Si	No
S11-14_POR	0.11	23	0.053	0.20	40	Si	No



ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S11-15_POR	0.12	23	0.053	0.20	40	Si	No
S11-16_POR	0.12	23	0.053	0.20	40	Si	No
S11-17_POR	0.11	23	0.053	0.20	40	Si	No
S11-18L_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-18L_POR_B	0.12	24	0.053	0.20	40	Si	No
S11-18R_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-18R_POR_B	0.07	19	0.053	0.20	40	Si	No
S11-19L_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-19L_POR_B	0.06	17	0.053	0.20	40	Si	No
S11-19R_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-19R_POR_B	0.04	15	0.053	0.20	40	Si	No
S11-20_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-20_POR_B	0.06	17	0.031	0.20	40	Si	No
S11-21_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-21_POR_B	0.05	16	0.031	0.20	40	Si	No
S11-22_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-22_POR_B	0.06	17	0.053	0.20	40	Si	No
S11-23_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S11-23_POR_B	0.07	19	0.053	0.20	40	Si	No
S11-24_POR	N/A	N/A	0.081	0.20	40	Si	No
S11-24_POR_B	0.04	15	0.031	0.20	40	Si	No
S11-25_POR	N/A	N/A	0.081	0.20	40	Si	No
S11-25_POR_B	0.04	15	0.031	0.20	40	Si	No
S11-26_POR	0.06	17	0.031	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S11-27_POR	0.1	22	0.031	0.20	40	Si	No
S11-28_POR	0.08	19	0.031	0.20	40	Si	No
S11-29L_POR	0.09	21	0.031	0.20	40	Si	No
S11-29R_POR	0.09	21	0.031	0.20	40	Si	No
S11-30L_POR	0.07	19	0.031	0.20	40	Si	No
S11-30R_POR	0.1	22	0.031	0.20	40	Si	No
S11-31_POR	0.09	21	0.031	0.20	40	Si	No
S11-32_POR	0.09	21	0.018	0.20	40	Si	No
S11-33_POR	0.1	22	0.018	0.20	40	Si	No
S11-34_POR	<0.02	<10	0.226	0.05	35	Si	Si
S11-35_POR	0.09	21	0.226	0.20	40	Si	No
S11-36_POR	0.08	20	0.226	0.20	40	Si	No
E11-1_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-1_POR_B	0.08	19	0.226	0.20	40	Si	No
E11-2_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-2_POR_B	0.04	15	0.226	0.20	40	Si	No
E11-3L_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-3L_POR_B	0.02	<10	0.226	0.20	40	Si	No
E11-3R_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-3R_POR_B	0.02	<10	0.024	0.20	40	Si	No
E11-4L_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-4L_POR_B	0.04	15	0.024	0.20	40	Si	No
E11-4R_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-4R_POR_B	0.05	16	0.024	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E11-5L_POR	N/A	N/A	0.226	0.20	40	Si	No
E11-5L_POR_B	0.07	19	0.024	0.20	40	Si	No
E11-5R_POR	0.1	22	0.024	0.20	40	Si	No
E11-6L_POR	N/A	N/A	0.031	0.20	40	Si	No
E11-6L_POR_B	0.09	21	0.031	0.20	40	Si	No
E11-6R_POR	0.09	21	0.024	0.20	40	Si	No
S12-1L_POR	0.11	23	0.031	0.20	40	Si	No
S12-1R_POR	0.09	21	0.031	0.20	40	Si	No
S12-2L_POR	0.08	19	0.031	0.20	40	Si	No
S12-2R_POR	0.06	18	0.031	0.20	40	Si	No
S12-3_POR	0.06	18	0.031	0.20	40	Si	No
S12-4_POR	0.08	20	0.055	0.20	40	Si	No
S12-5_POR	0.09	21	0.055	0.20	40	Si	No
S12-6_POR	0.09	21	0.055	0.20	40	Si	No
S12-7_POR	0.09	21	0.077	0.20	40	Si	No
S12-8_POR	0.07	19	0.077	0.20	40	Si	No
S12-9_POR	0.03	12	0.077	0.20	40	Si	No
S12-10_POR	0.04	13	0.041	0.20	40	Si	No
S12-11L_POR	0.07	19	0.041	0.20	40	Si	No
S12-11R_POR	0.06	17	0.041	0.20	40	Si	No
S12-12L_POR	0.08	20	0.041	0.20	40	Si	No
S12-12R_POR	0.06	18	0.041	0.20	40	Si	No
S12-13L_POR	0.07	19	0.041	0.20	40	Si	No
S12-13R_POR	0.07	19	0.041	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S12-14L_POR	0.09	21	0.041	0.20	40	Si	No
S12-14R_POR	0.07	19	0.041	0.20	40	Si	No
S12-15_POR	0.08	20	0.013	0.20	40	Si	No
S12-16_POR	0.1	21	0.013	0.20	40	Si	No
S12-17_POR	0.1	21	0.013	0.20	40	Si	No
S12-18_POR	0.09	21	0.013	0.20	40	Si	No
S12-19_POR	0.07	19	0.104	0.20	40	Si	No
S12-20_POR	0.06	17	0.104	0.20	40	Si	No
S12-21_POR	0.06	17	0.104	0.20	40	Si	No
S12-22_POR	0.09	21	0.104	0.20	40	Si	No
S12-23_POR	0.08	20	0.104	0.20	40	Si	No
S12-24_POR	0.08	20	0.104	0.20	40	Si	No
S12-25_POR	0.09	20	0.116	0.20	40	Si	No
S12-26_POR	0.04	14	0.116	0.20	40	Si	No
S12-27_POR	0.04	13	0.116	0.20	40	Si	No
S12-28_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
S12-28_POR_B	0.03	13	0.116	0.20	40	Si	No
E12-1_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
E12-1_POR_B	0.05	16	0.053	0.20	40	Si	No
E12-2L_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
E12-2L_POR_B	0.08	20	0.053	0.20	40	Si	No
E12-2R_POR	0.1	22	0.053	0.20	40	Si	No
E12-3L_POR	N/A	N/A	0.053	0.20	40	Si	No
E12-3L_POR_B	0.08	20	0.053	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E12-3R_POR	0.11	23	0.053	0.20	40	Si	No
E12-4L_POR	0.1	22	0.053	0.20	40	Si	No
E12-4R_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
E12-5L_POR	N/A	N/A	0.026	0.20	40	Si	No
E12-5L_POR_B	0.07	19	0.026	0.20	40	Si	No
E12-5R_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
E12-6L_POR	N/A	N/A	0.026	0.20	40	Si	No
E12-6L_POR_B	0.07	19	0.026	0.20	40	Si	No
E12-6R_POR	N/A	N/A	0.026	0.20	40	Si	No
E12-6R_POR_B	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S13-1_POR	N/A	N/A	0.026	0.20	40	Si	No
S13-1_POR_B	0.04	14	0.026	0.20	40	Si	No
S13-2_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-3L_POR	0.11	23	0.026	0.20	40	Si	No
S13-3R_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S13-4L_POR	0.12	23	0.026	0.20	40	Si	No
S13-4R_POR	0.09	21	0.026	0.14	35	Si	No
S13-5L_POR	0.11	23	0.026	0.20	40	Si	No
S13-5R_POR	0.1	22	0.026	0.14	35	Si	No
S13-6L_POR	0.11	23	0.026	0.20	40	Si	No
S13-6R_POR	0.1	22	0.026	0.14	35	Si	No
S13-7_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S13-8_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S13-9_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S13-10_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S13-11L_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-11R_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-12L_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-12R_POR	0.08	20	0.026	0.20	40	Si	No
S13-13L_POR	0.11	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-13R_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-14L_POR	0.11	23	0.026	0.20	40	Si	No
S13-14R_POR	0.11	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-15L_POR	0.09	21	0.026	0.20	40	Si	No
S13-15R_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-16L_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-16R_POR	0.1	22	0.026	0.20	40	Si	No
S13-17L_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-17R_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-18L_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-18R_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-19L_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-19R_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-20_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-21_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-22_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-23_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-24_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S13-25_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-26_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-27_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-28_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-29_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-30_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
S13-31_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-32_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-33_POR	0.09	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-34_POR	0.1	21	0.048	0.20	40	Si	No
S13-35_POR	0.1	22	0.048	0.20	40	Si	No
E13-1_POR	N/A	N/A	0.048	0.20	40	Si	No
E13-1_POR_B	0.04	14	0.048	0.20	40	Si	No
E13-2_POR	N/A	N/A	0.048	0.20	40	Si	No
E13-2_POR_B	0.02	<10	0.048	0.20	40	Si	No
E13-3_POR	N/A	N/A	0.048	0.20	40	Si	No
E13-3_POR_B	<0.02	<10	0.01	0.20	40	Si	No
E13-4_POR	N/A	N/A	0.048	0.20	40	Si	No
E13-4_POR_B	<0.02	<10	0.01	0.20	40	Si	No
E13-5_POR	N/A	N/A	0.048	0.20	40	Si	No
E13-5_POR_B	<0.02	<10	0.01	0.20	40	Si	No
E13-6_POR	N/A	N/A	0.01	0.20	40	Si	No
E13-6_POR_B	0.02	<10	0.01	0.20	40	Si	No
E13-7_POR	N/A	N/A	0.01	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E13-7_POR_B	0.02	<10	0.01	0.20	40	Si	No
S14-1_POR	N/A	N/A	0.01	0.20	40	Si	No
S14-1_POR_B	0.02	<10	0.09	0.20	40	Si	No
S14-2_POR	0.04	14	0.09	0.20	40	Si	No
S14-3_POR	0.08	20	0.09	0.20	40	Si	No
S14-4_POR	0.05	16	0.091	0.20	40	Si	No
S14-5L_POR	0.15	26	0.091	0.20	40	Si	No
S14-5R_POR	0.17	27	0.091	0.20	40	Si	No
S14-6L_POR	0.16	26	0.081	0.20	40	Si	No
S14-6R_POR	0.18	27	0.081	0.20	40	Si	No
S14-7L_POR	0.1	22	0.081	0.20	40	Si	No
S14-7R_POR	0.1	22	0.081	0.20	40	Si	No
S14-8L_POR	0.1	22	0.081	0.20	40	Si	No
S14-8R_POR	0.1	22	0.081	0.20	40	Si	No
S14-9L_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No
S14-9R_POR	0.09	21	0.081	0.20	40	Si	No
S14-10_POR	0.06	18	0.081	0.20	40	Si	No
S14-11_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No
S14-12_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-13_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No
S14-14_POR	0.07	18	0.081	0.20	40	Si	No
S14-15_POR	0.06	17	0.081	0.20	40	Si	No
S14-16_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No
S14-17_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No



ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S14-18_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No
S14-19_POR	0.07	19	0.081	0.20	40	Si	No
S14-20_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-21_POR	0.09	21	0.081	0.20	40	Si	No
S14-22_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-23_POR	0.09	21	0.081	0.20	40	Si	No
S14-24_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-25_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-26_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-27_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-28_POR	0.09	21	0.081	0.20	40	Si	No
S14-29_POR	0.1	22	0.081	0.20	40	Si	No
S14-30_POR	0.08	20	0.081	0.20	40	Si	No
S14-31L_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-31R_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S14-32L_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S14-32R_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-33L_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-33R_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-34L_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-34R_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S14-35L_POR	0.07	19	0.023	0.20	40	Si	No
S14-35R_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S14-36L_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S14-36R_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S14-37_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-38_POR	0.07	19	0.023	0.14	35	Si	No
S14-39_POR	0.08	20	0.023	0.14	35	Si	No
S14-40_POR	0.09	21	0.023	0.14	35	Si	No
S14-41_POR	0.08	20	0.023	0.14	35	Si	No
S14-42_POR	0.07	19	0.023	0.20	40	Si	No
S14-43_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-44_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-45_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-46_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-47_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-48_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-49_POR	0.06	18	0.023	0.20	40	Si	No
S14-50_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-51_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-52_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S14-53_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
E14-1_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-1_POR_B	0.05	17	0.023	0.20	40	Si	No
E14-2L_POR	0.09	21	0.078	0.20	40	Si	No
E14-2R_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-2R_POR_B	0.07	19	0.078	0.20	40	Si	No
E14-3L_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E14-3L_POR_B	0.06	17	0.078	0.20	40	Si	No
E14-3R_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-3R_POR_B	0.05	16	0.078	0.20	40	Si	No
E14-4L_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-4L_POR_B	0.03	11	0.078	0.20	40	Si	No
E14-4R_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-4R_POR_B	0.03	11	0.078	0.20	40	Si	No
E14-5L_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-5L_POR_B	0.03	10	0.078	0.20	40	Si	No
E14-5R_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-5R_POR_B	0.03	11	0.078	0.20	40	Si	No
E14-6L_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-6L_POR_B	0.05	15	0.172	0.20	40	Si	No
E14-6R_POR	N/A	N/A	0.078	0.20	40	Si	No
E14-6R_POR_B	0.05	16	0.172	0.20	40	Si	No
S15-1L_POR	0.07	19	0.172	0.20	40	Si	No
S15-1R_POR	0.09	21	0.172	0.20	40	Si	No
S15-2L_POR	0.07	19	0.172	0.20	40	Si	No
S15-2R_POR	0.09	21	0.172	0.20	40	Si	No
S15-3_POR	0.08	20	0.172	0.20	40	Si	No
S15-4_POR	0.08	20	0.172	0.20	40	Si	No
S15-5_POR	0.08	20	0.172	0.20	40	Si	No
S15-6_POR	0.08	19	0.123	0.20	40	Si	No
S15-7_POR	0.09	21	0.123	0.14	35	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S15-8_POR	0.08	20	0.123	0.14	35	Si	No
S15-9_POR	0.08	20	0.123	0.14	35	Si	No
S15-10_POR	0.08	20	0.123	0.14	35	Si	No
S15-11_POR	0.08	20	0.123	0.20	40	Si	No
S15-12_POR	0.08	20	0.123	0.20	40	Si	No
S15-13_POR	0.08	19	0.123	0.20	40	Si	No
S15-14_POR	0.07	19	0.123	0.20	40	Si	No
S15-15_POR	0.07	19	0.036	0.20	40	Si	No
S15-16_POR	0.07	19	0.036	0.20	40	Si	No
S15-17_POR	0.07	19	0.036	0.20	40	Si	No
S15-18_POR	0.07	19	0.03	0.20	40	Si	No
S15-19_POR	0.08	20	0.03	0.20	40	Si	No
S15-20_POR	0.08	20	0.03	0.20	40	Si	No
S15-21L_POR	0.09	21	0.036	0.20	40	Si	No
S15-21R_POR	0.08	20	0.03	0.20	40	Si	No
S15-22L_POR	0.09	21	0.214	0.20	40	Si	No
S15-22R_POR	0.09	21	0.214	0.20	40	Si	No
S15-23L_POR	0.09	21	0.214	0.20	40	Si	No
S15-23R_POR	0.1	22	0.214	0.20	40	Si	No
S15-24L_POR	0.08	20	0.214	0.20	40	Si	No
S15-24R_POR	0.09	21	0.214	0.20	40	Si	No
S15-25L_POR	0.08	20	0.214	0.20	40	Si	No
S15-25R_POR	0.08	20	0.214	0.20	40	Si	No
S15-26L_POR	0.08	20	0.214	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S15-26R_POR	0.09	21	0.214	0.20	40	Si	No
S15-27L_POR	0.1	22	0.214	0.20	40	Si	No
S15-27R_POR	0.1	22	0.13	0.20	40	Si	No
S15-28L_POR	0.1	22	0.13	0.20	40	Si	No
S15-28R_POR	0.13	24	0.13	0.20	40	Si	Si
S15-29L_POR	0.09	21	0.13	0.20	40	Si	No
S15-29R_POR	0.13	24	0.13	0.20	40	Si	Si
S15-30_POR	0.11	23	0.13	0.20	40	Si	No
S15-31_POR	0.07	19	0.13	0.20	40	Si	No
S15-32_POR	0.07	19	0.13	0.20	40	Si	No
S15-33_POR	0.07	19	0.188	0.20	40	Si	No
S15-34_POR	0.07	19	0.188	0.20	40	Si	No
S15-35_POR	0.07	19	0.188	0.20	40	Si	No
S15-36_POR	0.07	19	0.188	0.20	40	Si	No
S15-37_POR	0.08	19	0.188	0.20	40	Si	No
S15-38_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-39_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-40_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-41_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-42_POR	0.1	22	0.188	0.20	40	Si	No
S15-43_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-44_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-45_POR	0.09	21	0.188	0.20	40	Si	No
S15-46_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S15-47_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S15-48_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S15-49_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S15-50_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S15-51_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S15-52_POR	0.09	21	0.015	0.20	40	Si	No
S15-53_POR	0.08	20	0.025	0.20	40	Si	No
S15-54L_POR	0.07	19	0.025	0.20	40	Si	No
S15-54R_POR	0.1	22	0.025	0.20	40	Si	No
S15-55L_POR	0.08	20	0.025	0.20	40	Si	No
S15-55R_POR	0.1	22	0.025	0.20	40	Si	No
E15-1L_POR	N/A	N/A	0.025	0.20	40	Si	No
E15-1L_POR_B	0.08	20	0.025	0.20	40	Si	No
E15-1R_POR	0.1	22	0.025	0.20	40	Si	No
E15-2L_POR	N/A	N/A	0.025	0.20	40	Si	No
E15-2L_POR_B	0.04	15	0.11	0.20	40	Si	No
E15-2R_POR	N/A	N/A	0.025	0.20	40	Si	No
E15-2R_POR_B	0.05	16	0.025	0.20	40	Si	No
E15-3L_POR	0.09	21	0.11	0.20	40	Si	No
E15-3R_POR	N/A	N/A	0.025	0.20	40	Si	No
E15-3R_POR_B	0.07	18	0.11	0.20	40	Si	No
E15-4L_POR	N/A	N/A	0.11	0.20	40	Si	No
E15-4L_POR_B	0.09	21	0.11	0.20	40	Si	No
E15-4R_POR	N/A	N/A	0.025	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E15-4R_POR_B	0.07	18	0.11	0.20	40	Si	No
E15-5L_POR	N/A	N/A	0.11	0.20	40	Si	No
E15-5L_POR_B	0.09	21	0.11	0.20	40	Si	No
E15-5R_POR	N/A	N/A	0.11	0.20	40	Si	No
E15-5R_POR_B	0.07	18	0.11	0.20	40	Si	No
E15-6_POR	0.08	20	0.11	0.20	40	Si	No
S16-1_POR	0.08	20	0.11	0.20	40	Si	No
S16-2_POR	0.09	21	0.11	0.20	40	Si	No
S16-3_POR	0.09	21	0.11	0.20	40	Si	No
S16-4_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-5_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-6_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-7_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-8L_POR	0.11	22	0.061	0.20	40	Si	No
S16-8R_POR	0.1	22	0.061	0.20	40	Si	No
S16-9L_POR	0.1	22	0.061	0.20	40	Si	No
S16-9R_POR	0.1	22	0.061	0.20	40	Si	No
S16-10L_POR	0.1	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-10R_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-11_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-12L_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-12R_POR	N/A	N/A	0.061	0.20	40	Si	No
S16-12R_POR_B	0.07	19	0.061	0.20	40	Si	No
S16-13L_POR	0.09	21	0.061	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S16-13R_POR	0.1	22	0.061	0.20	40	Si	No
S16-14L_POR	0.08	20	0.061	0.20	40	Si	No
S16-14R_POR	0.1	21	0.061	0.20	40	Si	No
S16-15_POR	0.08	20	0.061	0.20	40	Si	No
S16-16_POR	0.1	22	0.061	0.20	40	Si	No
S16-17_POR	0.08	20	0.147	0.20	40	Si	No
S16-18_POR	0.08	20	0.147	0.20	40	Si	No
S16-19_POR	0.08	20	0.147	0.20	40	Si	No
S16-20_POR	0.08	20	0.147	0.20	40	Si	No
S16-21_POR	0.09	21	0.147	0.20	40	Si	No
S16-22_POR	0.08	20	0.147	0.20	40	Si	No
S16-23_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S16-24_POR	0.09	21	0.147	0.20	40	Si	No
S16-25L_POR	0.09	21	0.147	0.20	40	Si	No
S16-25R_POR	0.09	21	0.147	0.20	40	Si	No
S16-26L_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S16-26R_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S16-27L_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S16-27R_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S16-28L_POR	0.11	23	0.147	0.14	35	Si	No
S16-28R_POR	0.08	20	0.147	0.14	35	Si	No
S16-29L_POR	0.12	24	0.147	0.14	35	Si	Si
S16-29R_POR	0.11	23	0.147	0.14	35	Si	No
S16-30L_POR	0.1	22	0.071	0.20	40	Si	No



ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S16-30R_POR	0.09	21	0.071	0.20	40	Si	No
S16-31L_POR	0.09	21	0.071	0.20	40	Si	No
S16-31R_POR	0.09	21	0.071	0.20	40	Si	No
S16-32L_POR	0.12	23	0.071	0.20	40	Si	No
S16-32R_POR	0.09	21	0.071	0.20	40	Si	No
S16-33L_POR	0.06	17	0.032	0.20	40	Si	No
S16-33R_POR	0.06	17	0.071	0.20	40	Si	No
S16-34_POR	0.09	21	0.106	0.20	40	Si	No
S16-35_POR	N/A	N/A	0.106	0.20	40	Si	No
S16-35_POR_B	0.07	19	0.106	0.20	40	Si	No
E16-1_POR	N/A	N/A	0.106	0.20	40	Si	No
E16-1_POR_B	0.06	17	0.106	0.20	40	Si	No
E16-2L_POR	N/A	N/A	0.106	0.20	40	Si	No
E16-2L_POR_B	0.03	12	0.045	0.20	40	Si	No
E16-2R_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-2R_POR_B	0.04	13	0.045	0.20	40	Si	No
E16-3L_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-3L_POR_B	0.03	12	0.176	0.20	40	Si	No
E16-3R_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-3R_POR_B	0.03	11	0.045	0.20	40	Si	No
E16-4L_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-4L_POR_B	0.04	14	0.176	0.20	40	Si	No
E16-4R_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-4R_POR_B	0.03	12	0.176	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
E16-5L_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-5L_POR_B	0.06	17	0.147	0.20	40	Si	No
E16-5R_POR	N/A	N/A	0.045	0.20	40	Si	No
E16-5R_POR_B	0.06	17	0.147	0.20	40	Si	No
E16-6L_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
E16-6R_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S17-1L_POR	0.09	21	0.147	0.20	40	Si	No
S17-1R_POR	0.11	23	0.147	0.20	40	Si	No
S17-2L_POR	0.08	20	0.147	0.20	40	Si	No
S17-2R_POR	0.1	22	0.147	0.20	40	Si	No
S17-3L_POR	0.11	23	0.147	0.20	40	Si	No
S17-3R_POR	0.11	23	0.147	0.20	40	Si	No
S17-4L_POR	0.11	23	0.147	0.20	40	Si	No
S17-4R_POR	0.11	23	0.031	0.20	40	Si	No
S17-5_POR	0.09	21	0.15	0.20	40	Si	No
S17-6_POR	0.08	20	0.15	0.20	40	Si	No
S17-7L_POR	0.08	20	0.15	0.20	40	Si	No
S17-7R_POR	0.08	20	0.15	0.20	40	Si	Si
S17-8L_POR	0.09	21	0.15	0.20	40	Si	No
S17-8R_POR	0.09	21	0.15	0.20	40	Si	No
S17-9L_POR	0.09	21	0.132	0.20	40	Si	No
S17-9R_POR	0.11	23	0.023	0.20	40	Si	No
S17-10L_POR	0.06	18	0.023	0.20	40	Si	No
S17-10R_POR	0.1	22	0.023	0.20	40	Si	No

ID del punto de recepción	Vibraciones y sonidos terrestres en el POR <sup>[1]</sup> [2]		Vibración de línea base en POR <sup>[3]</sup> RMS (mm/s)	Límite de rendimiento <sup>[4]</sup>		Conformidad con el límite después de la mitigación (Sí/No)	¿Incluye medidas de mitigación adicionales?
	Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		Vibración (mm/s)	Sonido (dBA)		
S17-11L_POR	0.06	17	0.023	0.20	40	Si	No
S17-11R_POR	0.09	21	0.023	0.20	40	Si	No
S17-12L_POR	0.05	16	0.023	0.20	40	Si	No
S17-12R_POR	0.08	20	0.023	0.20	40	Si	No
S17-13_POR	0.07	19	0.023	0.20	40	Si	No
S17-14_POR	0.06	17	0.023	0.20	40	Si	No
S17-15_POR	0.05	16	0.04	0.20	40	Si	No
S17-16_POR	0.04	15	0.04	0.20	40	Si	No
S17-17_POR	0.04	14	0.011	0.20	40	Si	No
S17-18_POR	0.04	14	0.011	0.20	40	Si	No
S17-19_POR	0.04	15	0.04	0.20	40	Si	No

[1] La vibración es independiente del horario diurno o nocturno.

[2] A diferencia del sonido aéreo, el sonido terrestre es independiente de la hora del día o de la noche.

[3] Los niveles máximos regulares de referencia (RPL) se proporcionan a modo de comparación, los niveles máximos ocasionales (OPL) son sustancialmente más altos. Consulte el estudio de línea base de las vibraciones para ver los resultados completos de la línea de base (L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-IN-0004)

[4] Niveles máximos admisibles AT 15

Fuente: WSP 2022

El control y la mitigación de la vibración pueden incluir una o más de las siguientes intervenciones en combinación que se consideran parte del proceso de diseño:

- ▶ Sujetadores resistentes: se utilizan para sujetar el riel a las losas de la vía
- ▶ Balasto: lecho de la vía sobre el que descansan los rieles.
- ▶ Mantas de balasto: almohadilla de goma o elastómero debajo del balasto.
- ▶ Almohadillas de riel o de amarre: almohadilla con soporte elástica que se usa debajo del riel o el amarre del riel.
- ▶ Pista de losa flotante: consiste en una losa de concreto aislada apoyada en una capa elástica o sistema de resorte.

Además, las siguientes opciones se pueden considerar como parte de los cambios operativos o como otra forma de control:

- ▶ Velocidad del vehículo: reducir la velocidad de funcionamiento del tren a la mitad reduce los niveles de vibración hasta en 6 dB, lo que normalmente se considera para operaciones nocturnas.
- ▶ Zanjas de tierra: las zanjas se utilizan para controlar la vibración y el ruido estructurales; dichos tramos se pueden llenar con material rígido; si se considera, estará en el rango de 15 a 20 pies de profundidad.
- ▶ Tratamiento del receptor - en algunos casos, es conveniente modificar el receptor estructuralmente o modificar el uso.

En este diseño, la adición de balasto y la losa flotante no se consideran factibles. Se considera la opción de almohadilla de riel. Un ejemplo de material que puede ser usado para soportes elásticos es una espuma de polímero de poliuretano. Las posibles ubicaciones de los soportes elásticos incluyen almohadillas de amarre inferior, almohadillas de placa base, soporte de riel continuo y estructura de vigas en U bajo el hormigón del viaducto (cojinete de alta elasticidad).

El análisis indicó que:

- ▶ Receptores de categoría 4: tanto los niveles de vibración como los de ruido terrestre están por debajo de los límites
- ▶ Receptores de categoría 3: algunos de los receptores de categoría 3 requirieron un control de las vibraciones
- ▶ Receptores de categoría 2: se identificaron un total de 4 ubicaciones como receptores de Categoría 2 y, como se discutió anteriormente, se revisaron individualmente en detalle. La revisión indicó que estos edificios tienen aplicaciones comerciales en los pisos inferiores. Como método conservador, se aplicaron los límites correspondientes a los edificios institucionales (oficinas).
- ▶ Receptores de categoría 1: los edificios de esta categoría están dentro del límite de intervención y no se consideran receptores.

Para el corredor completo, incluidas las obras especiales de vía, como interruptores y juntas, el control de la vibración se puede lograr a través de una combinación de la almohadilla secundaria flexible que se requiere debajo del asiento según AT 5 Sección 3.5, "Sistema de fijación de riel", y en sitios que requieren un control adicional, esta almohadilla se puede reemplazar con una almohadilla de aislamiento. Los criterios de diseño para estas almohadillas son los siguientes:

- ▶ Se asumió una almohadilla con una rigidez de 20-25 kN/mm debajo del riel para cumplir con el requisito del AT 5 Sección 2 "Estructuras ferroviarias", donde se establece que "el diseño debe incluir una almohadilla ranurada dura debajo del riel para limitar el balanceo del riel cuando pasan las ruedas". Esta almohadilla se requerirá en todo el corredor, excepto en sitios específicos.
- ▶ Para los 12 segmentos cortos que requieren mitigación adicional, los cuales son identificados en la Tabla 226, requerirán una almohadilla ligeramente más blanda con una rigidez en el intervalo de 10-15 kN/mm. Como se discutió, las ubicaciones de categoría 2 también se

revisaron en detalle. Considerando su uso comercial, y con la mitigación recomendada (almohadillas de 10-15 kN / mm), el riesgo de un impacto negativo significativo en estos receptores es bajo.

Tabla 226 – Puntos de mitigación

ID control de vibración	Abscisa inicio	Abscisa fin	Longitud del sector (m)	Tipo de mitigación
SL2-01	3+800	3+900	100	Almohadilla de riel
SL2-02	5+280	5+400	120	Almohadilla de riel
SL2-03	5+530	5+570	40	Almohadilla de riel
SL2-04	6+350	6+510	160	Almohadilla de riel
SL2-05	8+170	8+230	60	Almohadilla de riel
SL2-06	11+870	11+990	120	Almohadilla de riel
SL2-07	12+580	13+110	530	Almohadilla de riel
SL2-08	16+200	13+260	60	Almohadilla de riel
SL2-09	14+800	15+040	240	Almohadilla de riel
SL2-10	20+660	20+780	120	Almohadilla de riel
SL2-11	22+680	22+780	100	Almohadilla de riel
SL2-12	23+370	23+430	60	Almohadilla de riel

Fuente: WSP 2022

El análisis de la línea de base presentado en el informe del estudio de vibración de la línea de base utilizando mediciones de vibración indicó que las condiciones de la línea de base incluyen picos ocasionales en el intervalo de 0,03 mm/s – 14,08 mm/s PPV y 0,01 mm/s - 1,12 mm/s RMS. En general, la vibración está por debajo de estos picos ocasionales la mayor parte del tiempo, y a menudo alcanza picos regulares (RPL) de 0,02 mm/s - 0,69 mm/s PPV, y 0,01 mm/s - 0,31 mm/s RMS. Esto es coherente con la conclusión del estudio de vibración de línea base realizado como parte de la EIA.

Como se ha indicado anteriormente, no se espera que las condiciones de línea base (es decir, los niveles de vibración pico) aumenten una vez que las condiciones pandémicas se eliminen por completo; sin embargo, el número de eventos de picos de vibración más altos que ocurren aumentará a medida que aumente el uso de vehículos comerciales. En el futuro, una vez que la PLMB entre en funcionamiento con una capacidad de transporte de 72,000 pasajeros por hora/dirección, habrá una reducción sustancial del tráfico de vehículos de pasajeros; sin embargo, el número de vehículos comerciales no se verá afectado por la operación de la PLMB.

#### 5.2.3.5.5 *Conclusión*

Los datos y patrones de vibraciones adicionales indicaron que hay hasta tres niveles en la zona: 1 – Niveles Máximos Ocasionales (OPL): Picos Ocasionales/atípicos debido a camiones pesados u otros movimientos vehiculares combinados con las condiciones de la vía (el pico más alto medido) - por ejemplo, un vehículo que impacta con un bache o que va a gran velocidad en una zona irregular; 2 - Niveles máximos regulares (RPL): Picos Regulares que pueden esperarse con un vehículo en buen estado y las condiciones de la vía; y, 3 - Niveles vibracionales regulares (RVL): Vibración regular predominante durante la mayor parte del tiempo. El análisis indicó que las condiciones de línea base incluyen picos ocasionales en el rango de los 0,03 mm/s – 14,08 mm/s PPV y 0,01 mm/s – 1,12 mm/s RMS. En general, la vibración está por debajo de estos picos ocasionales durante la mayor parte del tiempo, a menudo alcanzando picos regulares (RPL) de 0,02 mm/s – 0,69 mm/s PPV, y 0,01 mm/s – 0,31 mm/s RMS.

Los estudios de vibraciones para la etapa de construcción, operación y mantenimiento se encuentran aún en estudio y se presentaran de manera completa en la siguiente versión de este Estudio.

### 5.3 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

Para conocer el medio biótico del área de influencia del proyecto se hace necesario hacer énfasis en ciertos factores como la estructura ecológica principal, coberturas de la tierra, zonas de vida, caracterización florística y faunística.

De esta manera, para la estructuración metodológica de este componente, se involucran procesos sistemáticos y secuenciales de observación, descripción, ajustes y complementación de la documentación bibliográfica y cartográfica existente para las áreas de influencia definidas, además de procesos temáticos, foto interpretativos y analíticos, tendientes a caracterizar el área requerida para la materialización de las obras de construcción. Así bien, con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto y mejorar el proceso participación de todos los actores en la toma de decisiones del mismo, debido a que presenta alta probabilidad de provocar impactos ambientales negativos importantes; es decir, de gran magnitud, en un territorio amplio y durante un tiempo prolongado, dentro del desarrollo del presente numeral fueron tenidas en cuenta las Salvaguardias ambientales y sociales de la Banca Multilateral; bajo los lineamientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se revisó la Política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardas (OP -703), en cuanto a los parámetros del Banco Mundial (BM) se revisó la política de Evaluación ambiental (OP 4.01) y Manejo de plagas (OP 4.09) Finalmente, con base en lo estipulado por el Banco Europeo de Inversiones (BEI), se tuvieron presente la política de Evaluación de impactos ambientales y sociales y riesgos y la política de Biodiversidad y ecosistemas.

Vale la pena resaltar que la política del Banco Mundial Hábitats Naturales (OP/BD 4.04), se analizó y fue puesta en consideración para el presente estudio, sin embargo teniendo en cuenta que la política va orientada a salvaguardar las funciones ecológicas de hábitats naturales vulnerables, luego de realizado el análisis detallado de las áreas de influencia, no se identificaron hábitats con estas características puesto que el área en la que se desarrolla el proyecto presenta una alta intervención antrópica y las coberturas vegetales presentan fuerte transformación.

Es decir que tal y como se explicó en el numeral 2.5. Metodología, la caracterización del medio que se presenta a continuación acogen las Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral relacionadas en la Figura 445, con el objeto de garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto, así como prevenir, mitigar y gestionar los riesgos e impactos ambientales y sociales, potencializar los impactos positivos y mejorar el proceso de participación de los diversos actores en la toma de decisiones.

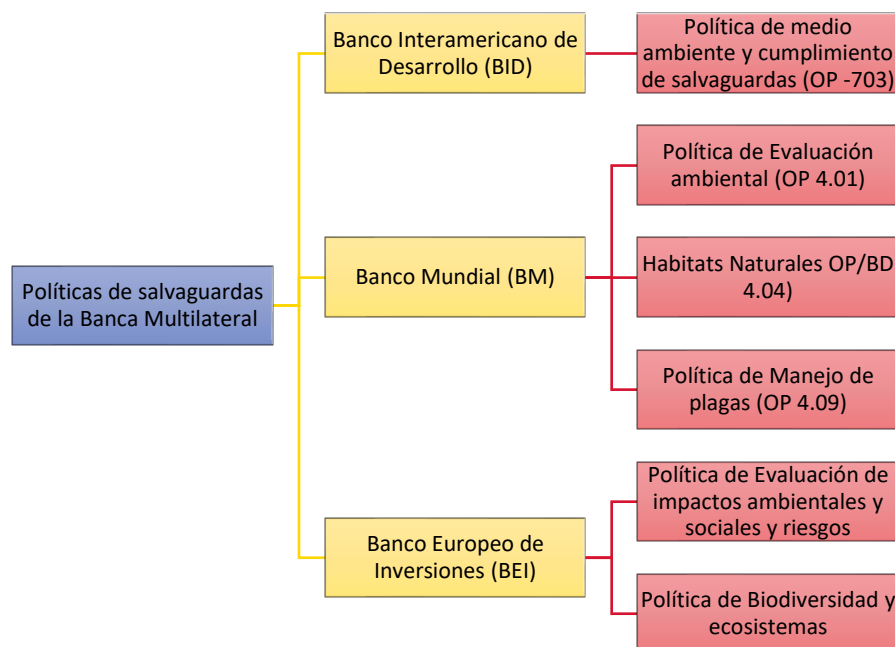


Figura 445 Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral  
componente biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.1 Estructura Ecológica Principal – EPP

Los elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal - EEP, constituyen la estrategia de integración de la red de ecosistemas del Distrito Capital, y a su vez de esta con la región, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la biodiversidad y de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas. Desde este punto de vista, se incluye en el análisis en los sitios de cruce con los diferentes componentes de la EEP que se presentan a lo largo del Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto y que podrían ser intervenidas principalmente durante la etapa de construcción del proyecto.

Con base en el Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto se llevó a cabo la revisión en la base de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá en el visor geográfico ambiental de la Estructura Ecológica Principal, Esta estructura está conformada por las áreas y corredores que sostienen, generan y conducen los procesos ecológicos esenciales a través del territorio urbano y rural, conectando los ecosistemas estratégicos del Distrito y la región y garantizando una provisión segura, equitativa y diversa de los servicios ambientales a la población. Está conformada por las Áreas protegidas del orden Distrital, los Sistemas Hídricos, los Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde y los Conectores Ecosistémicos

La Estructura Ecológica Principal – EEP está definida según el Decreto No. 555 de 29 de diciembre del 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá” Artículo 41 se define la Estructura Ecológica Principal como:



”...ordenadora del territorio y garante de los equilibrios ecosistémicos para un modelo de ocupación en clave de sostenibilidad ambiental regional. Esta estructura está constituida por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. Se configura a partir de la integración de las áreas de origen natural y antrópico, las cuales mantienen una oferta ambiental significativa para sus habitantes y de otras formas de vida de la ciudad y la región.”

La Estructura Ecológica Principal está conformada por cuatro (4) componentes con categorías y elementos, así:

Tabla 227 - Estructura Ecológica Principal POT 2021

Componente	Categoría	Elemento
<b>Áreas Protegidas del 1 Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP</b>	Áreas protegidas públicas del orden nacional	Parque Nacional Natural Sumapaz
		Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá
	Áreas protegidas privadas del orden nacional	Reservas Naturales de la Sociedad Civil
<b>Zonas de conservación</b>	Áreas de conservación in situ	Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá
		Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá Thomas Van Der Hammen
	Áreas protegidas del orden Distrital	Paisajes Sostenibles
		Parques Distritales Ecológicos de Montaña
		Reservas Distritales de Humedal
<b>Áreas de Especial Importancia Ecosistémica</b>	Paramos	Corredor de Paramos Cruz verde – Sumapaz
	Sistema hídrico	Cuerpos hídricos naturales
		Cuerpos hídricos artificiales
<b>Área Complementarias para la Conservación</b>	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal
		Parques de Borde

Componente	Categoría	Elemento
	Subzona de importancia ambiental de los POMCA	Áreas provenientes de la subzona de importancia ambiental del POMCA Río Bogotá.
	Áreas de resiliencia climática y protección y por riesgo	Áreas de resiliencia climática y protección y por riesgo

Fuente: Consorcio ambiental metro L1, 2022

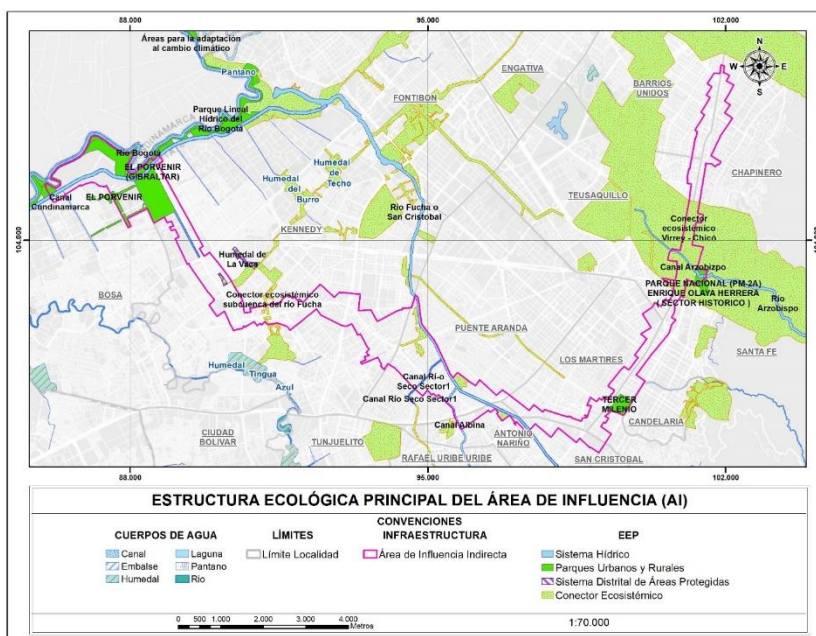


Figura 446 Estructura Ecológica Principal del Área de Influencia (AI)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

Tabla 228 – Estructura Ecológica Principal presente dentro Área de Influencia indirecta

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha) Dentro del AI	Área (ha) Dentro del AID
Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Áreas para la adaptación al cambio climático	47,24	0.01
	Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá	7,74	0.0002
	El Porvenir	11,56	-
	El Porvenir (Gibraltar)	65,86	5.08
	Tercer Milenio	14,48	0.02

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha) Dentro del AII	Área (ha) Dentro del AID
	Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico)	6,59	-
Sistema hídrico	Río Bogotá	1,05	-
	Canal Cundinamarca	23,59	2.04
	Canal Albina	4,43	0.33
	Canal Río Seco Sector1	3,65	0.20
	Río Fucha o San Cristóbal	25,33	1.35
	Canal Arzobispo	2,45	0.26
	Canal Tintal II	7,25	6.13
	Río Arzobispo	1,98	-
Reservas Distritales de Humedal	Humedal de La Vaca	2,25	-

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Cabe la pena aclarar que según el Artículo 11 del Decreto 555 de 2021, parágrafo 1, los conectores ecosistémicos, NO hacen parte de la Estructura Ecológica Principal, ni constituyen afectación o se reconocen como un suelo de protección, a no ser que se traslapen con las áreas de la EEP. Sin embargo, teniendo en cuenta que estas áreas son áreas de alta importancia para la consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incrementando la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital, se tuvieron en cuenta para el análisis de caracterización del biótica del presente estudio.

Tabla 229 – Conectores Ecosistémicos presente dentro Área de Influencia indirecta

Conector	Nombre	Área (ha) Dentro del AII	Área (ha) Dentro del AID
Conectores Ecosistémicos	Conector ecosistémico Virrey - Chicó	93,65	13.02
	Conector ecosistémico subcuena del río Fucha	57,93	1.74

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.1.1 Sistema de áreas protegidas del Distrito Capital

De acuerdo con lo definido en el Artículo 51 del Decreto 555 de 2021, el Sistema Distrital de áreas protegidas, hace referencia a:

*“Conjunto de áreas definidas geográficamente que por sus condiciones biofísicas y culturales aportan a la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a nivel regional o*

*local, para lo cual, se deben implementar medidas de manejo que permitan asegurar la continuidad de los procesos para mantener la diversidad biológica, garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano y garantizar la permanencia del medio natural o de algunos de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del Distrito Capital y de la valoración social de la naturaleza”.*

Es importante resaltar que estas áreas se reconocen como bienes naturales y culturales colectivos que hacen parte del territorio distrital. Así bien conforme con el Artículo 51 del Decreto 555 de 2021, estas áreas incorporan tres elementos:

- ▶ Paisajes sostenibles
- ▶ Parques Distritales Ecológicos de Montaña
- ▶ Reservas Distritales de Humedal

Dentro del área de influencia del proyecto Metro de Bogotá Línea 1 se encuentra el Humedal de La Vaca, este humedal se encuentra dentro de la categoría de Reservas Distritales de Humedal, las cuales son áreas definidas geográficamente que, por su funcionalidad ecosistémica, aportan a la conservación del hábitat de especies y poblaciones. Estas áreas se constituyen como una unidad ecológica de manejo, compuesta por la franja acuática, litoral y terrestre. Estas áreas serán reconocidas como sistemas socio ecológicos.

El Humedal La Vaca se encuentra dentro del Área de Influencia Indirecta, sin embargo, no se afecta por la construcción de este. En cuanto a las demás Categorías de Áreas Protegidas del 1 Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP del POT no se encuentran dentro del área de influencia o próximas al proyecto.

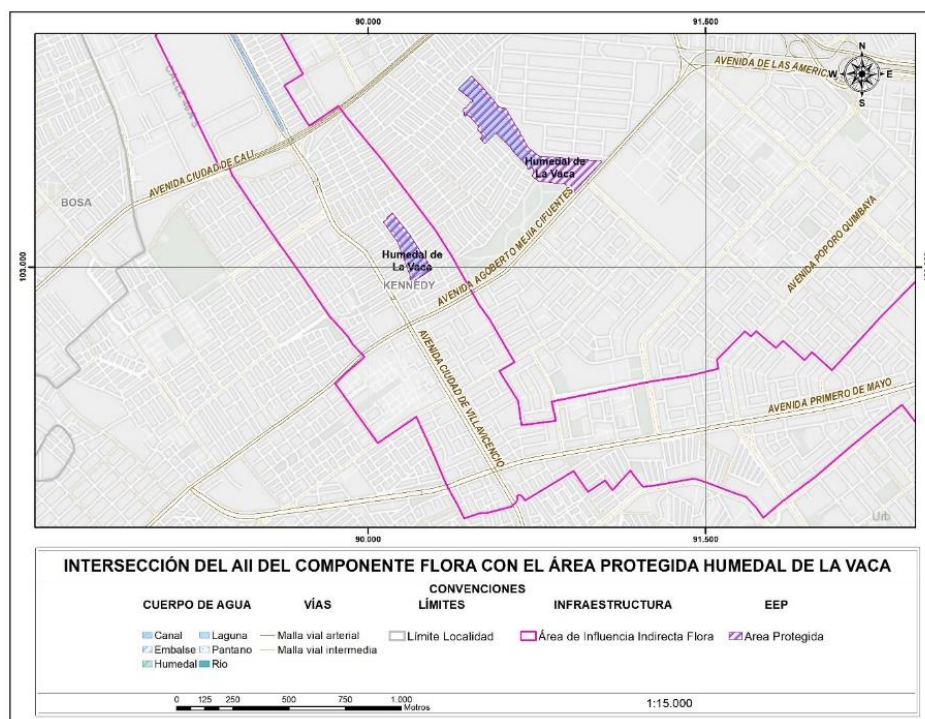


Figura 447 Intersección del AII del Componente Flora los Sistemas de Áreas Protegidas del Distrito Capital Humedal de La Vaca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.1.2 Parques contemplativos y de la red estructurante que hacen parte de la estructura ecológica principal

Los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde, de acuerdo con el Artículo 67 del Decreto 555 de 2021 se reconocen como:

*“Áreas destinadas a las actividades de disfrute ambiental y conservación y actividades recreativas y deportivas al interior del suelo urbano y rural, las cuales deben mantener la funcionalidad y la conectividad ecológica de la Estructura Ecológica Principal.”*

Estas áreas están enmarcadas en el contexto urbano dentro del límite definido para el área urbana de Bogotá y están clasificados de la siguiente manera:

- ▶ Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal.
- ▶ Parques de Borde
  - ▶ Red de Parques del Río Bogotá.
  - ▶ Parque Lineal del Río Bogotá

- ▶ Áreas complementarias para la adaptación al cambio climático
- ▶ Parque de Borde de los Cerros Orientales
- ▶ Parque de Borde de Cerro Seco

Como contexto, los parques urbanos metropolitanos y zonales son definidos por el POT vigente como elementos de la EEP, en virtud de su potencial como elementos que complementan en área y conectividad ecológica a la red de espacios conformada por las áreas protegidas.

Los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde que se encuentran dentro del Área de Influencia Indirecta (AII) son: Parque El Porvenir (Gibraltar), El Porvenir, Parque Tercer Milenio, Parque Nacional (pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector histórico) Parque Lineal del Río Bogotá, Áreas complementarias para la adaptación al cambio climático.

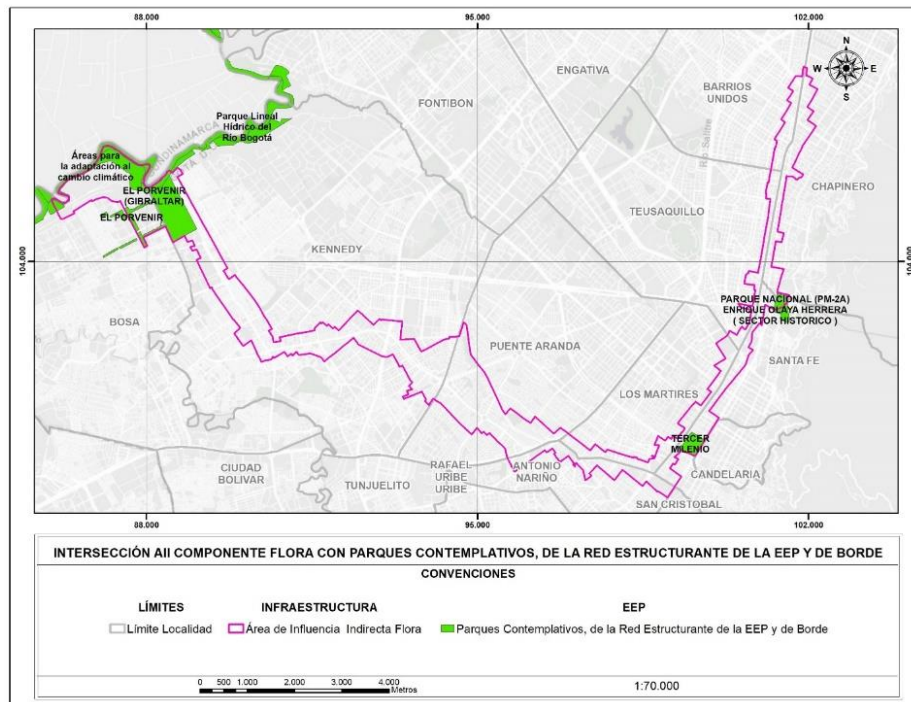


Figura 448 Intersección del AII del Componente Flora con los Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la EEP y Parques de Borde

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

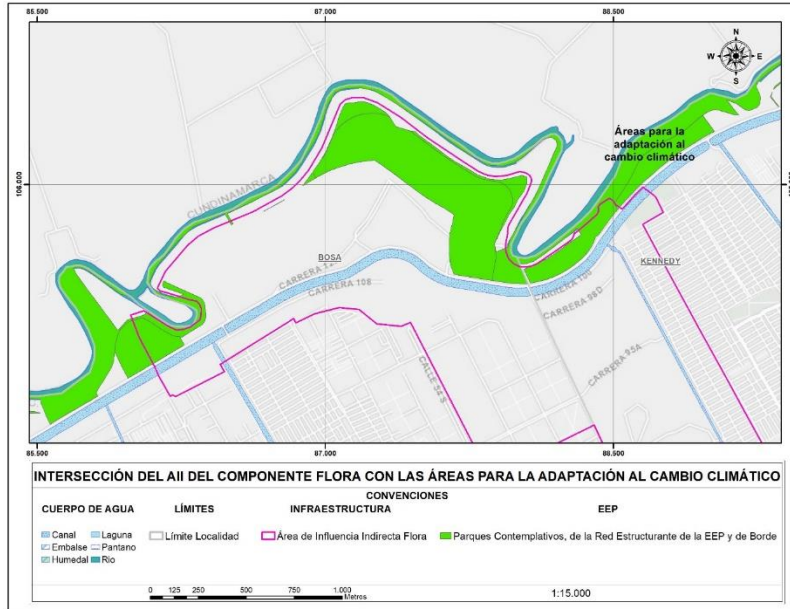


Figura 449 Intersección del AII del Componente Flora con las Áreas para la adaptación al cambio climático

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 450 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

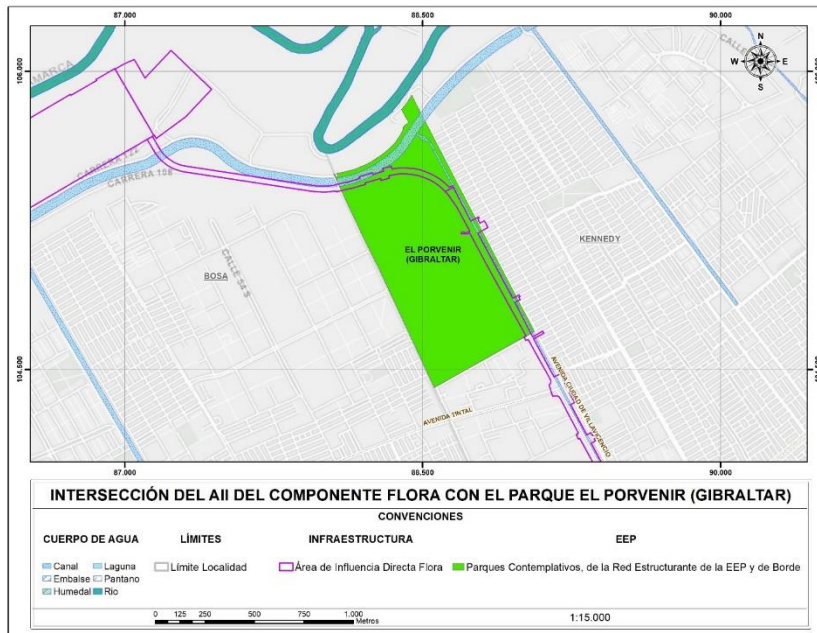


Figura 451 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque El Porvenir (Gibraltar)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 452 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque El Porvenir

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022





Figura 453 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Tercer Milenio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

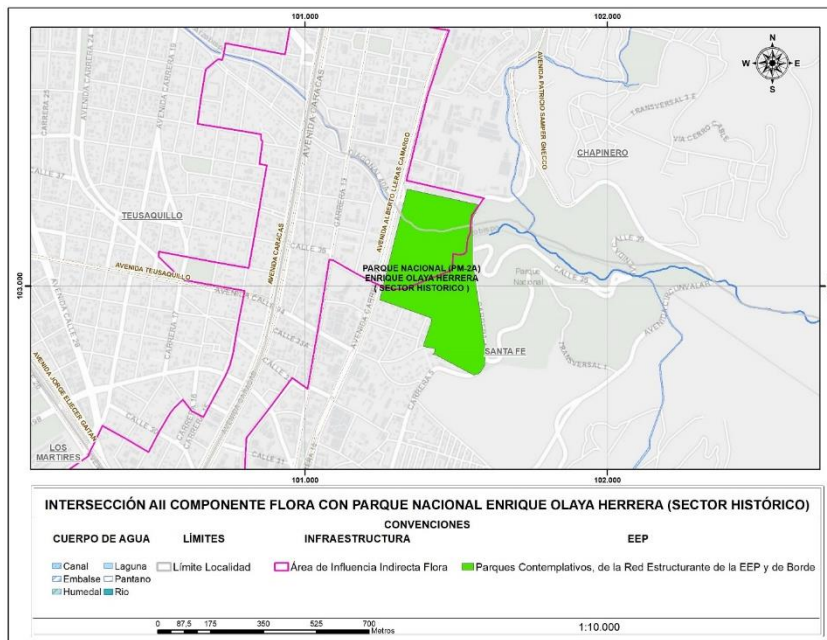


Figura 454 Intersección del AII del Componente Flora con el Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.1.3 Sistema hídrico

El Artículo 60 del Decreto 555 de 2021 describe al Sistema Hídrico del Distrito Capital como una categoría del componente de áreas de especial importancia ecosistémica de la Estructura Ecológica Principal.

Esta categoría se compone por los cuerpos y corrientes hídricas naturales y artificiales, así como sus áreas de ronda, los cuales son:

- ▶ Nacimientos de agua y sus rondas hídricas.
- ▶ Ríos y quebradas y sus rondas hídricas.
- ▶ Lagos y lagunas.
- ▶ Humedales y sus rondas hídricas.
- ▶ Áreas de recarga de acuíferos.
- ▶ Cuerpos hídricos naturales canalizados y sus rondas hídricas.
- ▶ Canales artificiales.
- ▶ Embalses.
- ▶ Vallados

Dentro del Área de Influencia Indirecta para el componente flora se encuentran los siguientes sistemas hídricos: Río Bogotá, Canal Albina, Canal tintal II, Canal Cundinamarca, Río Fucha o San Cristóbal, Canal del Río Seco Sector 1, Canal arzobispo y Río Arzobispo.

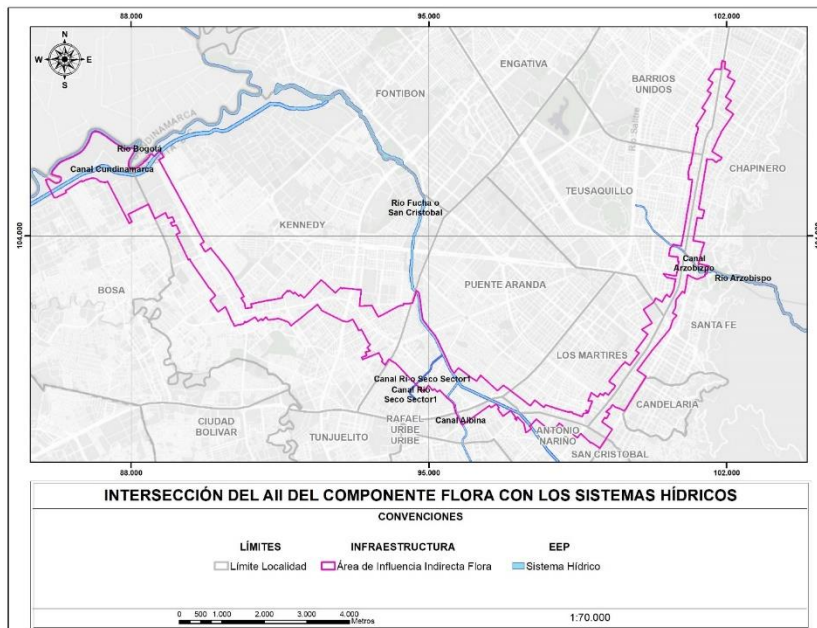


Figura 455 Intersección del AII del Componente Flora con los Sistemas Hídricos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

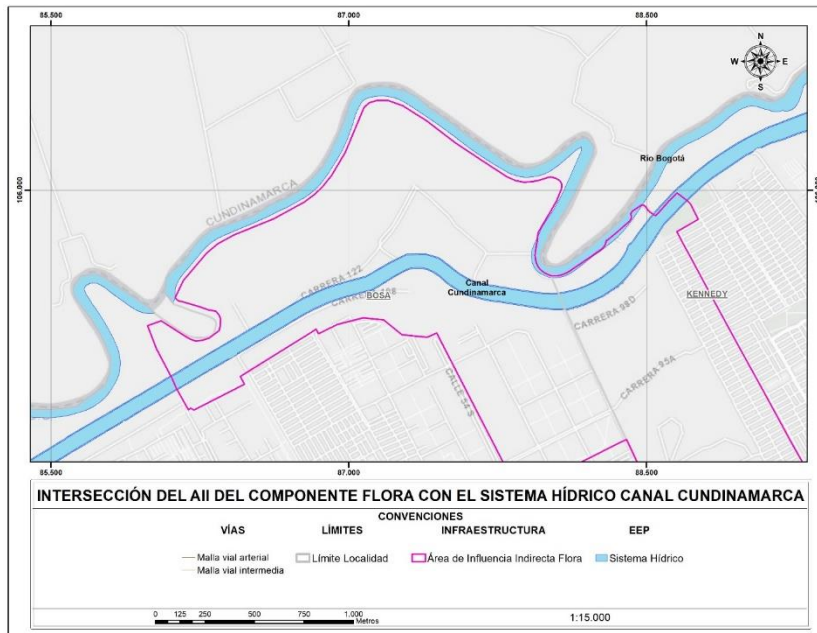


Figura 456 Intersección del Aii del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Cundinamarca

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

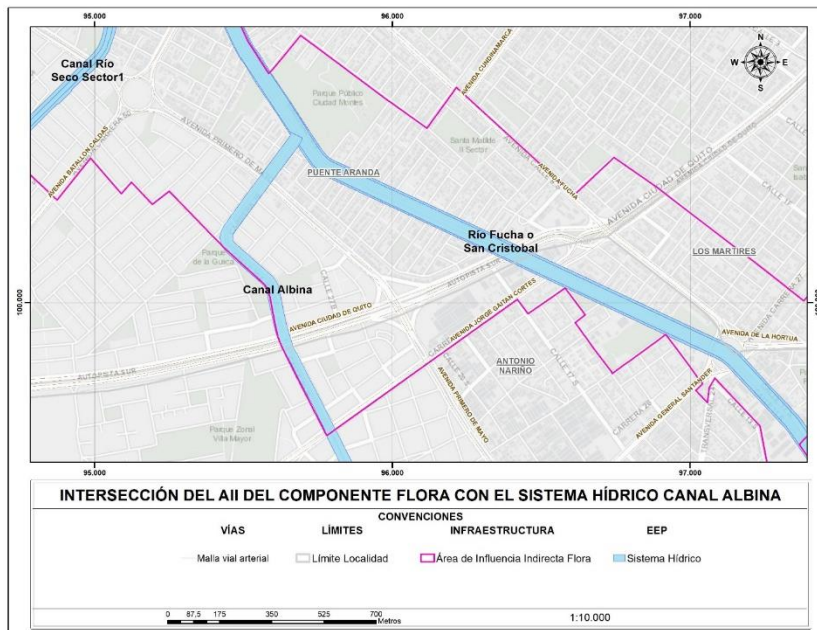


Figura 457 Intersección del Aii del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Albina

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

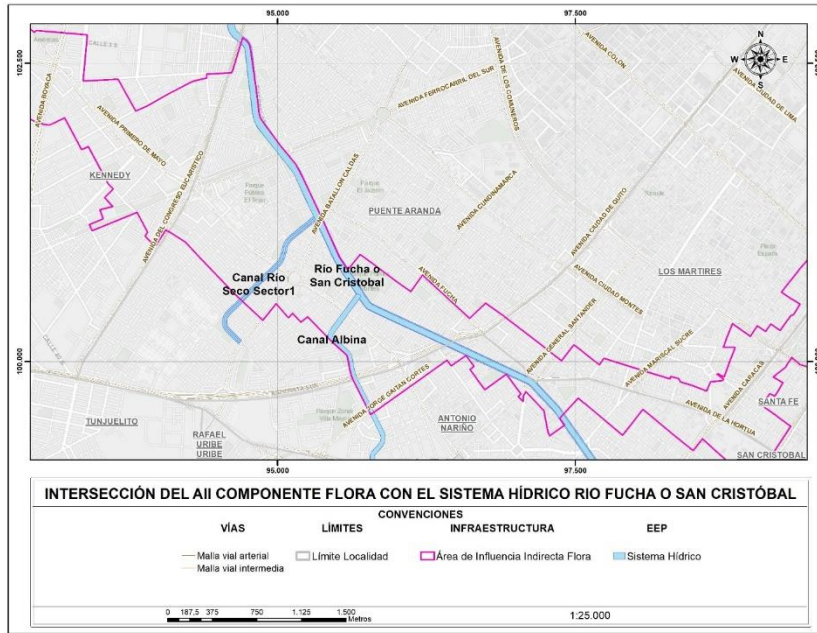


Figura 458 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Río Fucha o San Cristóbal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

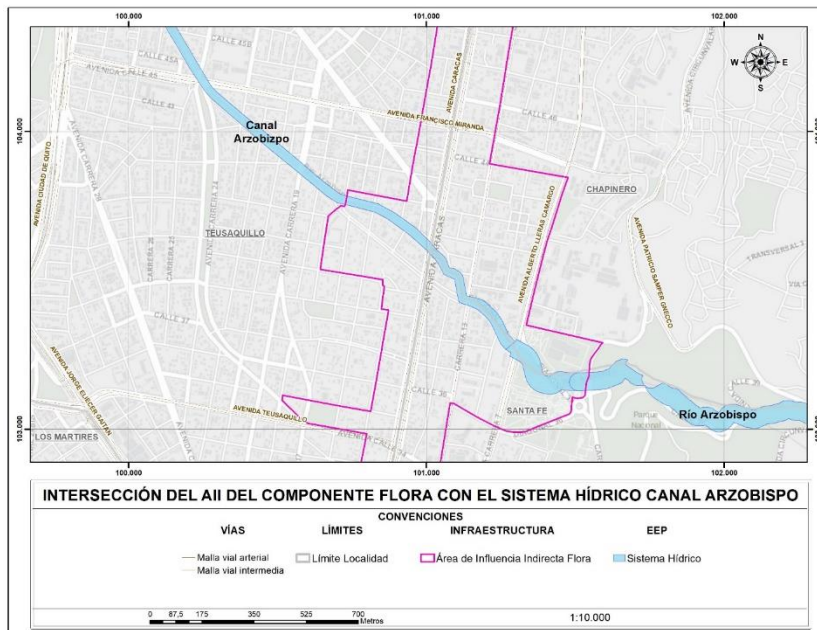


Figura 459 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema Hídrico Canal Arzobispo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

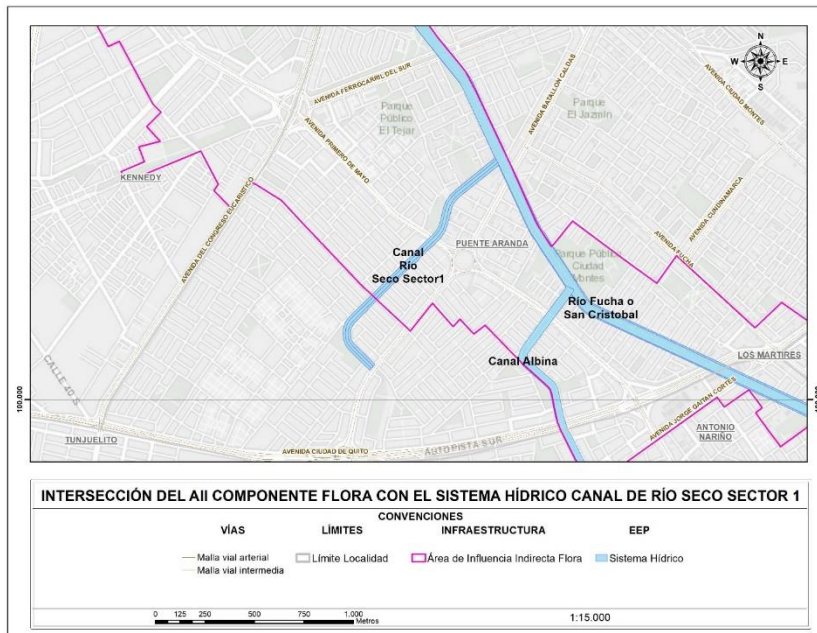


Figura 460 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema hídrico Canal de Río Seco Sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.1.4 Conectores ecosistémicos

Vale la pena aclarar que de acuerdo con el Artículo 11 del Decreto 555 de 2021, parágrafo 1, los conectores ecosistémicos, NO hacen parte de la Estructura Ecológica Principal, ni constituyen afectación o se reconocen como un suelo de protección, a no ser que se traslapen con las áreas de la EEP. De acuerdo con el Decreto POT vigente, dichas áreas se presentan como una:

*“...estrategia de conectividad transversal que articula las tres escalas del modelo de ocupación del territorio y por sus condiciones ambientalmente estratégicas...”*

*(...) tienen características para conectar los atributos ecológicos del territorio urbano y rural del Distrito Capital y la región, y fortalecer la gestión socioambiental.”*

En base a lo anterior y debido a la importancia de estas áreas para la ciudad, en el marco del proyecto se realizó una revisión precisa para conocer si en el área de influencia se encontraban dichos conectores, teniendo en cuenta son áreas de alta importancia para la consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incremento de la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital.

Los Conectores ecosistémicos que se encuentran dentro del Área de Influencia (AII) son: Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha y Conector ecosistémico Virrey – Chicó.

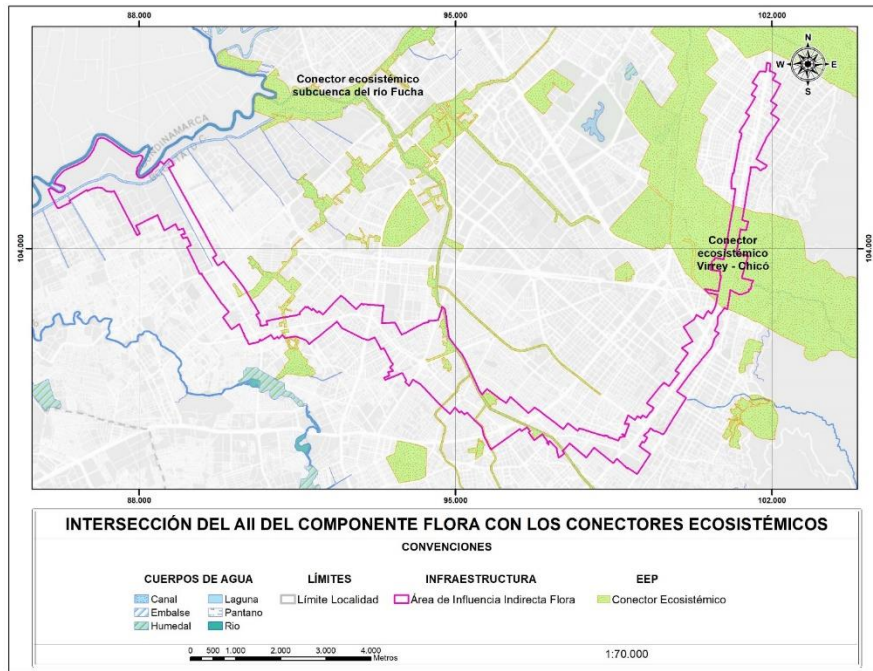


Figura 461 Intersección del AII del Componente Flora con los Conectores ecosistémicos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

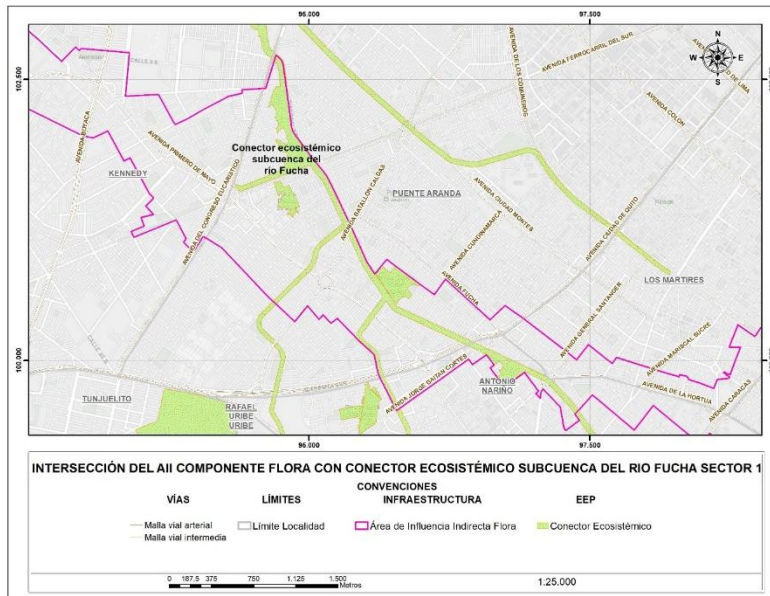


Figura 462 Intersección del AII del Componente Flora con los Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

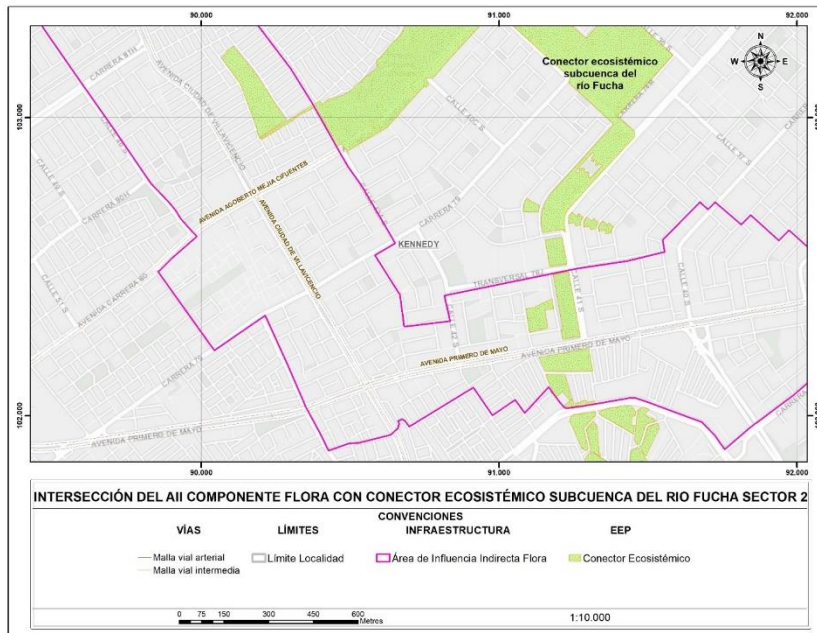


Figura 463 Intersección del AII del Componente Flora con Conector ecosistémico subcuenca del Río Fucha sector 2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 464 Intersección del AII del Componente Flora con Conector ecosistémico Virrey-Chicó

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2 Vegetación

Para el desarrollo del proyecto constructivo de Primera Línea del Metro de Bogotá ML1 se solicitaron permisos de Aprovechamiento Forestal a la autoridad ambiental competente para la autorización de intervención del componente arbóreo que interfiere con las actividades a desarrollar, conforme a lo establecido en el Decreto 531 de 2010, modificado y adicionado por el Decreto 383 de 2018. En el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A05, se presenta la normatividad a considerar en la ejecución del presente EIAS de la especialidad forestal.

Tabla 230 – Resumen total de los individuos arbóreos amparados para intervenir por afectación del Proyecto Primera línea de Metro de Bogotá

Instrumento ambiental		N° Individuos amparados*	Resolución aprobatoria
Plan de Manejo Ambiental y Social para las Actividades Tempranas (Patio Taller)	Actividades tempranas Patio Taller	10	Resolución 2128 de 2021 (SDA)
		32	Resolución 217000072 de 2021 (CAR)
	Inventario forestal de los individuos arbóreos objeto de bloqueo y traslado en el área de la planta de prefabricados.	1648	Resolución 0333 del 28 de febrero de 2023 (SDA).
Plan de Manejo Ambiental y Social para las actividades de la fase previa (intercambiador vial de la Calle 72)	Actividades de la fase previa (intercambiador vial de la Calle 72)	59	Resolución 3171 de 2021 (SDA) Resolución aclaratoria 3246 de 2021 (SDA) Resolución modificatoria 5663 de 2021 (SDA)
		8	Resolución 3172 de 2021 (SDA)
Plan de Manejo de Tránsito para Reubicación y Traslado de las Redes Secas y Húmedas sobre la Carrera 17 entre Calle 71 A y Av. Calle 72		4	Resolución aclaratoria 3273 de 2021 (SDA)
Plan de Manejo Ambiental y Social para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes de la PLMB*	Intervención actividades por traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes	19	WF1: Resolución 3401 de 29 de julio de 2022 - Resolución aclaratoria 3529 de 09 de agosto de 2022 (SDA).
		50	WF2: Resolución 3654 de 25 de agosto 2022 (SDA) – Resolución modificatoria 01013 de 15 de julio de 2023 (SDA).
		65	WF3: Resolución 4124 de 28 de septiembre 2022 (SDA) – Resolución 01029 de 20 de junio 2023 (SDA).
		103	WF4: Resolución 00052 del 19 de enero de 2023 (SDA)
		77	WF5: Resolución 00074 del 25 de enero de 2023.
		12	WF6: Resolución 00053 del 19 de enero de 2023 (SDA)



Instrumento ambiental		N° Individuos amparados*	Resolución aprobatoria
	Intervención puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68	133	Resolución 3464 de 2022 (SDA) – Resolución modificatoria 00502 de 24 de marzo de 2023 (SDA) - modif
	Colegio Luis Vargas Tejada	14	Resolución 00245 de 2023 (SDA)
Actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)*		72	WF1: Resolución 00075 del 25 de enero de 2023 (SDA) – Resolución modificatoria 01738 del 19 de septiembre de 2023 (SDA).
		668	WF2: Resolución 00051 del 19 de enero de 2023 (SDA) – Resolución modificatoria 02272 del 8 de noviembre de 2023.
		684	WF3: Resolución 00199 del 8 de febrero de 2023 (SDA) – Resolución modificatoria 01831 del 02 de octubre de 2023 (SDA)
		627	WF4: Resolución 00054 del 19 de enero de 2023 (SDA) – Resolución modificatoria 02317 del 14 de noviembre de 2023.
		530	WF5: Resolución 00086 del 26 de enero de 2023 (SDA) – Resolución modificatoria 02273 del 10 de noviembre de 2023.
		566	WF6: Resolución 00076 del 25 de enero de 2023 (SDA) – Resolución modificatoria 01368 de 31 de julio de 2023 (SDA).
		41	Tramo WF1 - Ramal Técnico: Resolución 00288 del 22 de febrero de 2023 (SDA) - Resolución modificatoria 01715 de 15 de septiembre de 2023
	5	Tramo WF1 - Ramal Técnico: Se presentó ante la autoridad ambiental CAR la solicitud para intervención de los individuos arbóreos restantes.	
<b>Total, individuos que requieren intervención y/o autorización silvicultural Proyecto PLMB</b>		<b>5427</b>	

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

El presente EIAS, aplica para el desarrollo de las obras de construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá; las cuales están ubicadas desde el sector de Patio Taller, hasta la Avenida Carrera 20 (Avenida Paseo de los Libertadores) con Calle 80, correspondiente al Tramo WF6.

Es pertinente aclarar que para las zonas del Intercambiador Vial de la Calle 72; el Traslado, Protección, Reubicación y/o Gestión de Redes; la Construcción de los Puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 y las obras del Patio Taller de la fase previa, se empleó el instrumento ambiental (PMAS) para su ejecución; en dichos instrumentos se realizó la caracterización biótica y el inventario forestal al 100% para cada una de las áreas de influencia asociadas a las obras anteriormente nombradas.

Por otra parte, en el numeral 5.5. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, se presentará la vegetación que hasta la fecha ha sido intervenida, así como los permisos que han expedido por parte de la autoridad ambiental competente, junto con la afectación y cantidad de vegetación que requerirá de intervención en el marco del presente EIAS.

### 5.3.2.1 Zona de vida Holdridge

La determinación de las zonas de vida presentes en el área de influencia del proyecto se realizó a partir de la metodología propuesta por Holdridge (1967).

Según Holdridge, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

Las zonas de vida están definidas principalmente por tres factores climáticos, la temperatura media anual (T), la precipitación media anual (P) y la humedad en términos de la relación entre evapotranspiración potencial (EVTP) y precipitación en valores promedios anuales.

Dado que Holdridge seleccionó la vegetación como el factor principal para medir los efectos de la temperatura, porque la vida vegetal es de la que depende la vida animal, la biotemperatura anual promedio es la medida de calor usada para la clasificación, esta se expresa en grados centígrados (°C) y está en un rango entre 0°C y 30°C que es el rango en que se estima hay crecimiento vegetativo.

Así bien, se pudo definir que según la clasificación ecológica establecida por L.R. Holdridge, el área de influencia del proyecto se encuentra en las zona de vida Bosque seco montano bajo (bs-MB) la cual presenta una precipitación entre 500 y 1000 mm, biotemperatura entre los 12 y 18 °C y alturas entre los 2000 a 3000 metros sobre el nivel del mar ocupando el 94,80 % del área de influencia indirecta (1347,88 ha), la segunda corresponde a bosque húmedo montano bajo (bh-MB) la cual presenta una precipitación entre 1000 y 2000 mm, biotemperatura entre los 12 y 18 °C y alturas entre los 2000 a 3000 metros sobre el nivel del mar ocupando el 5,20 % del área de influencia.

Es importante aclarar que el término “bosque” es empleado exclusivamente en el sentido de la clasificación ecológica y no implica necesariamente que los terrenos se hallen cubiertos por vegetación densa; si no que originalmente podían estarlo y pudieron haber desaparecido por la intervención del hombre.

Tabla 231 - Zona de vida del Área de Influencia (AI)

Zona de vida	Área de influencia indirecta		Área de influencia directa	
	Ha	%	Ha	%
Bosque seco Montano Bajo	1449,26	95,14%	189.43	94.64%
Bosque húmedo Montano Bajo	73,98	4,86%	10.72	5.36%
Total	1523,24	100,00%	200.15	100.00

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

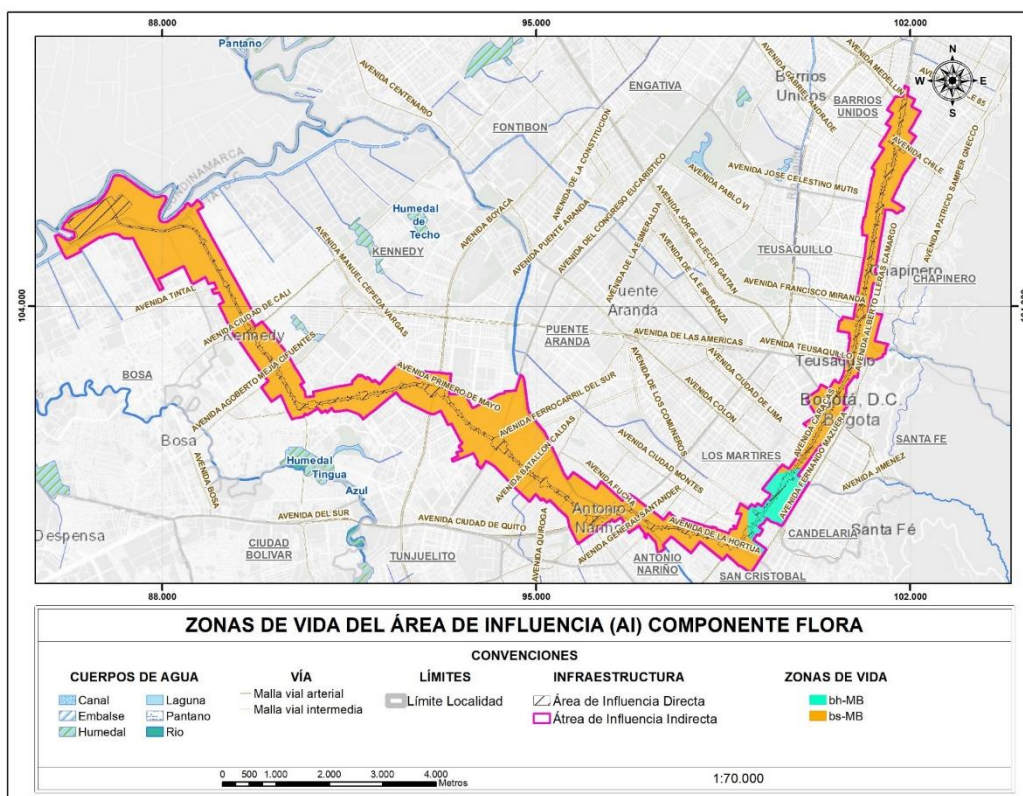


Figura 465 Zonas de vida del Área de Influencia (AI) componente flora

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### 5.3.2.2 Biomas y ecosistemas

#### 5.3.2.2.1 Biomas

Se realizó el cruce con la capa de Ecosistemas 2017 (IAvH, 2017), en el área de influencia cuenta con cuatro (4) biomas: con una representatividad del 43,44% (661,65 ha) del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental seguido por el Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental con el 41,57% (633,20 ha), Helobioma Altoandino cordillera oriental con el 14,14% (215,42 ha) y por último con el 0,85% (12,97 ha) el Hidrobioma Altoandino cordillera oriental.

Tabla 232 – Biomias del área de influencia

Bioma	Área de influencia indirecta		Área de influencia directa	
	ha	%	ha	%
Helobioma Altoandino cordillera oriental	215,42	14,14%	49.04	24.50%
Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	12,97	0,85%	0.16	0.08%
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	661,65	43,44%	89.02	44.48%
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	633,20	41,57%	61.93	30.94%
<b>Total</b>	<b>1523,24</b>	<b>100,00%</b>	<b>200.15</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

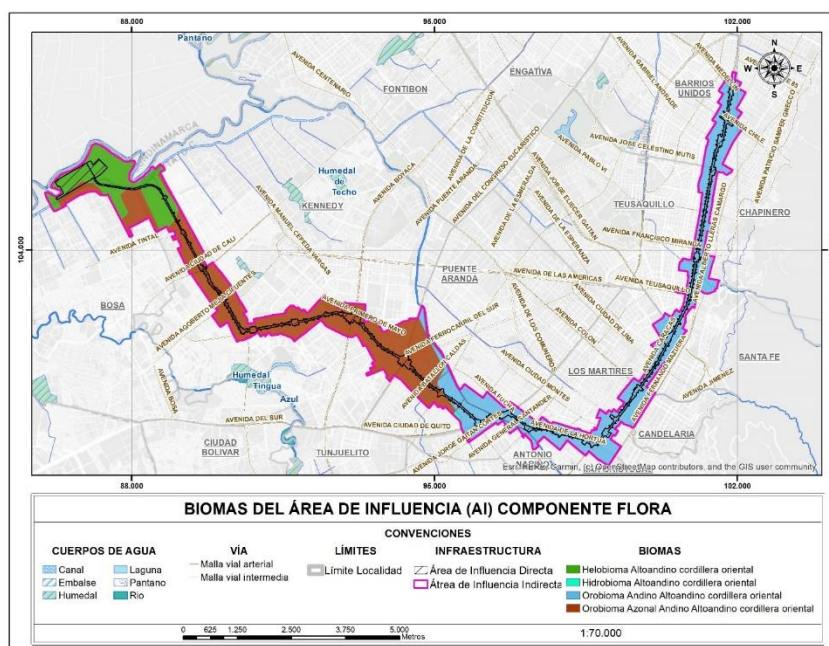


Figura 466 Biomias del Área de Influencia (AI) componente flora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.2.2 Ecosistemas

En el área de influencia se identificó cuatro (4) Biomias y 39 unidades ecosistémicas, los ecosistemas más representativos corresponden a Ciudad capital de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental con equivalente al 30,19% (459,84 ha) del área del área de influencia indirecta y al 15,63 % (23,49 ha) del área de influencia directa y el ecosistema de Ciudad capital de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental con una representatividad del 29,96% (456,33 ha) del área del área de

influencia indirecta y al 23,47 % (32,57 ha) del área de influencia directa, como se presenta en la Tabla 233.

Tabla 233 – Ecosistemas del Área de Influencia (AI)

Ecosistema	Área de influencia indirecta	
	ha	%
CANALES de Helobioma Altoandino cordillera oriental	7,51	0,49%
CANALES de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0,35	0,02%
CANALES de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0,74	0,05%
CANALES de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	4,89	0,32%
CIUDAD CAPITAL de Helobioma Altoandino cordillera oriental	20,98	1,38%
CIUDAD CAPITAL de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	1,70	0,11%
CIUDAD CAPITAL de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	456,33	29,96%
CIUDAD CAPITAL de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	459,84	30,19%
HUMEDALES Y ZONAS PANTANOSAS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	2,25	0,15%
INSTALACIONES RECREATIVAS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	1,48	0,10%
OTRAS ZONAS VERDES URBANAS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	5,04	0,33%
OTRAS ZONAS VERDES URBANAS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	15,11	0,99%
PARQUES CEMENTERIOS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	8,11	0,53%
PARQUES URBANOS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	47,76	3,14%
PARQUES URBANOS de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0,21	0,01%
PARQUES URBANOS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	47,44	3,11%
PARQUES URBANOS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	49,81	3,27%
PASTOS ARBOLADOS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	1,08	0,07%
PASTOS ARBOLADOS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	1,37	0,09%
PASTOS LIMPIOS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	126,62	8,31%
PASTOS LIMPIOS de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	4,97	0,33%

Ecosistema	Área de influencia indirecta	
	ha	%
PASTOS LIMPIOS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	18,77	1,23%
RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - SEPARADORES VIALES de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0,27	0,02%
RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - SEPARADORES VIALES de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	73,38	4,82%
RED VIAL Y TERRITORIOS ASOCIADOS - SEPARADORES VIALES de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	64,01	4,20%
RIOS de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	3,94	0,26%
RIOS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	3,44	0,23%
RIOS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,02	0,00%
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Helobioma Altoandino cordillera oriental	9,98	0,66%
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	1,54	0,10%
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	11,55	0,76%
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	7,87	0,52%
ZONAS COMERCIALES de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	55,62	3,65%
ZONAS COMERCIALES de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	9,27	0,61%
<b>Total</b>	<b>1523,24</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

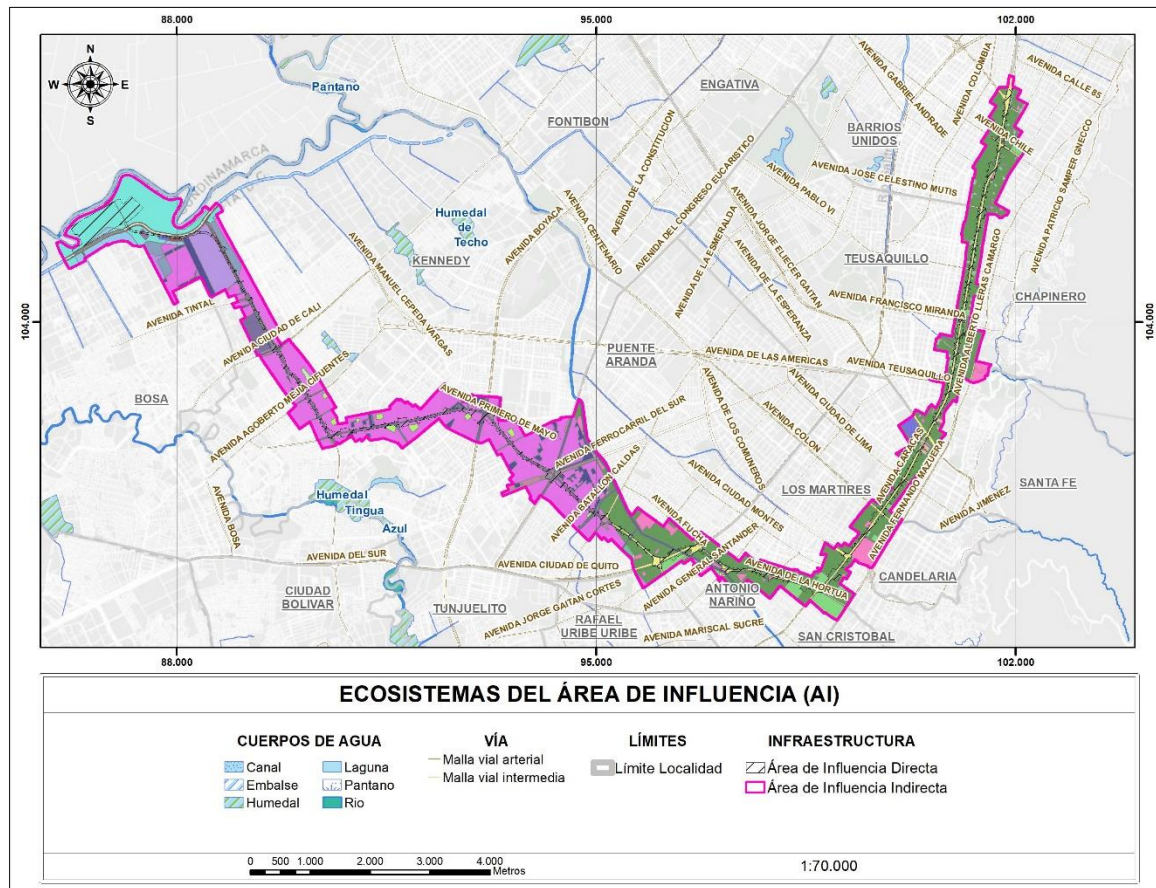


Figura 467 Ecosistemas del Área de Influencia (AI)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.3 Coberturas

Con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se procedió a realizar una interpretación y clasificación de coberturas a lo largo de toda el área de influencia del proyecto Metro de Bogotá L1 a través de la imagen satelital LÍDAR empleada para tal fin, en el cual se identificaron 13 tipos de coberturas teniendo en cuenta la clasificación de coberturas Corine Land Cover (CLC) (IDEAM, 2010) y el Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca hidrográfica (POMCA) del Rio Nare (MINAMBIENTE,

2017). La cobertura de mayor extensión es la Ciudad capital con 938,85 ha (61,64%), seguida por Pastos limpios con 150,37 ha (9,87%) y en tercer lugar Parques urbanos con 145,22 ha (9,53%).

Tabla 234 - Coberturas del Área de Influencia

Cobertura				Área de influencia indirecta		Área de influencia directa		
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	ha	%	ha	%	
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Ciudad capital	938,85	61,64%	59.47	29.71%	
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Zonas industriales o comerciales	Zonas comerciales	64,88	4,26%	1.43	0.71%	
		Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Red vial y territorios asociado (separadores viales)	137,66	9,04%	77.52	38.73%	
	Zonas verdes Artificializados, no agrícolas	Zonas verdes urbanas y rurales	Otras zonas verdes urbanas	20,14	1,32%	4.85	2.42%	
			Parques cementerios	8,11	0,53%	0.00	0.00%	
			Parques urbanos	145,22	9,53%	3.89	1.94%	
			Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas	30,94	2,03%	5.97	2.98%	
	Instalaciones recreativas	N. A	N. A	1,48	0,10%	0.39	0.20%	
	Territorios agrícolas	Pastos	Pastos arbolados	N. A	2,44	0,16%	0.61	0.30%
			Pastos limpios	N. A	150,37	9,87%	44.92	22.45%
Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales	Humedales y zonas pantanosas	N. A	2,25	0,15%	0.00	0.00%	
		Canales	N. A	13,49	0,89%	1.00	0.50%	



Cobertura				Área de influencia indirecta		Área de influencia directa	
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	ha	%	ha	%
Superficies de agua	Aguas continentales	Ríos	N. A	7,40	0,49%	0.05	0.02%
<b>Total</b>				<b>1523,24</b>	<b>100,00%</b>	<b>200.15</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

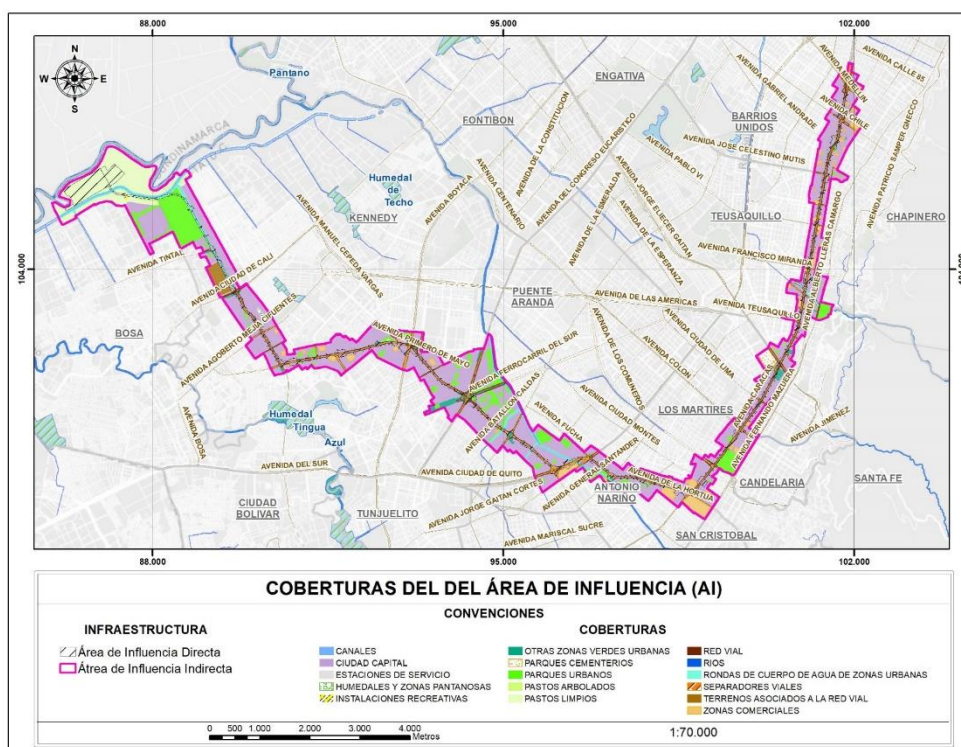


Figura 468 Coberturas del del Área de Influencia (AI)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se realiza una descripción de las coberturas identificadas:

**1. Territorios artificializados:** Corresponde a áreas de las ciudades que son incorporadas en zonas urbanas por urbanización o de cambio de uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicio y recreativos.

**1.1. Zonas urbanizadas:** Incluyen territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociado con ellas, configurando el tejido urbano. La vegetación y suelo desnudo representa una baja proporción del área de dicho tejido.

**1.1.1. Tejido urbano continuo:** Espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.

**1.1.1.1. Ciudad capital:** Corresponde al tejido urbano continuo en el que se ubica la ciudad de Bogotá, clasificada dentro de este tipo de cobertura, que alberga la mayoría de las zonas y áreas artificializadas.



Fotografía 69 Ciudad capital

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación:** Comprende territorios cubiertos por infraestructura de uso únicamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones.

**1.2.1. Zonas industriales o comerciales:** Son áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, al asfaltado o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, utilizadas con actividades comerciales o industriales.

**1.2.1.2. Zonas comerciales:** Corresponde a zonas de infraestructura enfocadas al desarrollo de actividades de comercio por venta de productos o prestación de servicios dentro de la ciudad.



Fotografía 70 Zonas comerciales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados:** Son espacios artificializados con infraestructura de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas, se incluyen la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas como estaciones de servicio, andenes, terraplenes y áreas verdes

**1.2.2.1. Red vial y territorios asociados:** Corresponde a zonas que involucran áreas de tránsito vehicular y aquellos que se asocian a estos, como andenes, áreas verdes y estaciones de servicio.



Fotografía 71 Red vial

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**1.4. Zonas verdes artificializadas no agrícolas:** Comprende zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren infraestructura construida apreciable. Generalmente resultado de procesos de planificación urbana o áreas por los procesos de urbanización dentro del perímetro de la ciudad

**1.4.1. Zonas verdes urbanas y rurales:** Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios.

**1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas:** Corresponde a áreas verdes, que hacen parte de la ciudad, y que están dominados entre pastos y árboles que pueden no ser de gran tamaño.



Fotografía 72 Otras zonas verdes urbanas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**1.4.1.5. Parques urbanos:** Corresponde a áreas principalmente verdes, en el que se desempeñan actividades recreativas de la comunidad, comúnmente asociado con inmobiliario urbano, como resultado de procesos de planificación de la ciudad.



Fotografía 73 Cobertura correspondiente a parques urbanos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**1.4.1.6. Ronda hídrica de cuerpo de agua urbano:** Áreas verdes en la periferia de los cuerpos de agua que se ubican dentro de la ciudad, caracterizados por ser zonas de protección y amortiguación de estos.



Fotografía 74 Cobertura correspondiente a ronda hídrica de cuerpo de agua urbano

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**2. Territorios agrícolas:** Territorios dedicados principalmente a la producción de alimento, fibras y otras materias primarias industriales, ya sea que se encuentren con los cultivos, pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas.

**2.3. Pastos:** Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas comúnmente a pastoreo. Se caracteriza por la presencia de acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente.

**2.3.1. Pastos limpios:** Coberturas que comprenden las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%, el cual con prácticas de manejo y nivel tecnológico impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Especialmente dentro del tejido urbano, se caracteriza por ser zonas reservadas para actividades de planificación urbana con su manejo correspondiente.



Fotografía 75 Cobertura correspondiente a pastos limpios

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**2.3.2. Pastos arbolados:** Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a 5m distribuidos en forma dispersa. Dicha cobertura en la ciudad se presenta al igual que los pastos limpios como áreas reservadas para actividades de planificación urbana, en las que se han generado individuos arbóreos.



Fotografía 76 Pastos arbolados

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**4. Áreas húmedas:** Comprende aquellas coberturas constituidas por terrenos anegadizos, que pueden ser temporalmente inundados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática.

**4.1. Áreas húmedas continentales:** Las áreas húmedas hacen referencia a los diferentes tipos de zonas inundables, pantanos, terrenos anegadizos en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente.

**4.1.1. Humedales y Zonas Pantanosas:** coberturas que comprende las tierras bajas o llanas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año. Comprende hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas. Para la ciudad, específicamente se refiere a zonas de humedales, que funcionan como áreas de sumidero y descanso de avifauna.



### Fotografía 77 Humedales y Zonas Pantanosas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

**5. Superficies de agua:** Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como mares.

**5.1. Aguas continentales:** Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce, embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.

**5.1.1. Ríos (quebradas y rondas):** Son una corriente de natural de agua que fluye con continuidad, el cual posee un caudal considerable.

**5.1.3. Canales:** Cauce artificial que contiene agua en movimiento de forma permanente, incluyéndose ríos naturales cuyo cause ha sido canalizado. En específico para la ciudad corresponde a la canalización artificial de los drenajes en las cuencas que atraviesan por el tejido urbano.



### Fotografía 78 Canales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.4 Inventario forestal de la PLMB

Las actividades correspondientes a la medición de variables dasométricas de los individuos vegetales que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto constructivo de la Primera Línea del Metro de Bogotá, se realizaron para los individuos amparados en los diferentes actos administrativos mediante los cuales la autoridad ambiental otorgó permiso de intervención silvicultural.

De esta forma, las solicitudes presentadas a la autoridad ambiental se encuentran diferenciadas por tramos, como se establece en el procedimiento que se encuentra anexo en el documento L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A09 / 9\_1.

### 5.3.2.5 Caracterización florística de los individuos asociados al área de influencia directa EIAS

Es importante aclarar que previo a las actividades de ejecución del EIAS a la fecha ya se encuentran en actividad las obras asociadas al Intercambiador Vial de la Calle 72; el Traslado, Protección, Reubicación y/o Gestión de Redes; la Construcción de los Puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 y las obras del Patio Taller de la fase previa, las cuales cuenta cada una con instrumento ambiental (PMAS) para su ejecución; en dichos instrumentos se realizó la caracterización biótica y el inventario forestal al 100% para cada una de las áreas de influencia asociadas a las obras anteriormente nombradas. En la siguiente tabla se presenta un resumen total de los individuos inventariados para cada una de las actividades que previamente han sido ejecutadas más los individuos evaluados en el presente EIA. En la siguiente tabla se relacionan los individuos arbóreos amparados en los actos administrativos expedidos por las Autoridades Ambientales Competentes.

En base con lo anterior, para el presente EIA, se estructuró el inventario forestal al 100% para el área de influencia directa para un total de 5427 individuos arbóreos, entre los que se identifican individuos presentes tanto en espacio público como en propiedad privada, se destaca que los individuos en propiedad privada no harán parte de la demanda pues la solicitud de permisos de tratamiento silvicultural que se presenta a la Secretaria Distrital de Ambiente solo contempla individuos ubicados en espacio público, esto conforme en lo dispuesto en el literal b) del Capítulo IV del Apéndice Técnico 12 del Contrato de Concesión donde se establece que: *“salvo por el Patio Taller y Tramo 1 - Ramal Técnico, los demás predios de carácter privado se pondrán a disposición del Concesionario con cerramiento, sin ocupantes y demolidos de la superficie del suelo hacia arriba”*, es decir que los permisos requeridos para la intervención arbórea en predios privados no se encuentra dentro de las obligaciones de la Concesionaria ML1. (Véase Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08/8.1\_A). Estos individuos se distribuyen a lo largo de cada uno de los tramos de la siguiente manera:

Tabla 235 – Resumen individuos inventarios por tramo dentro del AID

Tramo	Resolución	N° Individuos
RAMAL TÉCNICO	Resolución 00288 de 22 de febrero 2023 Modificada Resolución 01715 de 15 de septiembre 2023	41
RAMAL TÉCNICO	Resolución 01235001776 de 07 de diciembre de 2023	5
PATIO TALLER (SDA)	Resolución 2128 de 2021	10
PATIO TALLER (CAR)	Resolución 217000072 de 2021	32
PATIO TALLER (U-BEAM)	Resolución 00333 de 28 de febrero 2023	1648



Tramo	Resolución	N° Individuos
CALLE 72	Resolución 03171 de 21 de septiembre 2021 aclaratoria Resolución 03246 de 2021 modificatoria Resolución 05663 de 30 de diciembre 2021	59
CALLE 72	Resolución 3172 de 21 de septiembre 2021	8
CALLE 72	Resolución 3273 de 25 de julio 2021	4
AV. 68	Resolución 03464 de 3 de agosto 2022 modificada Resolución 00502 de 23 de marzo 2023 modificada Resolución 02784 de 13 de diciembre 2023	133
WF1 REDES	Resolución 03401 de 29 de julio 2022 aclaratoria Resolución 03529 de 9 de agosto 2022	19
WF2 REDES	Resolución 03654 de 25 de agosto 2022 modificada Resolución 01013 de 15 de junio 2023	50
WF3 REDES	Resolución 04124 de 28 de septiembre 2022 modificada Resolución 01029 de 20 de junio 2023	65
WF4 REDES	Resolución 00052 de 19 de enero 2023	103
WF5 REDES	Resolución 00074 de 25 de enero 2023	77
WF6 REDES	Resolución 00053 de 19 de enero 2023	12
WF1 VIADUCTO	Resolución 00075 de 25 de enero 2023 modificada Resolución 01738 de 19 de septiembre 2023	72
WF2 VIADUCTO	Resolución 00051 de 19 de enero 2023 modificada Resolución 02272 de 8 de noviembre de 2023	668
WF3 VIADUCTO	Resolución 00199 de 8 de febrero 2023 modificada Resolución 01831 de 02 de octubre 2023	684
WF4 VIADUCTO	Resolución 00054 de 19 de enero 2023 modificada Resolución 02317 de 14 de noviembre de 2023	627
WF5 VIADUCTO	Resolución 00086 de 26 de enero 2023 modificada Resolución 02273 de 10 de noviembre 2023	530

Tramo	Resolución	N° Individuos
WF6 VIADUCTO	Resolución 00076 de 25 de enero 2023 modificada Resolución 01368 de 31 de julio 2023	566
COLEGIO LUIS VARAS TEJADA	Resolución 00245 de 17 de febrero 2023	14
Total		<b>5427</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Vale la pena aclarar que adicional a los 5427 individuos arbóreos amparados, 1648 hacen parte del área de la planta de prefabricados, dichos individuos se incluyen en la presente caracterización.

Así bien, de manera general se encontró que las especies más abundantes fueron falso pimiento (*Schinus molle*), caucho sabanero (*Ficus soatensis*), chilco (*Baccharis floribunda*), Eugenia (*Eugenia myrtifolia*), Urapán (*Fraxinus chinensis*) y estoraque (*Liquidambar styraciflua*) en los diferentes emplazamientos encontrados a lo largo de la sombra del proyecto, mientras que las especies más dominantes fueron caucho sabanero (*F. soatensis*), Urapán, fresno (*F. chinensis*), falso pimiento (*S. molle*) y palma fénix (*Phoenix canariensis*) por sus grandes portes encontrados medidos en campo, estas últimas a su vez fueron las especies con mayor importancia y más representativas. En el caso de la palma fénix (*Phoenix canariensis*) esta cuenta con una mayor importancia por el porte de los individuos encontrados en campo y que son de interés distrital.

#### 5.3.2.5.1 Patio Taller (Predio El Corzo)

El área de Patio Taller (Predio El Corzo) se encuentra ubicada en la calle 63A SUR 106A – 16 IN y hace parte integral del área de influencia definitiva del proyecto, sin embargo, este sector se encuentra dentro de las zonas intervenidas por las obras tempranas del proyecto, con actividades de instalación de estructuras, maquinaria, equipos y acabados de edificaciones, así como actividades de adecuación del área destinada para el almacenamiento de prefabricados y otros (Etapa 6). Este sector se encuentra desprovisto de vegetación debido a las actividades correspondientes a las obras tempranas.

En este sentido, es pertinente aclarar que el inventario forestal del sector se ejecutó previamente, como se relaciona en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08 / 8 \_4 Caracterización biótica (Patio Taller), en donde se consigna la información correspondiente a la Vegetación y Paisaje.

- ▶ U-BEAM (Resolución 00333 de 28 de febrero 2023).

El área correspondiente a la planta de almacenamiento de prefabricados se encuentra localizada en el sector del Predio El Corzo, La Floresta, específicamente en la Cra 109 con calle 41 Sur. En el área se identificó la presencia de una plantación con predominancia de especies nativas, emplazada en pastos enmalezados, con una altura entre 0,8 y 1,2 m de alto.

► **Caracterización florística**

La composición florística del Arbolado urbano como se muestra en la Tabla 236 que interfiere con Patio Taller (U-BEAM) Resolución No. 00333 de 2023, se identificó un total de mil seiscientos cuarenta y ocho (1648) individuos, que corresponde al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de trece (13) especies, distribuidas en trece (13) géneros y doce (12) familias botánicas, de los individuos el 90,1% son especies nativas y el 9,9% corresponde a especies exóticas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Euphorbiaceae (273 individuos), Escalloniaceae (206 individuos) y Podocarpaceae (161 individuos).

Tabla 236 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de u-beam.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Traslados
BETULACEAE	1	<i>Alnus acuminata</i>	155
URTICACEAE	1	<i>Cecropia obtusifolia</i>	82
EUPHORBIACEAE	1	<i>Croton bogotanus</i>	273
ESCALLONIACEAE	1	<i>Escallonia pendula</i>	206
MORACEAE	2	<i>Ficus soatensis</i>	75
		<i>Ficus tequendamae</i>	40
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	153
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	60
ROSACEAE	1	<i>Prunus serotina</i>	130
FAGACEAE	1	<i>Quercus humboldtii</i>	112
PODOCARPACEAE	1	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	161
SALICACEAE	1	<i>Salix humboldtiana</i>	156
MYRTACEAE	2	<i>Syzygium paniculatum</i>	43
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	2
<b>Total</b>			<b>1648</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

En cuanto a la distribución por clases altimétricas, fue posible evidenciar que la altura mínima registrada fue de 0,60 m y la mayor de 4,74 m, se observa que el 31% de individuos censados se ubica en la categoría IV, según lo anterior, se concluye que los individuos encontrados en el área de intervención se encuentran en estadio de desarrollo temprano.

Tabla 237 – Distribución por categoría de altura Patio Taller (U-BEAM).

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	1648	100
Emergente	II	5,1 a 10	0	0
Codominante	III	10,1 a 15	0	0
Dominante	IV	>15	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>1648</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a Patio Taller U-BEAM. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así las cosas, para el área de prefabricados se registró un total de ciento cincuenta y tres (153) individuos de la especie Nogal (*Juglans neotropica*), ciento doce (112) individuos de la especie Roble (*Quercus humboldtii*) y ciento sesenta y un (161) individuos de la especie Pino colombiano (*Retrophyllum rospigliosii*), para los cuales se autorizó e implementó el tratamiento silvicultural de bloqueo y traslado.

► *Patio Taller (Resolución CAR No. 00072 de 2021).*

En el área correspondiente a la planta de almacenamiento de prefabricados ubicada en el sector del Predio El Corzo ( Calle 63A SUR 106A – 16 IN), La Floresta, se identificó la presencia de una plantación

con predominancia de especies nativas, emplazada en pastos enmalezados, con una altura promedio de entre 0,8 y 1,2 m de alto.

#### ► *Caracterización florística*

Para la composición florística del Arbolado urbano ubicado inicialmente en el sector del Patio Taller (Tabla 238) correspondiente a la Resolución CAR No. 00072 de 2021, se registró un total de treinta y dos (32) individuos, con una riqueza de cinco (5) especies, distribuidas en cinco (5) géneros y cinco (5) familias botánicas, se destaca que la familia que presentó mayor número de individuos correspondió a Fabaceae (23 individuos).

Tabla 238 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de Patio Taller CAR.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	2
ASPARAGACEAE	1	<i>Yucca gigantea</i>	2
FABACEAE	1	<i>Acacia melanoxylon</i>	23
SALICACEAE	1	<i>Salix humboldtiana</i>	1
MYRTACEAE	1	<i>Eucalyptus globulus</i>	4
<b>Total</b>			<b>32</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► *Distribución por altura*

En cuanto a la distribución por clases altimétricas, fue posible evidenciar que la altura mínima registrada fue de 0,60 m y la mayor de 4,74 m, se observa que el 31% de individuos censados se ubica en la categoría IV, según lo anterior, se concluye que los individuos encontrados en el área de intervención se encuentran en estadio de desarrollo temprano.

Tabla 239 – Distribución por categoría de altura Patio Taller (CAR).

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	21	65,63
Emergente	II	5,1 a 10	7	21,88
Codominante	III	10,1 a 15	3	9,38
Dominante	IV	>15	1	3,13

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
<b>TOTAL</b>			<b>32</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en la Resolución CAR de Patio Taller. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, para el área de Patio Taller Resolución CAR No. 00072 de 2021 no se identificaron especies pertenecientes a estas categorías.

► *Patio Taller (Resolución SDA No. 2128 de 2021).*

El área se encuentra localizada en el sector del Predio El Corzo, La Floresta, específicamente en la Calle 56F 109 - 30. Para el sector de referencia se identificó la presencia de diez (10) individuos arbóreos.

► *Caracterización florística*

La composición florística del Arbolado urbano del sector se registra en la Tabla 240, correspondiente al 100% de la vegetación amparada en la Resolución SDA No. 2128 de 2021. De acuerdo con los datos obtenidos, los diez (10) ejemplares corresponden a la especie Eucalipto común (*Eucalyptus globulus*) de la familia Myrtaceae.

Tabla 240 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de Patio Taller SDA.

Familia	Nº especie	Nombre Científico	Tala
MYRTACEAE	1	<i>Eucalyptus globulus</i>	10
<b>Total</b>			<b>10</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

En cuanto a la distribución por clases altimétricas, fue posible evidenciar que la altura mínima registrada fue de 0,60 m y la mayor de 4,74 m, se observa que el 31% de individuos censados se ubica en la categoría IV, según lo anterior, se concluye que los individuos encontrados en el área de intervención se encuentran en estadio de desarrollo temprano.

Tabla 241 – Distribución por categoría de altura Patio Taller (SDA).

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	2	20,00
Emergente	II	5,1 a 10	5	50,00
Codominante	III	10,1 a 15	2	20,00
Dominante	IV	>15	1	10,00
<b>TOTAL</b>			<b>10</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de Patio Taller. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaria Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, para el área de Patio Taller Resolución SDA No. 2128 de 2021 la especie encontrada no hace parte de alguna categoría especial de manejo.

► *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).

- ▶ Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- ▶ Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones referidas establecen un listado de árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá. Conforme a la verificación del componente arbóreo objeto del presente estudio, se determinó que, en el sector de la Planta de prefabricados, NO se registran árboles de esta connotación.

#### 5.3.2.5.2 Tramo 1

- ▶ *Ramal técnico (Resolución 00288 de 22 de febrero 2023 modificada Resolución 01715 de 15 de septiembre 2023 y Resolución 01235001776 07 de diciembre de 2023).*

El Ramal Técnico corresponde al sector destinado para conectar el área de Patio taller y el Tramo WF1 y se localiza sobre la Calle 54c Sur con Carrera 106a y la Calle 43 Sur con Carrera 98b. Esta zona se caracteriza por la presencia de edificaciones en su mayoría de dos o tres pisos y cuerpos de agua como el río Bogotá y el canal Tintal (Tabla 242). Predominan las superficies con poca vegetación o vegetación emplazada en separadores viales.

#### ▶ *Composición florística*

La composición florística del Arbolado del sector Tramo 1 - Ramal Técnico viaducto se registra en la Tabla 242. Se identificó un total de cuarenta y seis (46) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con la información obtenida, se tiene una riqueza de tres (3) especies, distribuidas en tres (3) géneros y dos (2) familias botánicas, la familia Fabaceae como la que presenta un mayor número de ejemplares (34 individuos).

Tabla 242 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del Ramal Técnico

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala
ASTERACEAE	1	<i>Baccharis floribunda</i>	12
FABACEAE	2	<i>Acacia decurrens</i>	5



Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala
		<i>Paraserianthes lophanta</i>	29
<b>Total</b>			<b>46</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► **Distribución por alturas**

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área del Tramo 1 - Ramal técnico, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 243, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para los estratos suprimido se encuentran 380 individuos y emergente con 36 individuos, acumulan entre los dos el 100% de los individuos.

Tabla 243 - Distribución por categoría de altura Tramo 1 - Ramal técnico

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	38	82,61
Emergente	II	5,1 a 10	8	17,39
Codominante	III	10,1 a 15	0	0
Dominante	IV	>15	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>46</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 469, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, por otra parte, no se registran individuos en categoría codominante o dominante, lo que indica que no hay especies arbóreas bien establecidas, con mayor longevidad.

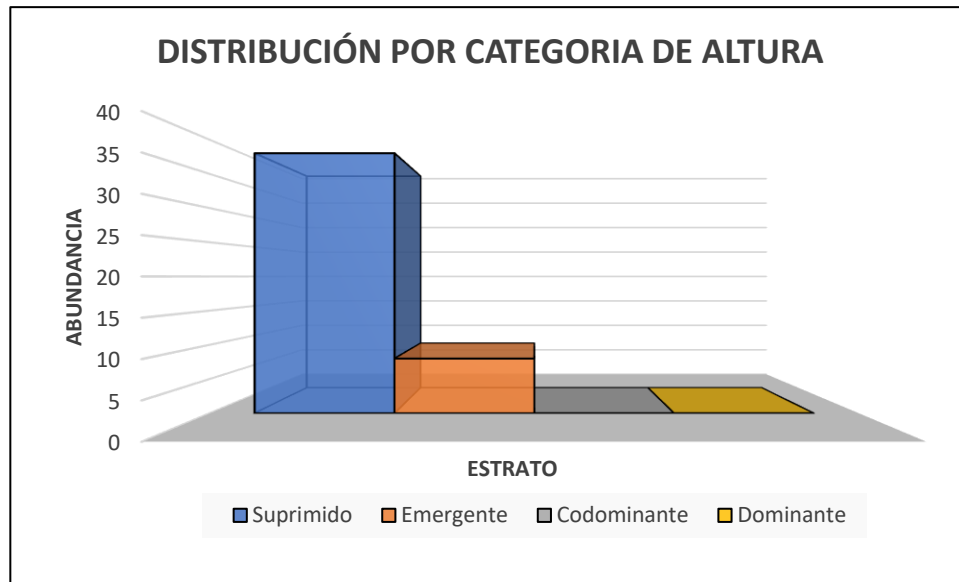


Figura 469 Distribución de categoría por altura Tramo 1 - Ramal técnico

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia Ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en la Resolución CAR de Patio Taller. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaria Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, para el sector denominado Tramo 1 - Ramal no se identificaron especies pertenecientes a estas categorías.

- *WF1 Viaducto (Resolución 00075 de 25 de enero 2023 modificado Resolución 01738 de 19 de septiembre 2023).*

El tramo WF1 viaducto se encuentra localizado en el sector comprendido por la Calle 43 Sur con Carrera 98b hasta la Calle 43 Sur con Av. Carrera 86, se caracteriza por su cercanía a un cuerpo de agua, por presencia de infraestructura con algún tipo de deterioro y por la reducida cantidad de individuos arbóreos emplazados principalmente en andenes y separadores.

► **Composición florística**

La composición florística del Arbolado del tramo WF1 - viaducto se registra en la Tabla 244. Se identificó un total de setenta y dos (72) individuos que corresponden al 100% de la vegetación amparada en el acto administrativo. De acuerdo con la información obtenida se tiene una riqueza de diecisiete (17) especies, distribuidas en diecisiete (17) géneros y trece (13) familias botánicas, se destaca que las familias que presentan un mayor número de individuos son Anacardiaceae (24 individuos), Arecaceae (9 individuos) y Myrtaceae (8 individuos).

Tabla 244 – Composición florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF1 viaducto.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	23	0	1
ARECACEAE	2	<i>Phoenix canariensis</i>	2	1	3
		<i>Washingtonia filifera</i>	0	3	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	4	0
EUPHORBIACEAE	2	<i>Croton bogotanus</i>	2	0	1
		<i>Ricinus communis</i>	0	0	1
FAGACEAE	1	<i>Quercus humboldtii</i>	0	2	0
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	4	1	1
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	0	3	0
MORACEAE	1	<i>Ficus soatensis</i>	0	0	1
MYRTACEAE	2	<i>Eugenia myrtifolia</i>	0	0	4
		<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	0	4	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	1	0	1
ROSACEAE	2	<i>Cotoneaster panosa</i>	1	2	0
		<i>Rhaphiolepis umbellata</i>	0	2	0
SOLANACEAE	1	<i>Cyphomandra betacea</i>	1	0	0
VERBENACEAE	1	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	1	1	1
Otro	1	Otro	0	1	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral
<b>Total</b>			34	24	14

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas del WF1 viaducto, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 245, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para los estratos suprimido se encuentran 50 individuos y emergente con 22 individuos, acumulan entre los dos el 98.6% del total de individuos.

Tabla 245 - Distribución por categoría de altura WF1 Viaducto

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	49	68,06
Emergente	II	5,1 a 10	22	30,56
Codominante	III	10,1 a 15	1	1,39
Dominante	IV	>15	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>72</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 470, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 0,584 m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría codominante, se encuentra representada por un volumen de 1,082 m<sup>3</sup> único.

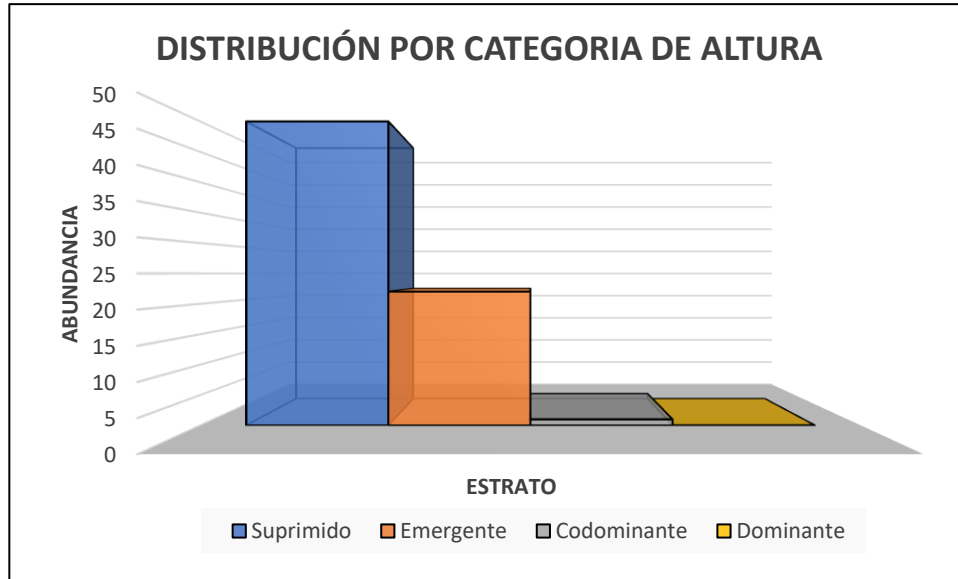


Figura 470 Distribución por categoría de altura WF1 Viaducto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► Importancia ambiental

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de WF1 Viaducto. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, en el Tramo WF1 se registran 5 individuos que pertenecen a especies consideradas de alta importancia ecológica y requieren de manejos especiales, correspondientes a las especies *Cedrela montana* y *Quercus humboldtii*, (Ver Tabla 246).

Tabla 246 – Individuos en veda WF1 Viaducto.

ID	No. árbol	Especie	Nombre
1	352	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
2	356	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
3	357	<i>Cedrela montana</i>	Cedro, cedro andino, cedro clavel

ID	No. árbol	Especie	Nombre
4	362	<i>Cedrela montana</i>	Cedro, cedro andino, cedro clavel
5	383	<i>Cedrela montana</i>	Cedro, cedro andino, cedro clavel

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

- ▶ *WF1 Redes (Resolución 03401 de 29 de julio 2022 aclaratoria Resolución 0352 de 9 de agosto 2022).*

El tramo WF1 redes se encuentra localizado en el sector comprendido entre la Calle 43 Sur con Carrera 98b hasta la Calle 43 Sur con Av. Carrera 86, se caracteriza por su cercanía a un cuerpo de agua, por presencia de infraestructura con algún tipo de deterioro y por la reducida cantidad de individuos arbóreos emplazados principalmente en andenes y separadores

#### ▶ *Composición florística*

La composición florística del Arbolado del tramo WF1 - redes se registra en la Tabla 247. Se identificó un total de diecinueve (19) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de seis (6) especies, distribuidas en seis (6) géneros y seis (6) familias botánicas, se destaca que la familia que mayor número de individuos presenta es Anacardiaceae (13 individuos).

Tabla 247 – Composición Florística – Tratamientos Silviculturales Amparados por Especie de WF1 Redes.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	13	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	1
EUPHORBIACEAE	1	<i>Croton bogotanus</i>	2	0
MYRTACEAE	1	<i>Eugenia myrtifolia</i>	0	1
OLEACEAE	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	0	1
ROSACEAE	1	<i>Rhaphiolepis umbellata</i>	0	1
<b>Total</b>			<b>15</b>	<b>4</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas del WF1 redes, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 248, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para los estratos suprimido se encuentran 50 individuos y emergente con 22 individuos, acumulan entre los dos el 98.6% del total de individuos.

Tabla 248 – distribución por categoría de altura WF1 redes.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	7	36,84
Emergente	II	5,1 a 10	11	57,89
Codominante	III	10,1 a 15	1	5,26
Dominante	IV	>15	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 471, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 0,584 m3, en contraparte, la categoría codominante, se encuentra representada por un volumen de 1,082 m3 único.

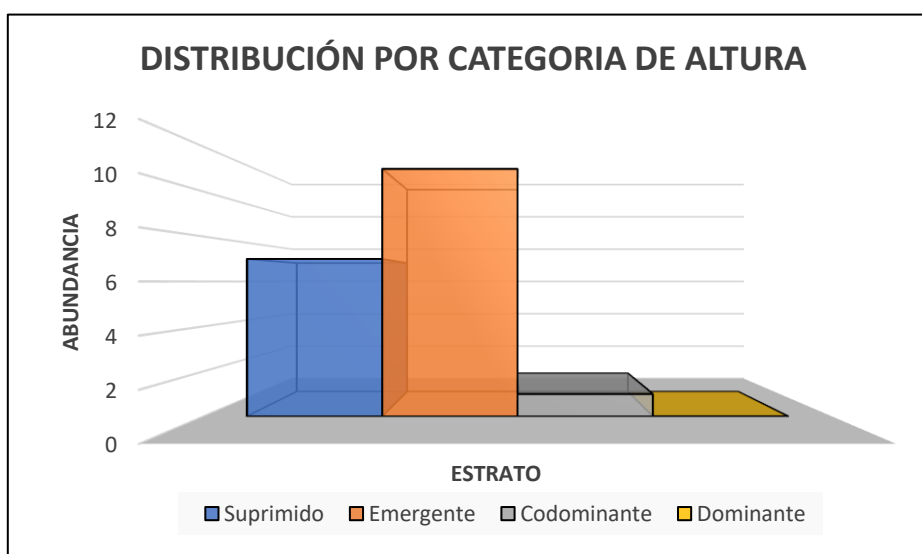


Figura 471 Distribución por categoría de altura WF1 redes.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de WF1 Redes. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, para el Tramo 1 - Redes no se identificaron especies pertenecientes a estas categorías.

### ► *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “*Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C, y se adoptan otras determinaciones*”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).
- Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones referidas establecen un listado de árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá. Conforme a la verificación del componente arbóreo objeto del presente estudio, se determinó que en tramo WF1, NO se registran árboles de esta connotación.



### 5.3.2.5.3 Tramo WF2

- ▶ WF2 Viaducto (*Resolución 00051 de 19 de enero 2023, modificada por la Resolución 02272 del 8 de noviembre de 2023*)

El tramo WF2 viaducto se encuentra ubicado entre la Calle 43 Sur con Avenida Carrera 86 hasta la Transversal 72M Bis con Calle 26 Sur, esta área se caracteriza por la presencia de edificaciones con más dos o más pisos y conjuntos residenciales. Por otra parte, se evidencia que gran parte de los pocos individuos vegetales del sector se encuentran emplazados en algunos parques, separadores, andenes o sobre espacio privado.

#### ▶ Composición florística

La composición florística del Arbolado del tramo WF2 - viaducto se registra en la Tabla 249. Se identificó un total de seiscientos sesenta y ocho (667) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de cincuenta y dos (52) especies, distribuidas en cuarenta (40) géneros y veintiocho (28) familias botánicas, se destaca que las familias que presentan mayor número de individuos son Anacardiaceae (233 individuos), Moraceae (106 individuos) y Oleaceae (59 individuos).

Tabla 249 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF2 viaducto

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservar
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	14	2	5	0
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	109	124	8	0
ANNONACEAE	1	<i>Annona cherimolia</i>	0	1	0	0
ARALIACEAE	2	<i>Schefflera actinophylla</i>	0	0	0	2
		<i>Schefflera monticola</i>	0	1	0	1
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	0	5	0	1
ARECACEAE	1	<i>Dypsis lutescens</i>	1	1	0	0
ASPHODELACEAE	1	<i>Aloe arborescens</i>	0	2	0	0
BETULACEAE	1	<i>Alnus acuminata</i>	2	0	0	0
BIGNONIACEAE	2	<i>Delostoma integrifolia</i>	0	0	2	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservar
		<i>Tecoma stans</i>	6	8	18	7
CLUSIACEAE	1	<i>Clusia multiflora</i>	0	0	1	0
CUPRESSACEAE	2	<i>Cupressus lusitanica</i>	0	0	1	1
		<i>Thuja orientalis</i>	0	1	2	0
FABACEAE	4	<i>Acacia baileyana</i>	2	0	1	0
		<i>Acacia decurrens</i>	7	1	0	0
		<i>Acacia melanoxylon</i>	4	2	1	0
		<i>Paraserianthes lophanta</i>	2	0	0	0
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	0	4	0	0
LAURACEAE	1	<i>Persea americana</i>	0	0	1	0
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	0	0	1	0
MALVACEAE	2	<i>Abutilon insigne</i>	2	0	0	2
		<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	6	4	1	6
MORACEAE	4	<i>Ficus benjamina</i>	18	2	10	2
		<i>Ficus carica</i>	0	1	0	0
		<i>Ficus elastica</i>	5	1	0	0
		<i>Ficus soatensis</i>	48	2	17	0
MYRTACEAE	6	<i>Callistemon citrinus</i>	4	7	2	0
		<i>Callistemon viminalis</i>	0	0	1	0
		<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0	0	0
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	21	2	10	0
		<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	1	0	1	0
		<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	0	0	1	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservar
NYCTAGINACEAE	1	<i>Bougainvillea glabra</i>	0	0	1	1
OLEACEAE	3	<i>Fraxinus chinensis</i>	28	4	0	1
		<i>Ligustrum japonicum</i>	4	0	12	0
		<i>Ligustrum lucidum</i>	3	4	3	0
PHYLLANTHACEAE	1	<i>Phyllanthus salviaefolius</i>	1	1	0	0
PINACEAE	2	<i>Pinus patula</i>	1	0	2	0
		<i>Pinus radiata</i>	0	0	1	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	7	7	2	0
ROSACEAE	4	<i>Cotoneaster panosa</i>	2	3	0	0
		<i>Prunus persica</i>	3	0	1	0
		<i>Prunus serotina</i>	16	1	4	0
		<i>Rhaphiolepis umbellata</i>	0	1	1	1
RUTACEAE	2	<i>Citrus limonum</i>	1	0	0	0
		<i>Citrus reticulata Blanco</i>	0	0	0	1
SALICACEAE	2	<i>Salix viminalis</i>	3	0	0	0
		<i>Xylosma spiculiferum</i>	1	0	0	0
SOLANACEAE	2	<i>Brunfelsia pauciflora</i>	0	1	3	0
		<i>Cestrum nocturnum</i>	3	1	0	0
VERBENACEAE	3	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	2	0	0	0
OTRO	1	OTRO	2	0	4	0
<b>Total</b>			<b>330</b>	<b>193</b>	<b>118</b>	<b>26</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención del WF2 viaducto, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 250, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 422 individuos y emergente con 301 individuos, acumulan entre los dos el 92,46% del total de individuos.

Tabla 250 - distribución por categoría de altura WF2 Viaducto.

Dominancia	Categoría	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	347	51,95
Emergente	II	5,1 a 10	264	39,52
Codominante	III	10,1 a 15	46	6,89
Dominante	IV	>15	11	1,65
<b>Total</b>			<b>668</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 473, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 13,316 m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 32,244 m<sup>3</sup> único.

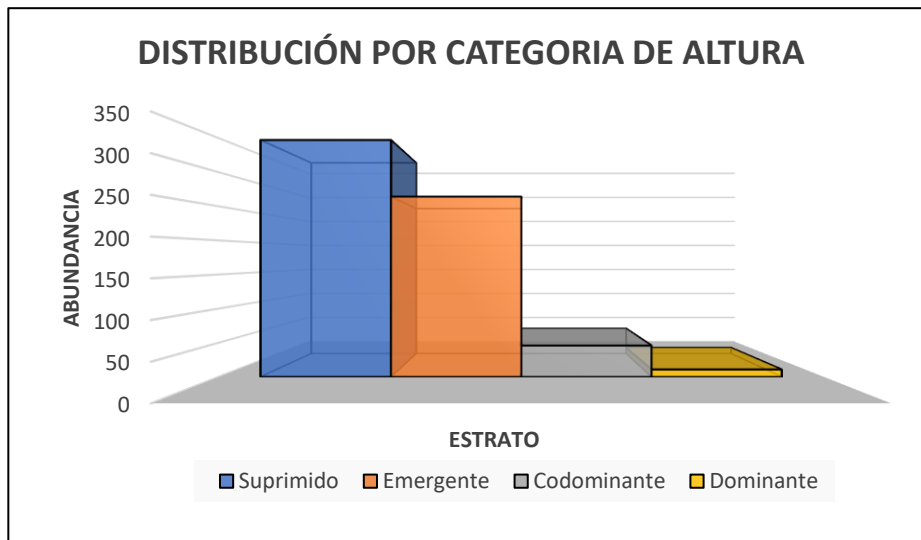


Figura 472 Distribución por categoría de altura WF2 viaducto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► **Importancia ambiental**

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de WF2 Viaducto. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, en el tramo WF2 Viaducto se registran 4 individuos categorizados en veda (Ver Tabla 251) que corresponden a la especie Nogal (*Juglans neotropica*).

Tabla 251 – Individuos en veda WF2 Viaducto.

ID	No. árbol	Nombre científico	Nombre común
1	253	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal, cedro nogal, cedro negro
2	256	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal, cedro nogal, cedro negro
3	626	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal, cedro nogal, cedro negro
4	627	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal, cedro nogal, cedro negro

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

- *WF2 Redes (Resolución 03654 de 25 de agosto 2022 modificada Resolución 01013 de 15 de junio 2023).*

El tramo WF2 viaducto se encuentra ubicado entre la Calle 43 Sur con Avenida Carrera 86 hasta la Transversal 72M Bis con Calle 26 Sur, esta área se caracteriza por la presencia de edificaciones con más dos o más pisos y conjuntos residenciales. Por otra parte, se evidencia que gran parte de los pocos individuos vegetales del sector se encuentran emplazados en algunos parques, separadores, andenes o sobre espacio privado.

► **Composición florística**

La composición florística del Arbolado del tramo WF2 - redes se registra en la Tabla 252. Se identificó un total de cincuenta (50) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos se tiene una de doce (12) especies, distribuidas en once (11) géneros y ocho (8) familias botánicas, se destaca que la familia Moraceae es la que presenta mayor número de individuos (25 individuos).

Tabla 252 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF2 redes

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	2	0
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	0	4
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	0	1
MYRTACEAE	2	<i>Callistemon citrinuss</i>	0	4
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	1	0
MORACEAE	2	<i>Ficus benjamina</i>	1	1
		<i>Ficus soatensis</i>	23	0
ROSACEAE	2	<i>Cotoneaster panosa</i>	0	2
		<i>Prunus serotina</i>	3	0
OLEACEAE	2	<i>Ligustrum lucidum</i>	0	1
		<i>Fraxinus chinensis</i>	6	0
VERBENACEAE	1	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	1	0
<b>Total</b>			<b>37</b>	<b>13</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención del WF2 redes, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 253, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 422 individuos y emergente con 301 individuos, acumulan entre los dos el 92,46% del total de individuos.

Tabla 253 - distribución por categoría de altura WF2 redes.

Dominancia	Categoría	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	11	22,00%
Emergente	II	5,1 a 10	24	48,00%
Codominante	III	10,1 a 15	13	26,00%

Dominancia	Categoría	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Dominante	IV	>15	2	4,00%
<b>Total</b>			<b>50</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la siguiente figura, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 13,316 m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 32,244 m<sup>3</sup> único.

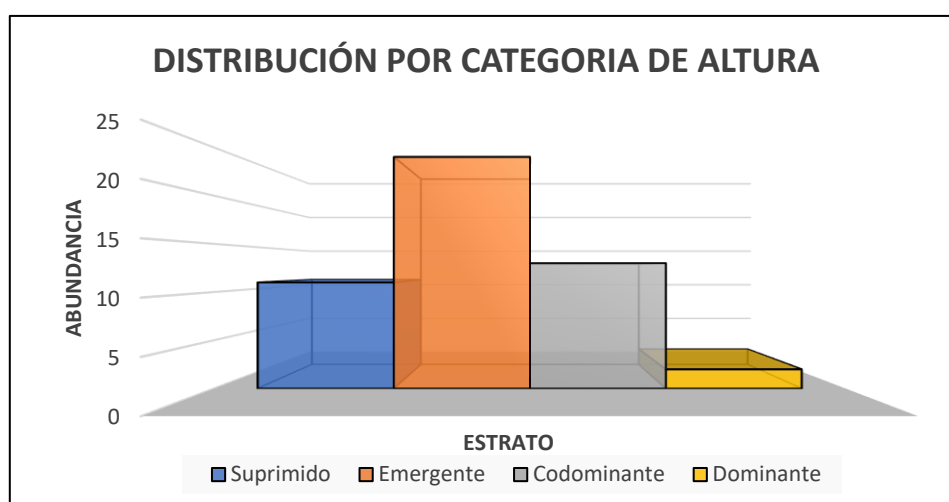


Figura 473 Distribución por categoría de altura WF2 redes.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de WF2 Redes. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, en el tramo WF2 WF2 redes no se identifica ningún individuo en esta categoría.

### ► *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “*Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones*”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).
- Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones referidas establecen un listado de árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá. Conforme a la verificación del componente arbóreo objeto del presente estudio, se determinó que en tramo WF2, NO se registran árboles de esta connotación.

#### 5.3.2.5.4 Tramo WF3

- *WF3 Viaducto (Resolución 00199 de 8 de febrero 2023 modificada Resolución 01831 de 02 de octubre 2023).*

El tramo WF3 viaducto inicia desde la Transversal 72M Bis con Calle 26 Sur hasta la Av. Autopista Sur con Calle 17A Bis Sur, se caracteriza por la variedad de construcciones habitacionales, comerciales, educativas, culturales e industriales. Se registra un mayor número de zonas verdes e individuos vegetales en comparación con los tramos referidos en los numerales anteriores.

### ► *Composición florística*

La composición florística del Arbolado del tramo WF3 - viaducto se registra en la Tabla 254. Se identificó un total de seiscientos ochenta y cuatro (684) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de cincuenta y tres (53) especies, distribuidas en cuarenta y dos (42) géneros y veintinueve (29) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Anacardiaceae (99 individuos), Moracea (158 individuos), Myrtaceae (57 individuos) y Bignoniaceae (39 individuos).

Tabla 254 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF3 viaducto.



Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	2	0	1	15
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	0	4	0	3
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	52	16	28	3
ARALIACEAE	1	<i>Schefflera actinophylla</i>	0	0	0	1
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	0	0	1	1
ARECACEAE	6	<i>Ceroxylon quinduense</i>	0	0	1	2
		<i>Ceroxylon vogelianum</i>	0	1	0	0
		<i>Phoenix canariensis</i>	0	12	0	0
		<i>Phoenix dactylifera</i>	0	6	0	0
		<i>Phoenix roebelenii</i>	1	1	2	0
ASPHODELACEAE	1	<i>Aloe arborescens</i>	0	0	1	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	4	2	19	14
CUPRESSACEAE	2	<i>Cupressus lusitanica</i>	0	0	4	0
		<i>Thuja orientalis</i>	0	0	0	1
FABACEAE	4	<i>Acacia decurrens</i>	1	1	1	2
		<i>Acacia melanoxylon</i>	1	0	4	2
		<i>Paraserianthes lophanta</i>	0	1	2	3
		<i>Senna multiglandulosa</i>	0	2	0	0
FAGACEAE	1	<i>Quercus humboldtii</i>	0	0	1	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	0	1	11	0
LAURACEAE	1	<i>Persea americana</i>	0	2	0	0
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	0	0	0	1
MALVACEAE	1	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0	3	2	0
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	0	3	3	0
MORACEAE	5	<i>Ficus benjamina</i>	2	1	6	1
		<i>Ficus carica</i>	0	0	1	1
		<i>Ficus elastica</i>	2	3	0	1
		<i>Ficus soatensis</i>	11	7	19	3
		<i>Ficus tequendamae</i>	30	63	7	1
MYRTACEAE	4	<i>Callistemon citrinus</i>	1	1	1	0
		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1	0	2	2
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	12	18	11	8
OLEACEAE	3	<i>Fraxinus chinensis</i>	27	1	1	0
		<i>Ligustrum japonicum</i>	0	0	2	0
		<i>Ligustrum lucidum</i>	0	0	8	1
ONAGRACEAE	2	<i>Fuchsia boliviana</i>	0	0	1	0
		<i>Fuchsia arborea</i>	0	0	2	0
PHYTOLACCACEAE	1	<i>Ledenbergia segueroioides</i>	0	0	2	1
PINACEAE	2	<i>Pinus patula</i>	1	0	1	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
		<i>Pinus radiata</i>	0	0	7	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	3	9	24	2
PODOCARPACEAE	1	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	0	13	4	1
ROSACEAE	4	<i>Cotoneaster panosa</i>	3	1	8	12
		<i>Prunus persica</i>	3	3	1	2
		<i>Prunus serotina</i>	3	7	3	3
		<i>Pyracantha coccinea</i>	0	0	0	2
RUTACEAE	1	<i>Citrus sinensis</i>	0	0	6	0
SALICACEAE	1	<i>Salix viminalis</i>	1	0	0	0
SOLANACEAE	3	<i>Brunfelsia pauciflora</i>	0	2	1	9
		<i>Cestrum nocturnum</i>	2	0	3	0
		<i>Streptosolen jamesonii</i>	0	0	2	0
VERBENACEAE	3	<i>Cytherexylum subflavescens</i>	20	3	2	1
		<i>Lantana camara</i>	0	0	1	0
OTRO	1	OTRO	1	0	0	7
Total			184	187	207	106

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF3 viaducto, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 255, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para

los estratos suprimido se encuentran 357 individuos y emergente con 275 individuos, acumulan entre los dos el 90,56% del total de individuos.

Tabla 255 - distribución por categoría de altura WF3 viaducto.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	349	51,02
Emergente	II	5,1 a 10	269	39,33
Codominante	III	10,1 a 15	54	7,89
Dominante	IV	>15	12	1,75
<b>TOTAL</b>			684	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la siguiente figura, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 7,545m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 24,363 m<sup>3</sup> único.

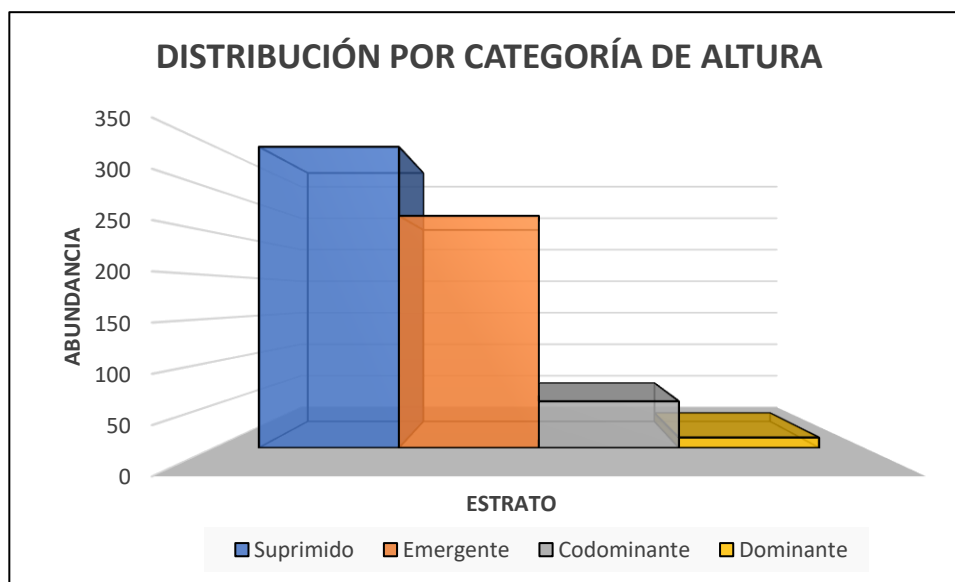


Figura 474 Distribución por categoría de altura WF3 viaducto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► **Importancia ambiental**

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de WF3 Viaducto. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, se registran 40 individuos categorizados en veda ((Ver Tabla 256) que corresponden a las especies *Cedrela montana*, *Ceroxylon quindiuense*, *Juglans neotropica* *Quercus humboldtii* y *Retrophyllum rospigliosii*, para los cuales se autorizó el tratamiento de bloqueo y traslado.

Tabla 256 – Individuos en veda WF3 viaducto.

ID	No. árbol	Especie	Nombre
1	799	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
2	800	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
3	803	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
4	807	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
5	1425	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
6	1426	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
7	492	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
8	698	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
9	1139	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
10	639	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
11	727	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
12	728	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
13	729	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>

ID	No. árbol	Especie	Nombre
14	730	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
15	731	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
16	734	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
17	735	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
18	736	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
19	737	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
20	738	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
21	809	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
22	1359	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>
23	570	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
24	571	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
25	575	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
26	577	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
27	764	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
28	781	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
29	926	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
30	928	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
31	929	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
32	930	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
33	931	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
34	932	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
35	933	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
36	934	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
37	936	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
38	937	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
39	938	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>

ID	No. árbol	Especie	Nombre
40	1182	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

- ▶ *WF3 Redes (Resolución 04124 de 28 de septiembre 2022 modificada Resolución 01029 de 20 de junio 2023).*

El tramo WF3 redes inicia desde la Transversal 72M Bis con Calle 26 Sur hasta la Av. Autopista Sur con Calle 17A Bis Sur, se caracteriza por la variedad de construcciones habitacionales, comerciales, educativas, culturales e industriales. Se registra un mayor número de zonas verdes e individuos vegetales en comparación con los tramos referidos en los numerales anteriores.

#### ▶ *Composición florística*

La composición florística del Arbolado del tramo WF3 - viaducto se registra en la Tabla 257. Se identificó un total de sesenta y cinco (65) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de diecinueve (19) especies, distribuidas en diecisiete (17) géneros y doce (12) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Anacardiaceae (18 individuos) y Myrtaceae (17 individuos).

Tabla 257 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF3 redes

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	6	11	1
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	0	1	0
ARECACEAE	3	<i>Archontophoenix cunninghamiano</i>	0	1	0
		<i>Phoenix canariensis</i>	0	1	0
		<i>Phoenix roebelenii</i>	2	1	0
ASPARAGACEAE	1	<i>Dracaena sp.</i>	1	0	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	0	1	0
FABACEAE	1	<i>Senna multiglandulosa</i>	0	1	0
MYRTACEAE	2	<i>Eugenia myrtifolia</i>	2	14	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral
		<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	1	0	0
MORACEAE	2	<i>Ficus soatensis</i>	1	0	0
		<i>Ficus tequendamae</i>	4	4	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	0	2	0
PODOCARPACEAE	1	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	0	2	0
ROSACEAE	3	<i>Cotoneaster panosa</i>	0	1	0
		<i>Prunus persica</i>	1	0	0
		<i>Prunus serotina</i>	1	1	0
OLEACEAE	2	<i>Fraxinus chinensis</i>	2	1	0
		<i>Ligustrum lucidum</i>	1	0	0
<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>42</b>	<b>1</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF3 redes, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 258, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para los estratos suprimido se encuentran 357 individuos y emergente con 275 individuos, acumulan entre los dos el 90,56% del total de individuos.

Tabla 258 - distribución por categoría de altura WF3 redes.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	29	44,62
Emergente	II	5,1 a 10	29	44,62
Codominante	III	10,1 a 15	6	9,23



Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Dominante	IV	>15	1	1,54
<b>TOTAL</b>			65	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 475, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 7,545m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 24,363 m<sup>3</sup> único.

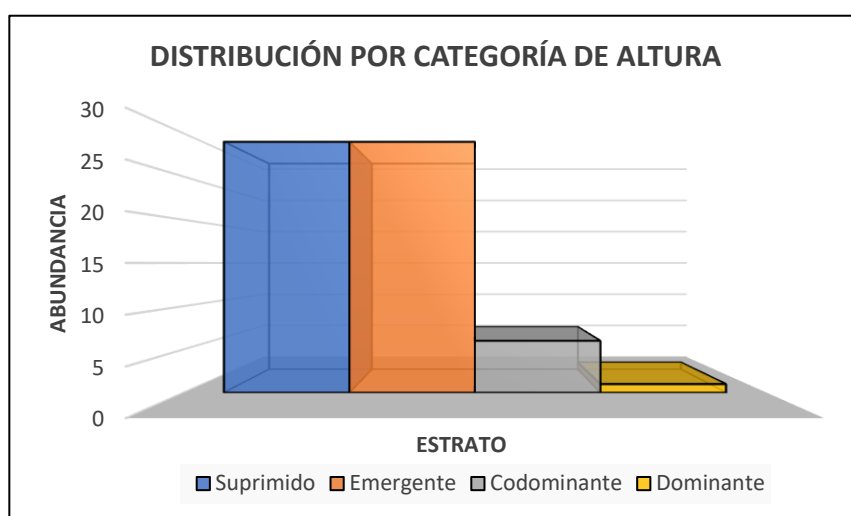


Figura 475 Distribución por categoría de altura WF3 redes.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de WF3 Redes. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, se registran 2 individuos categorizados en veda ((Ver Tabla 261) que corresponden a la especie *Retrophyllum rospigliosii*, los cuales fueron autorizados para bloqueo y traslado en el acto administrativo correspondiente.

Tabla 259 – Individuos en veda WF3 redes.

ID	No. árbol	Especie	Nombre
1	778	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
2	1181	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

- ▶ AV. 68 (Resolución 03464 de 3 de agosto 2022 modificada Resolución 00502 de 23 de marzo 2023 modificada Resolución 02784 de 13 de diciembre de 2023).

El sector correspondiente a Av. 68 se encuentra localizado sobre la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo, se caracteriza por la presencia de infraestructuras viales y zonas verdes reducidas en los andenes de los costados oriental y occidental de la Av. Primera de Mayo.

#### ▶ Composición florística

La composición florística del Arbolado urbano ubicado en el tramo AV.68, está dada por la identificación de ciento treinta y tres (133) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de veintiséis (26) especies, distribuidas en veintiún (21) géneros y dieciocho (18) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Myrtaceae (55 individuos), Pittosporaceae (49 individuos) y Bignoniaceae (23 individuos).

Tabla 260 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de Av. 68.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	1	0	0	0
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	5	1	0	1
ARALIACEAE	1	<i>Schefflera monticola</i>	1	0	0	0
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria heterophylla</i>	2	0	0	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ARECACEAE	1	<i>Phoenix roebelenii</i>	2	0	0	0
BETULACEAE	1	<i>Alnus acuminata</i>	1	0	0	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	16	7	0	0
CLUSIACEAE	1	<i>Clusia multiflora</i>	1	0	0	0
FABACEAE	3	<i>Acacia decurrens</i>	3	0	0	0
		<i>Acacia melanoxylon</i>	2	0	1	0
		<i>Acacia baileyana</i>	1	0	0	0
FAGACEAE	1	<i>Quercus humboldtii</i>	1	1	0	0
MALVACEAE	1	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0	1	0	1
MORACEAE	3	<i>Ficus benjamina</i>	1	1	0	0
		<i>Ficus soatensis</i>	3	0	0	0
		<i>Ficus tequendamae</i>	3	2	0	0
MYRTACEAE	3	<i>Callistemon citrinus</i>	4	0	0	0
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	12	18	11	8
		<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	1	1	0	0
OLEACEAE	1	<i>Fraxinus chinensis</i>	6	0	0	0
ONAGRACEAE	1	<i>Fuchsia boliviana</i>	0	1	0	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	30	15	4	0
ROSACEAE	2	<i>Cotoneaster panosa</i>	7	0	0	1
		<i>Prunus serotina</i>	0	0	1	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
RUTACEAE	2	<i>Citrus sinensis</i>	0	1	0	0
		<i>Citrus reticulata Blanco</i>	0	1	0	0
Total			<b>91</b>	<b>33</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de Av. 68, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para los estratos suprimido se encuentran 357 individuos y emergente con 275 individuos, acumulan entre los dos el 90,56% del total de individuos.

Tabla 261 - distribución por categoría de altura Av. 68.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	66	49,62
Emergente	II	5,1 a 10	55	41,35
Codominante	III	10,1 a 15	11	8,27
Dominante	IV	>15	1	0,75
<b>TOTAL</b>			<b>133</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 476, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 7,545m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 24,363 m<sup>3</sup> único.

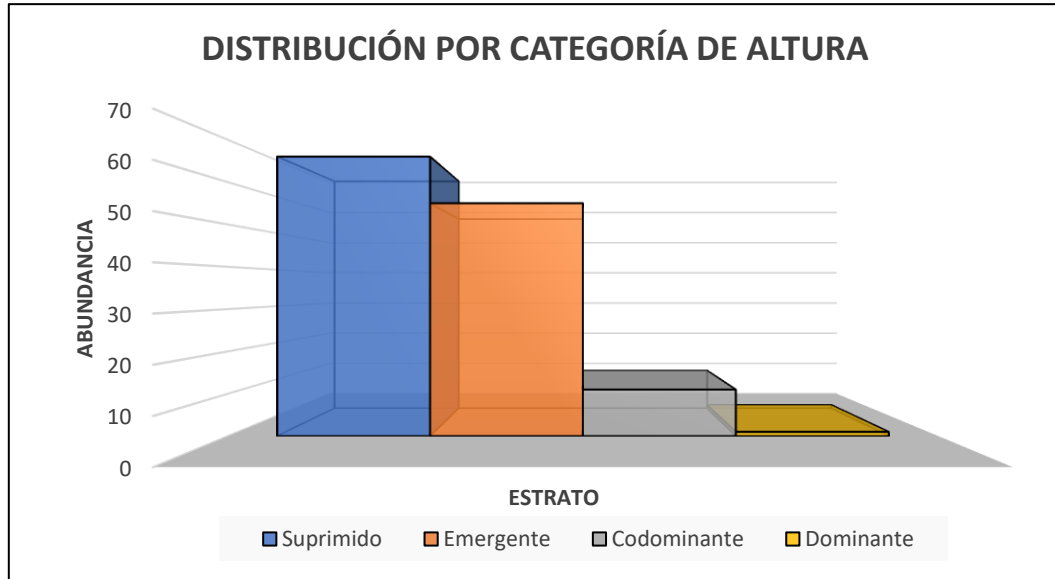


Figura 476 Distribución por categoría de altura Av. 68.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► **Importancia ambiental**

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA de Av. 68. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, se registran 2 individuos categorizados en veda que corresponden a la especie *Quercus humboldtii*, los cuales fueron autorizados para traslado en el acto administrativo correspondiente.

Tabla 262 – Individuos en veda de Av. 68.

ID	No. árbol	Especie	Nombre
1	1055	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>
2	1061	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Colegio Luis Vargas Tejada (Resolución 00245 de 17 de febrero 2023).*

El Colegio Luis Vargas Tejada se encuentra ubicado en la Carrera 52 No. 24 - 90 Sur, y registró la presencia de catorce (14) ejemplares arbóreos.

► *Composición florística*

La composición florística del Arbolado perteneciente a la Resolución del Colegio Luis Vargas Tejada - se registra en la siguiente tabla. Se identificó un total de catorce (14) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de seis (6) especies, distribuidas en cinco (5) géneros y cinco (5) familias botánicas, se destaca que la familia que presenta mayor número de individuos es Rosaceae (5 individuos).

Tabla 263 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo colegio Luis Vargas tejada.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
FABACEAE	1	<i>Acacia spp</i>	1	0
MYRTACEAE	1	<i>Eugenia myrtifolia</i>	4	0
MORACEAE	2	<i>Ficus benjamina</i>	2	0
		<i>Ficus carica</i>	0	1
ROSACEAE	1	<i>Cotoneaster panosa</i>	0	5
OLEACEAE	1	<i>Fraxinus chinensis</i>	1	0
<b>Total</b>			<b>8</b>	<b>6</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de Colegio Luis Vargas Tejada, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajos, en este caso para los estratos suprimido se encuentran 357 individuos y emergente con 275 individuos, acumulan entre los dos el 90,56% del total de individuos.

Tabla 264 - distribución por categoría de altura Colegio Luis Vargas Tejada.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	10	71,43
Emergente	II	5,1 a 10	3	21,43
Codominante	III	10,1 a 15	1	7,73
Dominante	IV	>15	0	0
<b>TOTAL</b>			14	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 477, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 7,545m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 24,363 m<sup>3</sup> único.

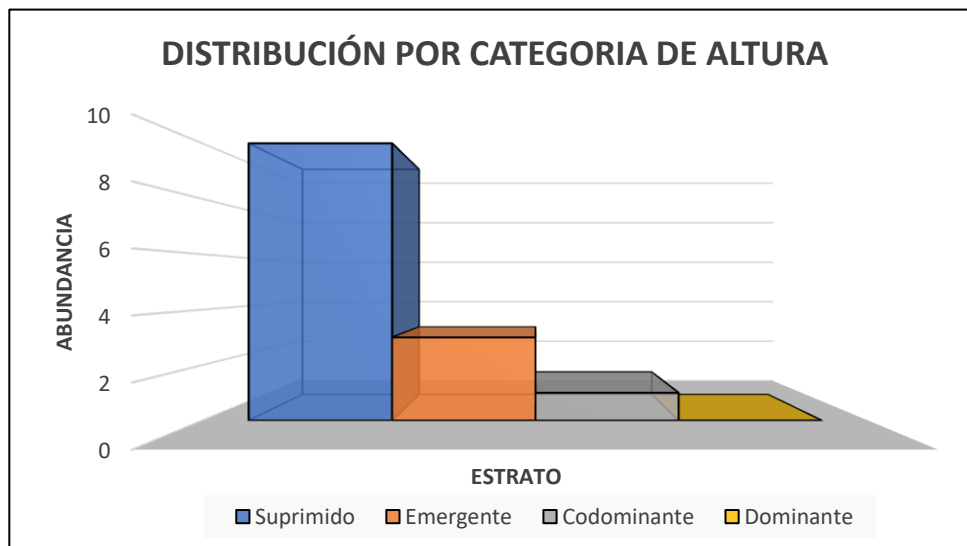


Figura 477 Distribución por categoría de altura de Colegio Luis Vargas Tejada.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA del Colegio Luis Vargas Tejada. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la

Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, en el área de Colegio Luis Vargas Tejada no se identifica ningún individuo en esta categoría.

#### ► *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “*Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones*”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).
- Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones referidas establecen un listado de árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá. Conforme a la verificación del componente arbóreo objeto del presente estudio, se determinó que en tramo WF3, NO se registran árboles de esta connotación.

#### 5.3.2.5.5 *Tramo WF4*

- *WF4 Viaducto (Resolución 00054 de 19 de enero 2023 modificada Resolución 02317 de 14 de noviembre de 2023).*

El tramo WF4 viaducto se localiza desde la Avenida Autopista Sur con Calle 17 A Bis hasta la Avenida Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 10, se caracteriza por la presencia de áreas principalmente comerciales y pequeñas de tipo habitacional; Adicionalmente, se registra la presencia de individuos arbóreos principalmente sobre separadores centrales y andenes.



► **Composición florística**

La composición florística del Arbolado perteneciente al tramo WF4- Viaducto se registra en la siguiente tabla. Se identificó un total de seiscientos veintisiete (627) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparado. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de cincuenta y cuatro (54) especies, distribuidas en cuarenta y dos (42) géneros y treinta (30) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Myrtaceae (116 individuos), Anacardiaceae (109 individuos), Moraceae (82 individuos) y Oleaceae (63 individuos).

Tabla 265 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF4 viaducto.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	3	0	0	0
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	3	8	5	0
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	63	34	6	6
ARALIACEAE	1	<i>Schefflera actinophylla</i>	0	0	1	0
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	3	0	0	0
ARECACEAE	3	<i>Phoenix canariensis</i>	0	6	2	0
		<i>Ceroxylon quinduense</i>	1	9	3	0
		<i>Ceroxylon vogelianum</i>	0	2	1	0
BETULACEAE	1	<i>Alnus acuminata</i>	0	0	0	2
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	0	5	0	2
CUPRESSACEAE	1	<i>Thuja orientalis</i>	1	1	1	0
	1	<i>Cupressus lusitanica</i>	4	0	0	1
ESCALLONIACEAE	2	<i>Escallonia paniculata</i>	0	0	1	0
		<i>Escallonia pendula</i>	0	0	1	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
EUPHORBIACEAE	1	<i>Croton bogotanus</i>	0	0	0	2
FABACEAE	7	<i>Acacia decurrens</i>	1	0	1	0
		<i>Acacia melanoxylon</i>	8	0	3	1
		<i>Acacia baileyana</i>	1	0	0	0
		<i>Calliandra carbonaria</i>	0	0	0	1
		<i>Dalea caerulea</i>	0	0	0	3
		<i>Erythrina rubrinervia</i>	2	0	0	25
		<i>Senna multiglandulosa</i>	1	0	0	1
FAGACEAE	1	<i>Quercus humboldtii</i>	0	0	4	0
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	0	5	6	5
LAURACEAE	1	<i>Persea americana</i>	0	1	0	0
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	0	3	1	0
MAGNOLIACEAE	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	2	9	1	1
MALVACEAE	2	<i>Abutilon insigne</i>	0	0	0	2
		<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2	0	0	0
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	0	0	0	2
MORACEAE	4	<i>Ficus soatensis</i>	33	2	29	1
		<i>Ficus tequendamae</i>	1	1	1	3
		<i>Ficus benjamina</i>	5	1	1	0
		<i>Ficus elastica</i>	4	0	0	0
MYRTACEAE	5	<i>Eucalyptus ficifolia</i>	17	5	14	1
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	22	5	5	22
		<i>Callistemon citrinuss</i>	8	0	0	2
		<i>Callistemon viminalis</i>	6	6	0	1

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
		<i>Eucalyptus globulus</i>	2	0	0	0
NYCTAGINACEAE	2	<i>Bougainvillea glabra</i>	1	0	3	0
		<i>Brugmansia candida</i>	0	1	1	0
OLEACEAE	3	<i>Ligustrum lucidum</i>	10	0	5	3
		<i>Fraxinus chinensis</i>	31	0	0	12
		<i>Ligustrum japonicum</i>	0	1	1	0
PINACEAE	2	<i>Pinus patula</i>	1	0	0	0
		<i>Pinus radiata</i>	3	1	2	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	8	8	5	2
PODOCARPACEAE	1	<i>Nageia rospigliosii</i>	0	11	2	0
ROSACEAE	4	<i>Prunus serotina</i>	6	2	5	5
		<i>Prunus persica</i>	0	1	0	0
SALICACEAE	1	<i>Salix humboldtiana</i>	2	0	0	10
SOLANACEAE	2	<i>Cestrum nocturnum</i>	1	0	0	3
		<i>Solanum marginatum</i>	1	0	0	0
VERBENACEAE	2	<i>Cytherexylum subflavescens</i>	4	0	6	0
OTRO	1	Otro	0	3	0	1
Total			<b>260</b>	<b>131</b>	<b>116</b>	<b>120</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF4 Viaducto, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 286 individuos y emergente con 281 individuos, acumulan entre los dos el 81,12% del total de individuos.

Tabla 266 - Distribución por categoría de altura WF4 viaducto.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	233	37,16
Emergente	II	5,1 a 10	265	42,26
Codominante	III	10,1 a 15	97	15,47
Dominante	IV	>15	32	5,10
<b>Total</b>			<b>627</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la Figura 478, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 7,545m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 89,406 m<sup>3</sup> único.

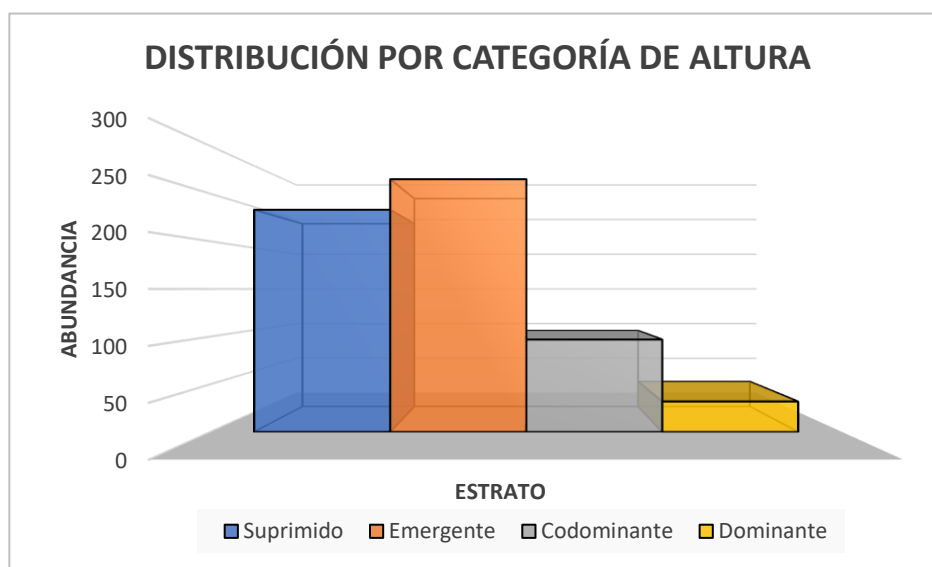


Figura 478 Distribución por categoría de altura WF4 viaducto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA del tramo WF4 - Viaducto. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las

categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, se registran 48 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) que corresponden a las especies *Ceroxylon quindiuense*, *Cedrela montana*, *Juglans neotropica*, *Quercus humboldtii* y *Nageia rospigliosii*, los cuales fueron autorizados para bloqueo y traslado.

Tabla 267 - Individuos en veda WF4 viaducto.

ID	No. árbol	Nombre común	Nombre científico
1	432	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
2	433	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
3	434	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
4	435	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
5	436	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
6	437	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
7	438	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
8	441	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
9	442	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
10	443	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
11	864	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
12	872	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
13	900	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
14	485	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
15	486	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
16	98	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
17	99	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>

ID	No. árbol	Nombre común	Nombre científico
18	104	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
19	461	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
20	464	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
21	482	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
22	560	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
23	875	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
24	876	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
25	877	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
26	878	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
27	895	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
28	896	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
29	1003	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
30	1180	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
31	1470	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
32	551	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>
33	552	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>
34	554	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>
35	555	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>
36	874	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	<i>Nageia rospigliosii</i>
37	898	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	<i>Nageia rospigliosii</i>
38	902	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	<i>Nageia rospigliosii</i>
39	908	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	<i>Nageia rospigliosii</i>
40	909	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	<i>Nageia rospigliosii</i>

ID	No. árbol	Nombre común	Nombre científico
41	910	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
42	911	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
43	912	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
44	913	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
45	915	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
46	916	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
47	917	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii
48	1007	Pino colombiano. pino de pacho. pino romeron	Nageia rospigliosii

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *WF4 Redes (Resolución 00052 de 19 de enero 2023).*

El tramo WF4 redes se localiza desde la Avenida Autopista Sur con Calle 17 A Bis hasta la Avenida Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 10, se caracteriza por la presencia de áreas principalmente comerciales y pequeñas de tipo habitacional; Adicionalmente, se registra la presencia de individuos arbóreos principalmente sobre separadores centrales y andenes.

► *Composición florística*

La composición florística del Arbolado perteneciente al tramo WF4-Redes se registra en la Tabla 268. Se identificó un total de ciento tres (103) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparado. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de treinta y tres (33) especies, distribuidas en veintiséis (26) géneros y veintidós (22) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Myrtaceae (27 individuos) y Anacardiaceae (21 individuos).

Tabla 268 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF4 redes.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	3	0
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	0	1
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	2	19
ARALIACEAE	1	<i>Schefflera monticola</i>	0	1
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	2	0
ARECACEAE	2	<i>Ceroxylon quinduense</i>	0	3
		<i>Ceroxylon vogelianum</i>	0	1
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	1	0
CLUSIACEAE	1	<i>Clusia multiflora</i>	1	0
FABACEAE	3	<i>Acacia melanoxylon</i>	1	0
		<i>Acacia baileyana</i>	1	0
		<i>Erythrina rubrinervia</i>	1	0
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	0	1
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	1	1
MAGNOLIACEAE	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	0	2
MORACEAE	3	<i>Ficus soatensis</i>	2	0
		<i>Ficus benjamina</i>	3	0
		<i>Ficus elastica</i>	1	0
MYRTACEAE	4	<i>Eucalyptus ficifolia</i>	11	0
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	10	0
		<i>Callistemon citrinuss</i>	3	0
		<i>Callistemon viminalis</i>	1	2
OLEACEAE	1	<i>Fraxinus chinensis</i>	4	0
PINACEAE	2	<i>Pinus patula</i>	1	0



Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
		<i>Pinus radiata</i>	1	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	1	5
PODOCARPACEAE	1	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	0	1
ROSACEAE	2	<i>Prunus serotina</i>	3	2
		<i>Prunus persica</i>	0	1
SALICACEAE	1	<i>Salix humboldtiana</i>	1	0
SOLANACEAE	2	<i>Cestrum nocturnum</i>	0	1
		<i>Solanum marginatum</i>	1	0
VERBENACEAE	2	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	1	0
OTRO	1	Otro	0	3
Total			<b>60</b>	<b>43</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF4 redes, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 286 individuos y emergente con 281 individuos, acumulan entre los dos el 81,12% del total de individuos.

Tabla 269 - Distribución por categoría de altura WF4 redes.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	40	38,83
Emergente	II	5,1 a 10	48	46,60
Codominante	III	10,1 a 15	14	13,59
Dominante	IV	>15	1	0,97

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
<b>Total</b>			<b>103</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la siguiente figura, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 7,545m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 89,406 m<sup>3</sup> único.

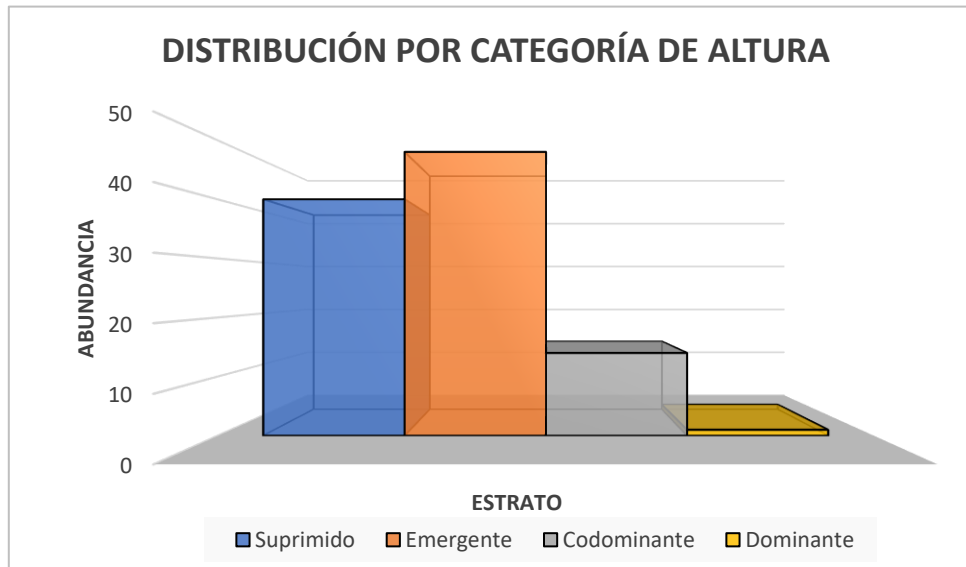


Figura 479 Distribución por categoría de altura WF4 redes.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA del tramo WF4 - Redes. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, se registran 5 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) que corresponden a las especies *Ceroxylon quindiuense*, *Juglans neotropica*, y *Retrophyllum rospigliosii*, los cuales fueron autorizados para bloqueo y traslado en el acto administrativo correspondiente,

Tabla 270 - Individuos en veda de WF4 redes.

ID	Inventario	Nombre común	Nombre científico
1	439	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
2	440	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
3	901	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
4	1002	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
5	914	Pino romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).
- Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones referidas establecen un listado de árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá. Conforme a la verificación del componente arbóreo objeto del presente estudio, se determinó que en tramo WF4, NO se registran árboles de esta connotación.

### 5.3.2.5.6 Tramo WF5

- ▶ WF5 Viaducto (Resolución 00086 de 26 de enero 2023 modificada Resolución 02273 de 10 de noviembre 2023).

El tramo WF5 viaducto se encuentra localizado desde la Av. Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 10 hasta la Av. Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 45, se caracteriza por ser una zona principalmente de uso comercial y en menor proporción residencial. Para el área se registra la presencia de individuos arbóreos emplazados principalmente sobre separadores viales y andenes. Adicionalmente, se destaca la presencia de los parques metropolitanos Tercer Milenio y El Renacimiento.

#### ▶ Composición florística

La composición florística del Arbolado perteneciente al tramo WF5 - Viaducto se registra en la siguiente tabla. Se identificó un total de quinientos treinta (530) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de cincuenta y dos (52) especies, distribuidas en cuarenta y cinco (45) géneros y treinta y tres (33) familias botánicas, se destaca que las familias que presentan mayor número de individuos son Moraceae (137 individuos), Oleaceae (93 individuos), Altingiaceae (69 individuos) y Proteaceae (35 individuos).

Tabla 271 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF5 viaducto.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ADOXACEAE	2	<i>Sambucus nigra</i>	7	0	3	1
		<i>Viburnum tinoides</i>	1	0	0	0
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	21	28	18	2
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	2	0	3	9
ARALIACEAE	2	<i>Schefflera actinophylla</i>	0	1	4	0
		<i>Schefflera monticola</i>	0	1	1	1
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	0	0	3	0
ARECACEAE	2	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	0	2	2	0
		<i>Phoenix canariensis</i>	0	0	0	8
BETULACEAE	1	<i>Alnus acuminata</i>	0	0	1	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	2	11	11	2

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
CARICACEAE	1	<i>Carica pubescens</i>	0	0	1	0
CLUSIACEAE	1	<i>Clusia multiflora</i>	0	1	0	0
CUPRESSACEAE	2	<i>Cupressus lusitanica</i>	0	0	1	0
		<i>Thuja orientalis</i>	0	0	1	0
ERICACEAE	1	<i>Rhododendron indicum</i>	0	0	0	8
ESCALLONIACEAE	1	<i>Escallonia paniculata</i>	0	0	4	0
EUPHORBIACEAE	1	<i>Croton bogotanus</i>	1	0	0	0
FABACEAE	2	<i>Acacia baileyana</i>	0	0	3	0
		<i>Calliandra haematophylla</i>	1	0	0	0
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	0	0	4	1
LAURACEAE	1	<i>Persea americana</i>	1	0	1	0
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	0	1	5	3
MALVACEAE	1	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1	0	0	0
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	0	0	1	0
MORACEAE	4	<i>Ficus benjamina</i>	0	0	2	0
		<i>Ficus elastica</i>	0	0	2	0
		<i>Ficus soatensis</i>	61	2	44	17
		<i>Ficus tequendamae</i>	2	0	4	3
MYRTACEAE	5	<i>Acca sellowiana</i>	2	0	1	0
		<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0	0	0
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	6	3	0	0
		<i>Myrcia popayanensis</i>	0	0	1	0
		<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	0	2	1	0
OLEACEAE	3	<i>Fraxinus chinensis</i>	20	0	29	4

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
		<i>Ligustrum japonicum</i>	1	0	0	0
		<i>Ligustrum lucidum</i>	29	2	4	4
ONAGRACEAE	1	<i>Fuchsia boliviana</i>	1	0	0	0
PINACEAE	2	<i>Pinus patula</i>	1	0	1	0
		<i>Pinus radiata</i>	0	0	1	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	3	1	13	5
PODOCARPACEAE	1	<i>Nageia rospiglosii</i>	0	5	0	0
PROTEACEAE	1	<i>Grevillea robusta</i>	10	1	24	0
ROSACEAE	3	<i>Eryobotria japonica</i>	0	1	0	0
		<i>Prunus persica</i>	1	0	0	0
		<i>Prunus serotina</i>	7	0	0	0
RUTACEAE	1	<i>Citrus sinensis</i>	0	1	0	0
SALICACEAE	1	<i>Xylosma spiculiferum</i>	2	1	0	0
SOLANACEAE	3	<i>Cestrum nocturnum</i>	0	0	1	0
		<i>Cyphomandra betacea</i>	2	0	0	0
		<i>Solanum marginatum</i>	1	0	0	0
VERBENACEAE	1	<i>Cytharexylum subflavescens</i>	0	0	1	0
OTRO	1	Otro	5	5	3	2
<b>Total</b>			<b>192</b>	<b>69</b>	<b>199</b>	<b>70</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF5 viaducto, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases

diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 245 individuos y emergente con 120 individuos, acumulan entre los dos el 64,60% del total de individuos.

Tabla 272 - Distribución por categoría de altura WF5 viaducto.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	224	43,36%
Emergente	II	5,1 a 10	109	21,24%
Codominante	III	10,1 a 15	98	17,52%
Dominante	IV	>15	99	17,88%
<b>TOTAL</b>			<b>564</b>	<b>100%</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la siguiente figura, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 3,074m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 352,677 m<sup>3</sup>.

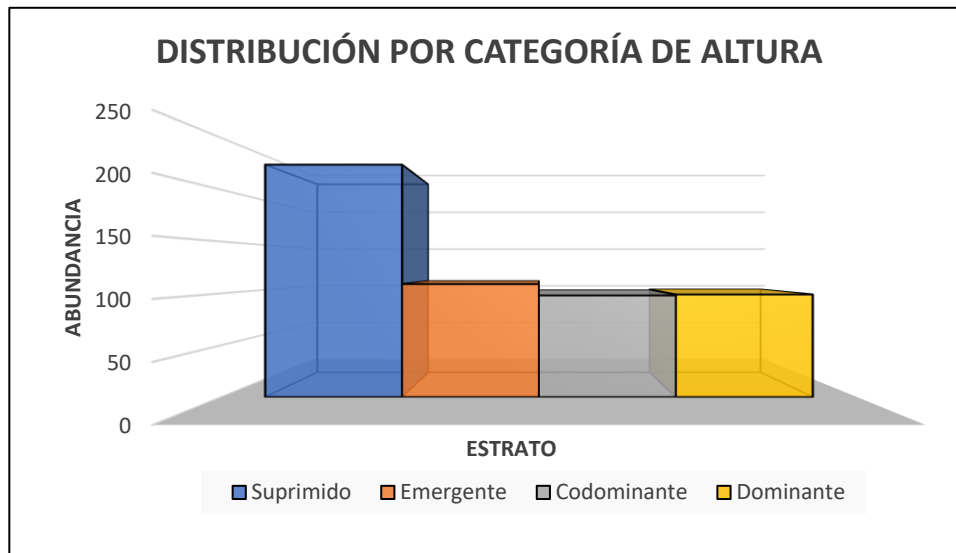


Figura 480 Distribución por categoría de altura WF5 viaducto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo

correspondiente a la Resolución SDA del tramo WF5 - Viaducto. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así las cosas, se registran 15 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) que corresponden a las especies *Ceroxylon quindiuense*, *Cedrela montana*, *Juglans neotropica*, y *Nageia rospiglosii*, los cuales fueron autorizados para traslado en el acto administrativo correspondiente.

Tabla 273 - Individuos en veda WF5 viaducto.

ID	No. árbol	Nombre común	Nombre científico
1	305	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
2	151	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
3	152	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
4	264	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
5	233	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quindiuense</i>
6	251	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
7	79	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
8	84	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
9	85	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
10	114	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
11	307	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	<i>Nageia rospiglosii</i>
12	308	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	<i>Nageia rospiglosii</i>
13	345	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	<i>Nageia rospiglosii</i>
14	346	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	<i>Nageia rospiglosii</i>
15	264	Pino colombiano, pino de pacho, pino romeron	<i>Nageia rospiglosii</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023



► *WF5 Redes (Resolución 00074 de 25 de enero 2023).*

El tramo WF5 viaducto se encuentra localizado desde la Av. Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 10 hasta la Av. Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 45, se caracteriza por ser una zona principalmente de uso comercial y en menor proporción residencial. Para el área se registra la presencia de individuos arbóreos emplazados principalmente sobre separadores viales y andenes. Adicionalmente, se destaca la presencia de los parques metropolitanos Tercer Milenio y El Renacimiento.

► *Composición florística*

La composición florística del Arbolado perteneciente al tramo WF5- Redes se registra en la siguiente tabla. Se identificó un total de setenta y siete (77) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de once (11) especies, distribuidas en once (11) géneros y ocho (8) familias botánicas, se destaca que las familias que presentan mayor número de individuos son Altingiaceae (27 individuos) y Oleaceae (22 individuos).

Tabla 274 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF5 redes.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	3	0
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	7	20
MORACEAE	1	<i>Ficus soatensis</i>	7	0
MYRTACEAE	2	<i>Eugenia myrtifolia</i>	5	4
		<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	1	0
OLEACEAE	2	<i>Fraxinus chinensis</i>	5	0
		<i>Ligustrum lucidum</i>	14	3
PROTEACEAE	1	<i>Grevillea robusta</i>	0	1
ROSACEAE	2	<i>Cotoneaster panosa</i>	1	0
		<i>Prunus persica</i>	1	0
SALICACEAE	1	<i>Xylosma spiculiferum</i>	0	1
OTRO	1	Otro	4	0
<b>Total</b>			<b>48</b>	<b>29</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF5 redes, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 245 individuos y emergente con 120 individuos, acumulan entre los dos el 64,60% del total de individuos.

Tabla 275 - Distribución por categoría de altura WF5 redes.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	50	64,94
Emergente	II	5,1 a 10	16	20,78
Codominante	III	10,1 a 15	5	6,49
Dominante	IV	>15	6	7,79
<b>TOTAL</b>			<b>77</b>	<b>100</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Consecuentemente, en la siguiente figura, se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 3,074m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 352,677 m<sup>3</sup>.

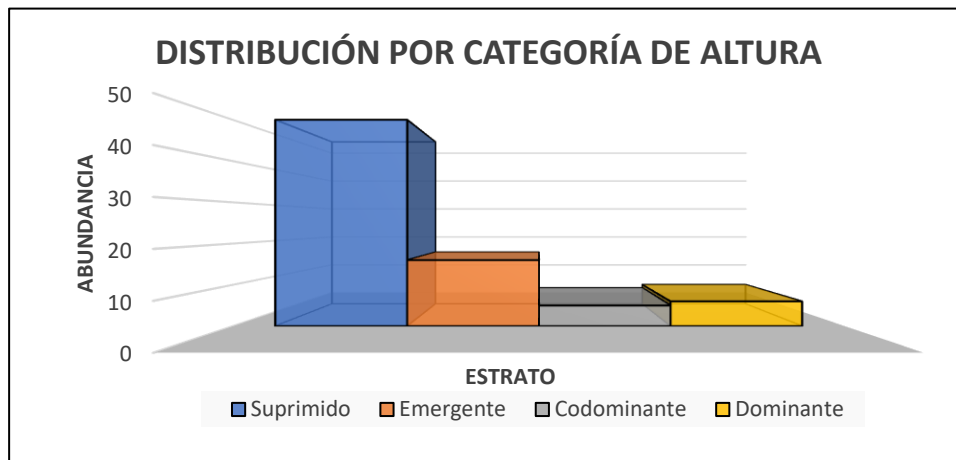


Figura 481 Distribución por categoría de altura WF5 redes.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

▶ *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA del tramo WF4 - Redes. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, en el tramo WF5 redes no se identifica ningún individuo en esta categoría.

▶ *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- ▶ Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).
- ▶ Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- ▶ Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones referidas establecen un listado de árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá. Conforme a la verificación del componente arbóreo objeto del presente estudio, se determinó que en tramo WF5, NO se registran árboles de esta connotación.

#### 5.3.2.5.7 Tramo WF6

- ▶ *WF6 Viaducto (Resolución 00076 de 25 de enero 2023 modificada Resolución 01368 de 31 de julio 2023).*

El tramo WF6 viaducto se distribuye desde la Av. Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 45 hasta la Av. Carrera 20 (Autopista Norte) con Calle 80 Bis, así mismo, comprende un sector comercial y de servicios, además, de zonas residenciales; entre la calle 26 y 45 se encuentra parte de la localidad de Teusaquillo que posee barrios de conservación caracterizados por la riqueza de su arquitectura. Por otra parte, entre la calle 58 y 76 se registra la presencia de jardineras y arbolado urbano principalmente sobre el separador vial y andenes.

► **Composición florística**

La composición florística del Arbolado perteneciente al tramo WF6- Viaducto se registra en la siguiente tabla. Se identificó un total de quinientos sesenta y seis (566) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de cincuenta y cinco (55) especies, distribuidas en cuarenta y siete (47) géneros y treinta y dos (32) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Moraceae (147 individuos), Altingiaceae (88 individuos), Oleaceae (79 individuos) y Rosaceae (51 individuos).

Tabla 276 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de WF6 viaducto.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	5	1	0	0
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	24	32	25	7
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	6	1	12	0
ARALIACEAE	3	<i>Oreopanax floribundum</i>	1	1	0	0
		<i>Schefflera actinophylla</i>	0	0	1	0
		<i>Schefflera monticola</i>	0	0	3	0
ARAUCARIACEAE	1	<i>Araucaria excelsa</i>	0	2	2	0
ARECACEAE	5	<i>Archontophoenix cunninghamiano</i>	0	1	1	0
		<i>Ceroxylon quindiuense</i>	0	10	1	0
		<i>Dypsis lutescens</i>	0	2	1	0
		<i>Phoenix canariensis</i>	0	5	9	0
		<i>Washingtonia filifera</i>	1	0	0	0
BIGNONIACEAE	1	<i>Tecoma stans</i>	2	1	1	0
CUPRESSACEAE	2	<i>Cupressus lusitanica</i>	0	2	1	0
		<i>Thuja orientalis</i>	0	1	5	0
EUPHORBIACEAE	1	<i>Croton bogotanus</i>	1	1	1	0
FABACEAE	3	<i>Acacia baileyana</i>	1	0	0	0
		<i>Acacia melanoxylon</i>	1	0	0	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
		<i>Paraserianthes lophanta</i>	0	0	1	0
FAGACEAE	1	<i>Quercus humboldtii</i>	0	0	1	0
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	0	1	3	2
LAURACEAE	1	<i>Persea americana</i>	0	0	1	0
LYTHRACEAE	1	<i>Lafoensia acuminata</i>	0	0	2	0
MAGNOLIACEAE	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	0	0	3	0
MALVACEAE	2	<i>Abutilon insigne</i>	0	1	0	0
		<i>Hibiscus rosa</i>	2	1	4	0
MELASTOMATACEAE	1	<i>Tibouchina lepidota</i>	0	0	1	0
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	0	0	1	1
MORACEAE	4	<i>Ficus benjamina</i>	9	3	5	1
		<i>Ficus elastica</i>	1	0	1	0
		<i>Ficus soatensis</i>	103	2	20	1
		<i>Ficus tequendamae</i>	0	0	0	1
MUSACEAE	1	<i>Ensete ventricosum</i>	0	0	2	0
MYRTACEAE	6	<i>Callistemon citrinus</i>	0	2	0	0
		<i>Eucalyptus ficifolia</i>	6	0	0	0
		<i>Eugenia myrtifolia</i>	11	3	12	7
		<i>Metrosideros excelsa</i>	1	2	5	0
		<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	0	0	1	0
NYCTAGINACEAE	1	<i>Bougainvillea glabra</i>	0	0	1	0
OLEACEAE	3	<i>Fraxinus chinensis</i>	25	0	34	0
		<i>Ligustrum japonicum</i>	0	0	2	0
		<i>Ligustrum lucidum</i>	10	1	7	0

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Tratamiento Integral	Conservación
ONAGRACEAE	1	<i>Fuchsia boliviana</i>	0	0	0	1
PAPAVERACEAE	1	<i>Bocconia frutescens</i>	0	0	0	1
PINACEAE	1	<i>Pinus patula</i>	0	0	1	0
PITTOSPORACEAE	1	<i>Pittosporum undulatum</i>	2	4	6	0
PROTEACEAE	1	<i>Grevillea robusta</i>	1	0	0	0
ROSACEAE	4	<i>Cotoneaster panosa</i>	2	21	2	0
		<i>Prunus persica</i>	0	0	2	0
		<i>Prunus serotina</i>	12	4	4	2
		<i>Pyracantha coccinea</i>	0	0	0	2
RUTACEAE	2	<i>Citrus limonum</i>	0	0	1	0
		<i>Citrus sinensis</i>	0	0	1	0
SALICACEAE	1	<i>Salix humboldtiana</i>	1	0	0	0
SOLANACEAE	2	<i>Brunfelsia pauciflora</i>	1	0	1	0
OTRO	1	Otro	0	3	9	6
<b>total</b>			<b>229</b>	<b>108</b>	<b>197</b>	<b>32</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF6 viaducto, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 242 individuos y emergente con 172 individuos, acumulan entre los dos el 67,54% del total de individuos.

Tabla 277 - Distribución por categoría de altura WF6 viaducto.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	211	37,28
Emergente	II	5,1 a 10	163	28,80

Codominante	III	10,1 a 15	109	19,26
Dominante	IV	>15	83	14,66
TOTAL			566	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

En la siguiente figura se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 1,924 m3, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 285,312 m3.

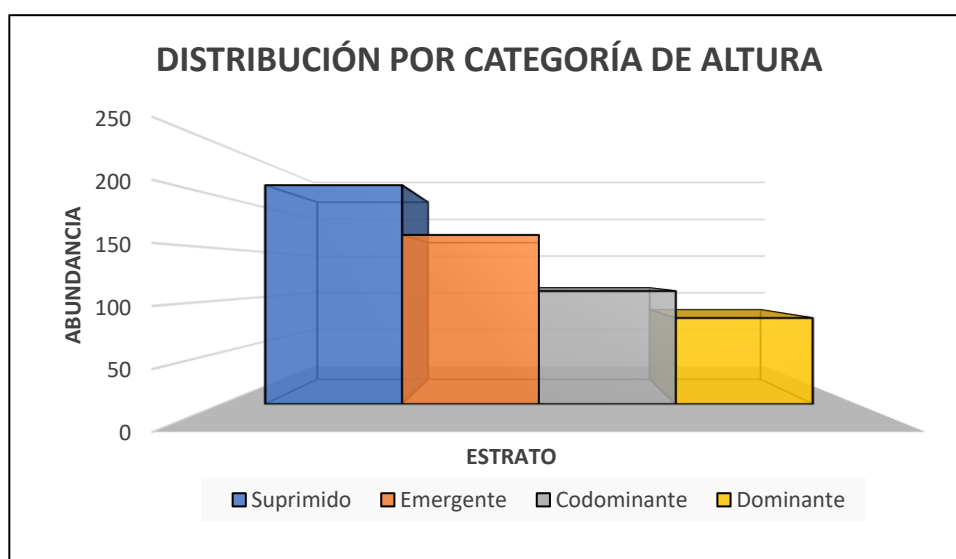


Figura 482 Distribución por categoría de altura WF6 viaducto.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA del tramo WF6 - Viaducto. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.



De esta forma, se registran 20 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) que corresponden a las especies *Cedrela montana*, *Ceroxylon quinduense*, *Juglans neotropica* y *Quercus humboldtii*, las cuales se encuentran autorizadas para los tratamientos silviculturales de bloqueo y traslado, conservación y tratamiento integral.

Tabla 278 - Individuos en veda WF6 viaductos.

ID	No. árbol	Especie	Nombre
1	750	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
2	781	Cedro, cedro andino, cedro clavel	<i>Cedrela montana</i>
3	825	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
4	827	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
5	828	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
6	829	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
7	831	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
8	832	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
9	835	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
10	838	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
11	839	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
12	840	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
13	841	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
14	405	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
15	407	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
16	408	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
17	548	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
18	644	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
19	787	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
20	406	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► WF6 Redes (Resolución 00053 de 19 de enero 2023).

El tramo WF6 redes se distribuye desde la Av. Carrera 14 (Av. Caracas) con Calle 45 hasta la Av. Carrera 20 (Autopista Norte) con Calle 80 Bis, así mismo, comprende un sector comercial y de servicios,

además, de zonas residenciales; entre la calle 26 y 45 se encuentra parte de la localidad de Teusaquillo que posee barrios de conservación caracterizados por la riqueza de su arquitectura. Por otra parte, entre la calle 58 y 76 se registra la presencia de jardineras y arbolado urbano principalmente sobre el separador vial y andenes.

### ► Composición florística

La composición florística del Arbolado perteneciente al tramo WF6- Redes se registra en la siguiente tabla seentificó un total de doce (12) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparada. De acuerdo con los datos obtenidos se tiene una riqueza de siete (7) especies, distribuidas en siete (7) géneros y siete (7) familias botánicas, se destaca que la familia que presenta mayor número de individuos es Arecaceae (3 individuos).

Tabla 279 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie del tramo WF6 redes.

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	0	1
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	0	2
ANACARDIACEAE	1	<i>Schinus molle</i>	0	1
ARECACEAE	1	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	0	3
MORACEAE	1	<i>Ficus benjamina</i>	2	0
OLEACEAE	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	1	0
SALICACEAE	1	<i>Salix humboldtiana</i>	1	0
OTRO	1	Otro	1	0
<b>total</b>			<b>229</b>	<b>108</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de WF6 redes, se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 242 individuos y emergente con 172 individuos, acumulan entre los dos el 67,54% del total de individuos.

Tabla 280 - Distribución por categoría de altura WF6 redes.

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	5	41,67
Emergente	II	5,1 a 10	3	25,00
Codominante	III	10,1 a 15	3	25,00
Dominante	IV	>15	1	8,33
TOTAL			12	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

En la siguiente figura se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 1,924 m3, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 285,312 m3.

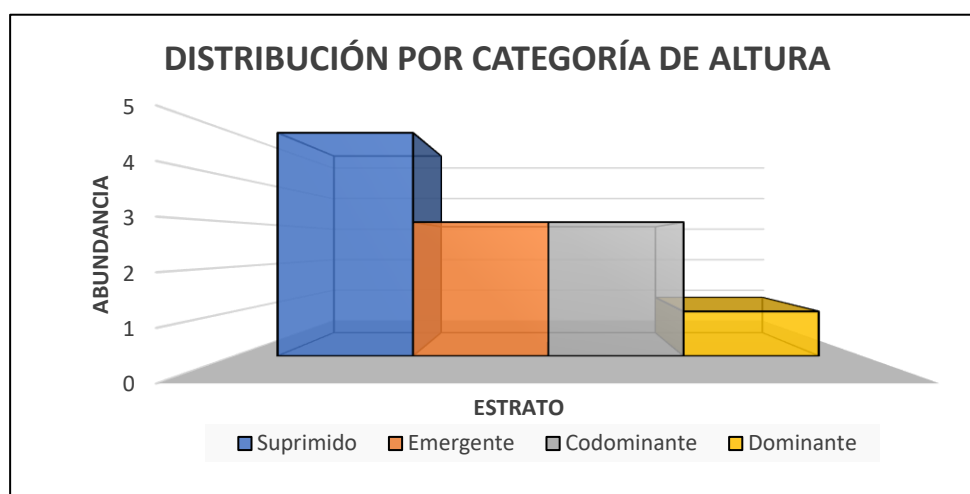


Figura 483 Distribución por categoría de altura WF6 redes.

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA del tramo WF6 - Redes. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente,

Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, se registran 3 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) que corresponden a la especie *Ceroxylon quinduense*, los cuales se encuentran autorizados para bloqueo y traslado y conservación.

Tabla 281 - Individuos en veda WF6 redes.

ID	Inventario	Especie	Nombre
1	826	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
2	836	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>
3	837	Palma de cera, Palma blanca	<i>Ceroxylon quinduense</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

- ▶ *Calle 72 (Resolución 03171 de 21 de septiembre 2021 aclaratoria Resolución 03246 de 2021 modificada Resolución 05663 de 30 de diciembre 2021).*

La Calle 72 se localiza en la Calle 71 en el sentido Sur hasta antes de la Calle 72ª sentido Norte; De oriente a occidente se encuentra sobre la calle 72 desde la Carrera 20ª al oriente hasta la Carrera 13 al occidente, incluye parte de la Av. Carrera 15 desde la Calle 72 hasta poco antes de la Calle 73ª . Se caracteriza principalmente por la presencia de sectores comerciales y el emplazamiento de árboles sobre separadores viales y andenes.

#### ▶ *Composición florística*

La composición florística del Arbolado perteneciente a la calle 72 se registra en la Tabla 286 (Resolución 3171 de 2021). Se identificó un total de cincuenta y nueve (59) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparado. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de nueve (9) especies, distribuidas en nueve (9) géneros y ocho (8) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Altingiaceae (41 individuos) y Juglandaceae (10 individuos).

Tabla 282 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de calle 72 (3171 de 2021).

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala	Traslado	Poda Radicular
ADOXACEAE	1	<i>Sambucus nigra</i>	1	0	0
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	10	14	17
FABACEAE	1	<i>Acacia melanoxylon</i>	1	0	0
JUGLANDACEAE	1	<i>Juglans neotropica</i>	9	1	0
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	0	1	0
MORACEAE	1	<i>Ficus soatensis</i>	1	0	0
OLEACEAE	1	<i>Fraxinus chinensis</i>	1	0	0
ROSACEAE	2	<i>Cotoneaster panosa</i>	0	2	0
		<i>Prunus serotina</i>	1	0	0
<b>total</b>			<b>24</b>	<b>18</b>	<b>17</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de Calle 72 (Resolución 3171 de 2021), se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 242 individuos y emergente con 172 individuos, acumulan entre los dos el 67,54% del total de individuos.

Tabla 283 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3171 de 2021).

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	14	23,73
Emergente	II	5,1 a 10	11	18,64
Codominante	III	10,1 a 15	16	27,12
Dominante	IV	>15	18	30,51
TOTAL			59	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

En la siguiente figura se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total

con 1,924 m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 285,312 m<sup>3</sup>.

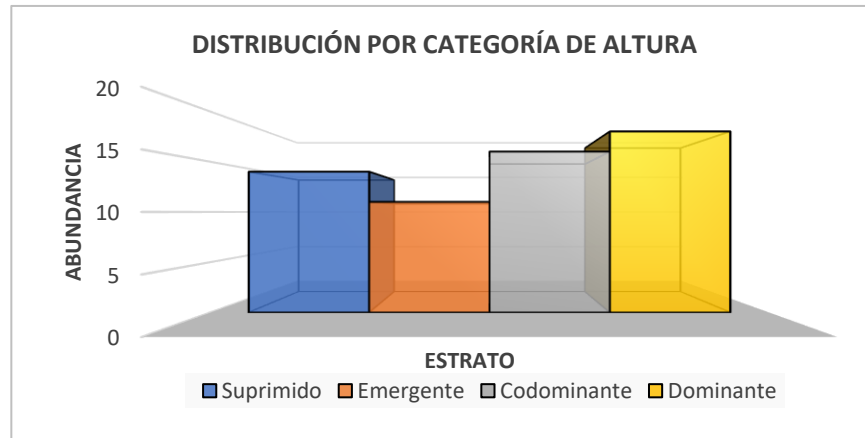


Figura 484 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3171 de 2021).

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA Calle 72. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

De esta forma, se registran 11 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) por que corresponden a las especies *Cedrela montana* y *Juglans neotropica*, las cuales se encuentran autorizadas para bloqueo y traslado y tratamiento integral.

Tabla 284 - Individuos en veda Calle 72 (Resolución 3171 de 2021).

ID	Inventario	Especie	Nombre
1	5	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
2	7	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
3	9	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
4	11	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
5	13	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
6	30	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
7	32	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
8	34	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
9	36	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
10	38	Nogal, cedro nogal, cedro negro	<i>Juglans neotropica</i>
11	69	Cedrela montana	<i>Liquidambar, estoraque</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Calle 72 (Resolución 3172 de 21 de septiembre 2021).*

La Calle 72 se localiza en la Calle 71 en el sentido Sur hasta antes de la Calle 72ª sentido Norte; De oriente a occidente se encuentra sobre la calle 72 desde la Carrera 20ª al oriente hasta la Carrera 13 al occidente, incluye parte de la Av. Carrera 15 desde la Calle 72 hasta poco antes de la Calle 73ª. Se caracteriza principalmente por la presencia de sectores comerciales y el emplazamiento de árboles sobre separadores viales y andenes.

► *Composición florística*

La composición florística del Arbolado perteneciente a la calle 72 se registra en la siguiente tabla (Resolución 3172 de 2021). Se identificó un total de ocho (8) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparado. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de cuatro (4) especies, distribuidas en cuatro (4) géneros y cuatro (4) familias botánicas, se destaca que las familias que mayor número de individuos presentan son Altingiaceae (42 individuos) y Juglandaceae (10 individuos).

Tabla 285 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de calle 72.

Familia	Nº especie	Nombre Científico	Traslado
ALTINGIACEAE	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	1
ARECACEAE	1	<i>Phoenix canariensis</i>	1
MELIACEAE	1	<i>Cedrela montana</i>	5

Familia	N° especie	Nombre Científico	Traslado
MORACEAE	1	<i>Ficus benjamina</i>	1
<b>total</b>			<b>8</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de Calle 72 (Resolución 3172 de 2021), se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 242 individuos y emergente con 172 individuos, acumulan entre los dos el 67,54% del total de individuos.

Tabla 286 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3172 de 2021).

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	6	75,00
Emergente	II	5,1 a 10	2	25,00
Codominante	III	10,1 a 15	0	0
Dominante	IV	>15	0	0
TOTAL			8	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

En la siguiente figura se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 1,924 m3, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 285,312 m3.



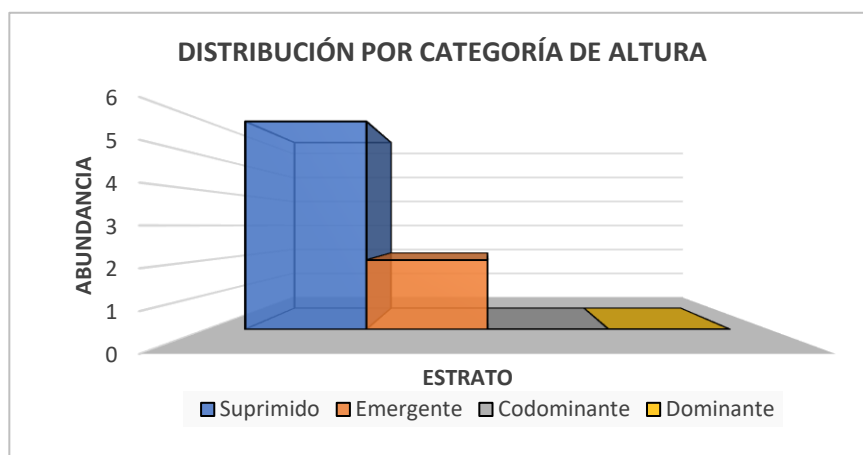


Figura 485 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3172 de 2021).

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

#### ► *Importancia ambiental*

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA Calle 72. Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Se registran 5 individuos categorizados en veda (Ver siguiente tabla) por que corresponden a la especie *Cedrela montana*, los cuales fueron autorizados para conservación y boqueo y traslado.

Tabla 287 - Individuos en veda Calle 72 (Resolución 3172 de 2021).

ID	Inventario	Especie	Nombre
1	59	<i>Cedrela montana</i>	<i>Liquidambar, estoraque</i>
2	60	<i>Cedrela montana</i>	<i>Liquidambar, estoraque</i>
3	61	<i>Cedrela montana</i>	<i>Liquidambar, estoraque</i>
4	62	<i>Cedrela montana</i>	<i>Liquidambar, estoraque</i>
5	63	<i>Cedrela montana</i>	<i>Liquidambar, estoraque</i>

ID	Inventario	Especie	Nombre
6	59	Cedrela montana	<i>Liquidambar, estoraque</i>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Calle 72 (Resolución 3273 de 25 de julio 2022).*

Calle 72 se localiza en la Calle 71 en el sentido Sur hasta antes de la Calle 72ª sentido Norte; De oriente a occidente se encuentra sobre la calle 72 desde la Carrera 20ª al oriente hasta la Carrera 13 al occidente, incluye parte de la Av. Carrera 15 desde la Calle 72 hasta poco antes de la Calle 73ª . Se caracteriza principalmente por la presencia de sectores comerciales y el emplazamiento de árboles sobre separadores viales y andenes.

► Composición florística

La composición florística del Arbolado perteneciente a la calle 72 se registra en la siguiente tabla (Resolución 3273 de 2022). Se identificó un total de cuatro (4) individuos que corresponden al 100% de la vegetación arbórea amparado. De acuerdo con los datos se tiene una riqueza de cuatro (4) especies, distribuidas en cuatro (4) géneros y cuatro (4) familias botánicas.

Tabla 288 - Composición Florística – Tratamientos silviculturales amparados por especie de calle 72 (Resolución 3273 de 2022).

Familia	N° especie	Nombre Científico	Tala
MYRTACEAE	1	<i>Callistemon citrinuss</i>	1
OLEACEAE	1	<i>Fraxinus chinensis</i>	1
ROSACEAE	1	<i>Prunus serotina</i>	1
SALICACEAE	1	<i>Populus tremuloides</i>	1
<b>total</b>			<b>4</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

► *Distribución por altura*

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el área de intervención de Calle 72 (Resolución 3273 de 2022), se agruparon las alturas en 4 categorías (Suprimido, emergente, codominante y dominante) como se observa en la siguiente tabla, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, para los estratos suprimido se encuentran 242 individuos y emergente con 172 individuos, acumulan entre los dos el 67,54% del total de individuos.

Tabla 289 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3273 de 2022).

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia
Suprimido	I	0 a 5	1	25,00
Emergente	II	5,1 a 10	1	25,00
Codominante	III	10,1 a 15	2	50,00
Dominante	IV	>15	0	0
TOTAL			4	100

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

En la siguiente figura se muestra la distribución de la abundancia de las especies y se observa que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido, sin embargo, presenta un bajo volumen total con 1,924 m<sup>3</sup>, en contraparte, la categoría dominante, se encuentra representada por un volumen de 285,312 m<sup>3</sup>.

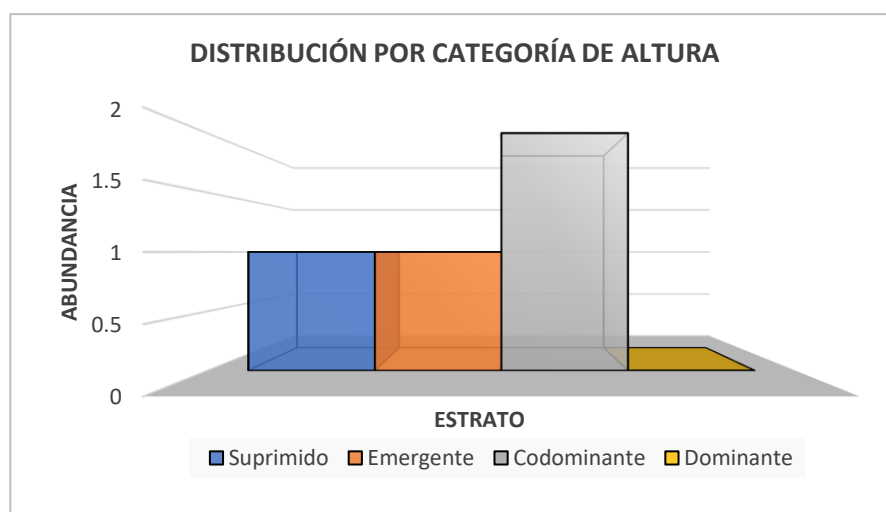


Figura 486 - Distribución por categoría de altura Calle 72 (Resolución 3273 de 2022).

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

### ► Importancia ambiental

Con el fin de identificar los individuos vegetales que presentan algún tipo de importancia ecosistémica especial, se realizó una verificación de las especies e individuos amparados en el acto administrativo correspondiente a la Resolución SDA Calle 72 (Resolución 3273 de 2022). Los criterios de evaluación tuvieron en cuenta los listados de especies registradas en los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES,

2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, Resolución 0316 del 7 de marzo de 1974 del entonces INDERENA por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables, y el Acuerdo 69 del 29 de agosto de 2002.

Así bien, en el área de Calle 72 (Resolución 3273 de 2022) no se identifica ningún individuo en esta categoría.

#### ► *Importancia cultural y patrimonial*

Con base en lo establecido en la Resolución No. 6971 de 2011 y Resolución 00814 del 30 de marzo de 2020, “*Por la cual se exaltan árboles patrimoniales o de interés público en Bogotá D.C. y se adoptan otras determinaciones*”, un árbol patrimonial se define como un individuo vegetal que presenta una o varias de las siguientes características:

- Edad: Sesenta (60) o más años (verificables o con soportes).
- Especie: Nativa de significación ambiental y paisajística. Exótica por su singularidad o poco común.
- Fenotipo: Tamaño o forma sobresaliente, Porte, biotipo u ocupación espacial significativa (relativo a la especie).

Adicionalmente, dicho individuo debe contar con un valor histórico o cultural que se encuentra relacionado con un hecho histórico o anecdótico, de significación y tradición para un lugar.

Conjuntamente la Resolución 00814 de 2020, define un árbol de interés público o cultural como un individuo vegetal que por su especie o localización tiene alguna importancia especial, y cuenta con una edad inferior a sesenta años.

Finalmente, las resoluciones establecen un listado donde exalta los árboles patrimoniales y de interés público ubicados en el perímetro urbano de Bogotá, por consiguiente, en el marco del presente estudio se realizó la revisión y verificación en donde se pudo determinar que en el Tramo WF6, se registra un árbol catalogado como patrimonial, se destaca que por el proyecto dicho individuo no requerirá de intervención y se conservará.

#### 5.3.2.6 Inventario de zonas verdes

El inventario de zonas verdes busca atender las normas distritales para cuantificar y realizar un registro comparativo de las áreas verdes existentes y las áreas verdes proyectadas. Lo anterior, en competencia de la evaluación del arbolado y cuantificación de las zonas verdes y permeables dentro del área de influencia directa - AID del proyecto.

Se resalta que el inventario de zonas verdes se realiza sobre el área de influencia directa que tendrá el viaducto, esto teniendo en cuenta que la afectación trascendental de zonas verdes se realizará principalmente por la ejecución de las obras del viaducto. En el presente apartado se presenta el

inventario de zonas verdes en la etapa actual es decir las áreas antes del proyecto distribuido por los tramos del proyecto. (Véase Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08/8.1\_C)

#### 5.3.2.6.1 Consolidado total del inventario de zonas verdes

Se realizó la estimación de las zonas verdes presentes en el área de influencia directa (afectación) del proyecto, estas zonas verdes se distribuyen a lo largo del proyecto por las localidades de Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa fe, Barrios Unidos, Chapinero y Teusaquillo. En la siguiente tabla se observa que en el proyecto a nivel general se distinguen en su mayoría zonas verdes asociadas a los separadores viales que se encuentran a lo largo del trayecto por donde se ejecutara el proyecto.

Tabla 290 - Inventario total de Zonas verdes para todo el proyecto

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
<b>Corredores Ecológicos</b>	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	46122.45
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	33311.12
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	43975.58
	Separadores viales Parágrafo 2	85364.82
	Glorietas Parágrafo 2	7995.18
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	9222.81
<b>Total Zonas verdes</b>		<b>225991.96</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

A continuación se realiza la descripción del inventario de zonas verdes para cada uno de los tramos de la PLMB.

### 5.3.2.6.2 Planta de prefabricados

En el marco de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), a continuación, se detallan las áreas verdes antes del proyecto por localidad, en el caso de la Planta de prefabricados esta se distribuye por la localidad de Bosa.

Tabla 291 – Inventario de zonas verdes para la planta de prefabricados Localidad de Bosa

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0,00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	0,00
	Plazas	0,00
	Plazoletas	0,00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	99762,82
	Separadores Viales	0,00
	Glorietas.	0,00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	0,00
<b>Total</b>		<b>99762,82</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

De acuerdo con lo anterior se destaca que, dentro del área de la planta de prefabricados, predominan las zonas asociadas a zonas verdes y las áreas de control ambiental en las vías urbanas.

### 5.3.2.6.3 Tramo 1 - Ramal Técnico

En el marco de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), a continuación, se detallan las áreas verdes antes del proyecto por localidad, en el caso del Ramal este se distribuye por dos localidades Bosa y Kennedy.

Tabla 292 – Inventario de zonas verdes para el Tramo 1 - Ramal Técnico Localidad de Bosa

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	959,41
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio público	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	101,80
	Plazas	0,00
	Plazoletas	0,00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	29624,20
	Separadores Viales	0,00
	Glorietas.	0,00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	0,00
<b>Total</b>		<b>30685,41</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

Tabla 293 - Inventario de zonas verdes para el Tramo 1 - Ramal Técnico Localidad de Kennedy

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	1355,77
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio público	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	18019,77
	Plazas	0,00
	Plazoletas	0,00

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	0,00
	Separadores Viales	0,00
	Glorietas.	0,00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	0,00
<b>Total</b>		<b>19375,55</b>

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2023

De acuerdo con lo anterior en la siguiente tabla se presenta el resumen total de las áreas verdes inventariadas en el sector del Tramo 1 - Ramal Técnico, sin discriminar por localidad. Se observa que en el sector predominan las áreas asociadas a corredores ecológicos viales, es decir zonas verdes que se encuentran asociadas a las vías urbanas presentes en el sector.

Tabla 294 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo 1 - Ramal Técnico

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	2315,18
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio público	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	18121,57
	Plazas	0,00
	Plazoletas	0,00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	29624,20
	Separadores Viales	0,00
	Glorietas.	0,00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	0,00



Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Total</b>		<b>50060,96</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2023

#### 5.3.2.6.4 Tramo WF1

En el marco de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), se presenta en siguiente tabla las áreas verdes antes del proyecto por localidad, en el caso de la WF1 esta se encuentra en su totalidad dentro de la localidad de Kennedy.

Tabla 295 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF1 localidad de Kennedy

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	43,807.27
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio público	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	5,383.51
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	4,562.53
	Separadores Viales	0.00
	Glorietas.	0.00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	0.00
<b>Total</b>		<b>53,753.31</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

De acuerdo con lo anterior se destaca que dentro del área del Tramo 1, predominan las zonas asociadas a los Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo), se destaca que en el área del Tramo WF1

no se encuentran Plazas, plazoletas y glorietas. Finalmente, entre las áreas de circulación peatonal o vehicular en el área se encuentran zonas asociadas a los separadores viales.

#### 5.3.2.6.5 Tramo WF2

En la siguiente tabla se detalla la evaluación realizada dentro del área de intervención del proyecto de las zonas verdes descritas de acuerdo con lo estipulado en la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), en la que se distribuyen las zonas en Constitutivos artificiales o construidos donde se encuentran los articuladores de espacio público, circulación peatonal y vehicular y el espacio privado. El Tramo WF2 se distribuye por tres localidades.

Tabla 296 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF2 Localidad de Kennedy

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	3,024.49
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	1,963.39
	Separadores Viales	26,125.18
	Glorietas.	0.00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	2,435.67
<b>Total</b>		<b>33,548.73</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

De acuerdo con lo anterior se destaca que dentro del área del Tramo WF2, predominan las zonas asociadas a la Circulación peatonal y vehicular, en su mayoría los separadores viales con 26125.18 m2. Por otro lado, se encuentran las zonas de articuladores de espacio público, donde se desataca la presencia de se encuentran las zonas asociadas a los Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y

Bolsillo) y Plazas. Finalmente, en este tramo no se registran Zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica, Plazoletas y corredores ecológicos.

#### 5.3.2.6.6 Tramo WF3

En el marco de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), se presenta en la siguiente tabla la totalidad de las áreas verdes antes del proyecto por localidad, en el caso de la WF3 esta se encuentra distribuida en dos localidades: Kennedy y Puente Aranda.

Tabla 297 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF3 localidad de Kennedy

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	4,250.18
	Separadores Viales	12,354.99
	Glorietas.	0.00
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	2,076.86
<b>Total</b>		<b>18,682.04</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 298 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF3 localidad de Puente Aranda

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	2,313.66
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	384.12
	Separadores Viales	21,777.92
	Glorietas.	7,995.18
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	15.97
<b>Total</b>		<b>32,486.85</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

De acuerdo con lo anterior en la siguiente tabla se presenta el resumen total de las áreas verdes inventariadas en el tramo WF3, sin discriminar por localidad.

Tabla 299 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF3

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, zonales, vecinales y de bolsillo)	2,313.66
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00

Zona (Conforme a la Res. 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Área antes del proyecto m <sup>2</sup> (Actuales)
Circulación peatonal y vehicular	CORREDOR ECOLÓGICO VIAL- Correspondiente a zonas verdes y las áreas de control ambiental de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	4,634.30
	Separadores Viales	34,132.91
	Glorietas.	7,995.18
Espacio Público	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	2,092.83
<b>Total</b>		<b>51,168.88</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

#### 5.3.2.6.7 Tramo WF4

En la siguientes tablas se detallan la evaluación realizada dentro del área de intervención del proyecto de las zonas verdes descritas de acuerdo con lo estipulado en la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), en la que se distribuyen las zonas en Constitutivos artificiales o construidos donde se encuentran los articuladores de espacio público, circulación peatonal y vehicular y el espacio privado. Este tramo se distribuye únicamente por la localidad de Antonio Nariño, Puente Aranda, Santa Fe y Los Mártires.

Tabla 300 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Antonio Nariño

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	2559.19
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	346.68
	Separadores viales Parágrafo 2	4793.42

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	1315.60
Total Zonas verdes		<b>9014.89</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 301 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Los Mártires

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	776.17
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	697.98
	Separadores viales Parágrafo 2	10096.58
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	206.94
Total Zonas verdes		<b>11777.66</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 302 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Santa Fe

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	56.48
	Separadores viales Parágrafo 2	59.79
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	0.00
Total Zonas verdes		<b>116.27</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 303 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF4 Localidad de Puente Aranda

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	776.92
	Plazas	0.00

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	12.97
	Separadores viales Parágrafo 2	3213.09
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	498.69
Total Zonas verdes		<b>4501.67</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

De acuerdo con lo anterior en la siguiente tabla se presenta el resumen total de áreas verdes inventariadas en el tramo WF4, sin discriminar por localidad.

Tabla 304 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF4

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	4112.27
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	1114.11
	Separadores viales Parágrafo 2	18162.88
	Glorietas Parágrafo 2	0.00



ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	2021.23
Total Zonas verdes		<b>25410.49</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

#### 5.3.2.6.8 Tramo WF5

En el marco de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), se presenta en la Tabla 327 las áreas verdes antes del proyecto por localidad, en el caso de la WF5 esta se encuentra distribuida en cuatro localidades: Chapinero, Los Mártires, Santa Fe y Teusaquillo.

Tabla 305 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Chapinero

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	4.77
	Separadores viales Parágrafo 2	31.90
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	7.50
Total Zonas verdes		<b>44.17</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 306 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Los Mártires

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0,00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	2.63
	Separadores viales Parágrafo 2	3416,89
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	71.37
Total Zonas verdes		<b>3490,88</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 307 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Santa Fe

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	300.95
	Separadores viales Parágrafo 2	935.59
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	2273.03
Total, Zonas verdes		<b>3509.57</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 308 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF5 localidad de Teusaquillo

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	890.88
	Separadores viales Parágrafo 2	799.37
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	20,42
Total, Zonas verdes		<b>1710.67</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

De acuerdo con lo anterior en la siguiente tabla se presenta el resumen total de las áreas verdes inventariadas en el tramo WF5, sin discriminar por localidad.

Tabla 309 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF5

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0.00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	1199.23
	Separadores viales Parágrafo 2	5183.75
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	2372.32
Total, Zonas verdes		<b>8755,30</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

#### 5.3.2.6.9 Tramo WF6

A continuación, se detalla la evaluación realizada dentro del área de intervención del proyecto de las zonas verdes descritas de acuerdo con lo estipulado en la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), en la que se distribuyen las zonas en Constitutivos artificiales o construidos donde se encuentran los articuladores de espacio público, circulación peatonal y vehicular y el espacio privado. Tal como el tramo WF6, este tramo se distribuye por tres (3) localidades: Barrios Unidos, Chapinero y Teusaquillo.

Tabla 310 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF6 Localidad de Barrios Unidos

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
Corredores Ecológicos	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0,00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	89.47
	Separadores viales Parágrafo 2	350.00
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	62.93
Total, Zonas verdes		502.40

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 311 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF6 Localidad de Chapinero

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
<b>Corredores Ecológicos</b>	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0,00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	772.92
	Separadores viales Parágrafo 2	866.71
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	227.42
Total, Zonas verdes		<b>1867.05</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

Tabla 312 - Inventario de Zonas verdes para el Tramo WF6 Localidad de Teusaquillo

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
<b>Corredores Ecológicos</b>	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0,00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	355.61
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	15.42
	Separadores viales Parágrafo 2	543.40
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	10.42
Total, Zonas verdes		<b>924.85</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022

De acuerdo con lo anterior en la siguiente tabla se presenta el resumen total de áreas verdes inventariadas en el tramo WF6, sin discriminar por localidad.

Tabla 313 - Inventario total de Zonas verdes para el Tramo WF6

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m <sup>2</sup> (AID)
<b>Constitutivos naturales</b>		
<b>Corredores Ecológicos</b>	Corredor Ecológico de Ronda conformado por la Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental	0,00
<b>Constitutivos artificiales o construidos</b>		
Articuladores de espacio publico	Parques (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	355.61
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0,V-1, v-3 (Art. 100 Decreto 190 de 2004)	877.82
	Separadores viales Parágrafo 2	1760.11
	Glorietas Parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	300.77
<b>Total, Zonas verdes</b>		<b>3294.30</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro L1, 2022.

### 5.3.2.7 Vegetación epífita

Con la información recolectada en campo (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001 \_A08 / 8.2) y los ejemplares de epífitas determinados hasta el menor nivel taxonómico posible, se estructuró una matriz de datos, la cual permitió ordenar las distintas referencias e interpretar los valores correspondientes a las especies vasculares y epífitas no vasculares. A partir de esta información se determinó la composición florística, la distribución, la abundancia y la frecuencia de las especies.

La composición florística del área fue definida a partir de los registros de campo, con base en las categorías taxonómicas presentes en las diferentes unidades de vegetación (familia, género y especie). La distribución se estableció teniendo en cuenta la presencia de las especies en los diferentes forófitos muestreados (distribución horizontal); además, la presencia de especies en los diferentes estratos verticales (distribución vertical) por tipo de organismo.

Es pertinente aclarar que para el presente estudio el área del patio taller hace parte integral del área de influencia definida; sin embargo, es relevante mencionar que este sector hace parte de las zonas intervenidas por las obras tempranas y por lo tanto las coberturas vegetales ya se encuentran afectadas, así mismo hay que tener en cuenta que las actividades a realizarse en esta zona en el marco del presente EIA corresponden a la instalación de estructuras, maquinaria y equipos y acabados de edificaciones, además de las actividades de adecuación de un área destinada para el área de almacenamiento de prefabricados y otros (Etapa 6) en el área que ya se encuentra desprovista de vegetación debido a la intervención durante las obras tempranas. Con esto en claro y considerando que actualmente la zona no corresponde a un espacio natural, sino que por el contrario en la actualidad es un frente de obra activo, se presenta en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08 / 8\_4 Caracterización biótica (Patio Taller), la caracterización de flora epífita realizada para esta zona específica la cual fue realizada en el marco del Plan de manejo ambiental y social para las actividades tempranas (Patio taller) y presenta la caracterización de la información colectada en campo (información primaria) en la condiciones originales de la zona.

Como resultado de la caracterización de las especies de flora silvestre vascular y no vascular se evaluaron un total de 551 árboles, distribuidos dentro de seis (6) coberturas que corresponden a Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Ciudad capital (Cc), Pastos arbolados (Pa), Parques urbanos (Pu), Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas (Rca), Separadores viales (Sv).

Tabla 314 – Localización parcelas

COBERTURA	No. DE PARCELAS	No. DE PUNTOS DE MONITOREOS
CIUDAD CAPITAL	25	163
OTRAS ZONAS VERDES URBANAS	3	24
PARQUES URBANOS	4	27
PASTOS ARBOLADOS	1	9
RONDAS DE CUERPO DE AGUA DE ZONAS URBANAS	1	8
SEPARADORES VIALES	44	320
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>551</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Teniendo en cuenta que el área descrita para el proyecto corresponde a zonas urbanas intervenidas, algunas áreas no cumplieron con el mínimo de árboles requerido, encontrando especies en estratos arbóreos. Las especies no vasculares registradas en este informe fueron identificadas por el Herbario Tropical con número de registro 245.



### 5.3.2.7.1 Evaluación de forófitos

Se registraron un total de 33 especies de hospederos diferentes, donde los forófitos con mayor frecuencia de especies epífitas fueron: *Ficus soatensis* (Caucho sabanero) once (11) especies de flora epífita seguido por *Fraxinus chinensis* (Urapán) y *Pittosporum undulatum* (Laurel huesito) con diez (10) especies de flora epífita cada uno, los demás forófitos presentaron entre una (1) y nueve (9) especies epífitas, ver detalle en la siguiente figura.

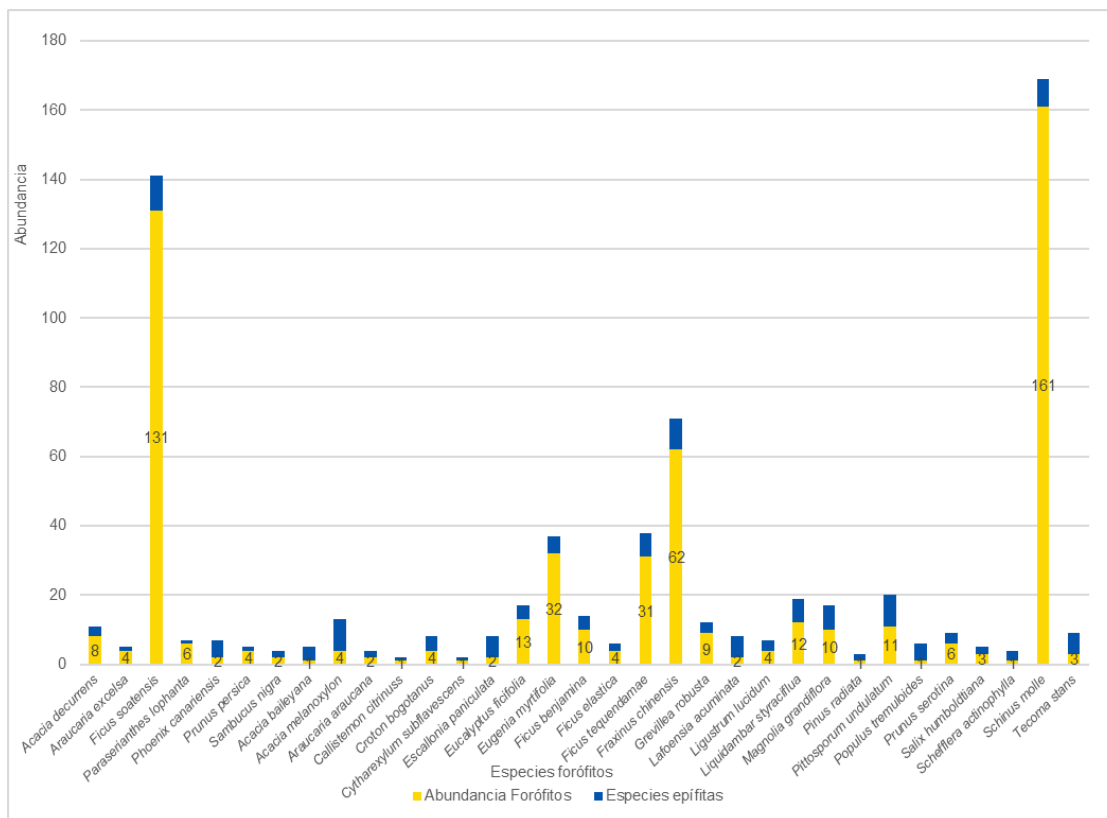


Figura 487 Riqueza de especies epífitas por especie de forófito

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 315 - Abundancia de especies por forófito.

ESPECIES HOSPEDEROS	ABUNDANCIA FORÓFITOS	ESPECIES EPÍFITAS
<i>Acacia decurrens</i>	8	3
<i>Araucaria excelsa</i>	4	1
<i>Ficus soatensis</i>	131	10
<i>Paraserianthes lophanta</i>	6	1

ESPECIES HOSPEDEROS	ABUNDANCIA FORÓFITOS	ESPECIES EPÍFITAS
<i>Phoenix canariensis</i>	2	5
<i>Prunus persica</i>	4	1
<i>Sambucus nigra</i>	2	2
<i>Acacia baileyana</i>	1	4
<i>Acacia melanoxylon</i>	4	9
<i>Araucaria araucana</i>	2	2
<i>Callistemon citrinuss</i>	1	1
<i>Croton bogotanus</i>	4	4
<i>Cytharexylum subflavescens</i>	1	1
<i>Escallonia paniculata</i>	2	6
<i>Eucalyptus ficifolia</i>	13	4
<i>Eugenia myrtifolia</i>	32	5
<i>Ficus benjamina</i>	10	4
<i>Ficus elastica</i>	4	2
<i>Ficus tequendamae</i>	31	7
<i>Fraxinus chinensis</i>	62	9
<i>Grevillea robusta</i>	9	3
<i>Lafoensia acuminata</i>	2	6
<i>Ligustrum lucidum</i>	4	3
<i>Liquidambar styraciflua</i>	12	7
<i>Magnolia grandiflora</i>	10	7
<i>Pinus radiata</i>	1	2
<i>Pittosporum undulatum</i>	11	9
<i>Populus tremuloides</i>	1	5
<i>Prunus serotina</i>	6	3
<i>Salix humboldtiana</i>	3	2

ESPECIES HOSPEDEROS	ABUNDANCIA FORÓFITOS	ESPECIES EPÍFITAS
<i>Schefflera actinophylla</i>	1	3
<i>Schinus molle</i>	161	8
<i>Tecoma stans</i>	3	6
TOTAL	548	47

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.7.2 Riqueza y composición de especies epifitas

Registrándose el grupo de líquenes con cuatro (4) especies y tres (3) familias, seguida por el grupo de musgos con tres (3) especies en tres (3) familias; para las epifitas vasculares se observó del grupo de bromelias, cactus, helechos y suculentas, una (1) especie para cada grupo, presentándose una riqueza muy baja para los grupos vasculares, definida por el nivel de contaminación que genera el paso de vehículos.

Las actividades humanas habitualmente conducen a la pérdida y fragmentación del hábitat, así como al establecimiento de filtros de selección y dispersión de especies (Kowarik, 2011)

Sin embargo, algunas especies de estas pequeñas plantas pueden ser muy comunes en ciertos microambientes urbanos y dado que algunas son sensibles a los disturbios antropogénicos (Suzanne y Macdonald, 2004; Sabovljevic y Grdovic, 2009), en diferentes partes del mundo han servido para determinar la calidad de los biótopos y el impacto de las actividades humanas, en particular el grado de urbanización y la presencia de áreas con problemas de contaminación (Rao, 1982; Bako y Afolabi, 2008; Ron et al., 2008)

Debido a su dependencia de los árboles y de las condiciones del microambiente, las epifitas son particularmente sensibles a los cambios ocasionados por perturbaciones antrópicas y la deforestación. La alteración y pérdida de su hábitat reducen la riqueza de especies y causan cambios en la composición de sus comunidades, ya que estas son potencialmente sensibles a la contaminación atmosférica, ya que obtienen agua y nutrientes principalmente de la atmósfera.

Desafortunadamente, la intensa contaminación provoca un decremento en la frecuencia, biomasa y número de especies de musgos y líquenes (Durán et al., 1992), y como en otros países (Schulze et al., 2004), el cambio de uso de suelo prácticamente ha eliminado su hábitat natural y resulta ser la causa principal de la extinción de varias de ellas (Delgadillo y Cárdenas, 2000) (siguiente tabla).

Tabla 316 –Especies de flora vascular y no vascular registradas.

Tipo	Vasculares	No Vasculares
RIQUEZA	4	7
ABUNDANCIA	115 individuos	142680 cm <sup>2</sup>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.3 Especies no vasculares

Dentro de la caracterización realizada, se reportaron especies de flora no vascular en hábitat cortícola, y en hábitat terrestre, no se observaron especies en hábitat rupícola o sobre materia en descomposición. La abundancia total de especies no vasculares (líquenes y musgos) registradas en el área, estuvo compuesta por un total de siete (7) especies, representadas por cuatro (4) especies de líquenes con una abundancia total de 90321 cm<sup>2</sup> siendo el grupo con mayor porcentaje de representatividad (63%), el grupo de musgos presenta tres (3) especies con una abundancia total de 52359 cm<sup>2</sup> con un porcentaje de representatividad de 37% (siguiente tabla)

Tabla 317 – Composición florística especies no vasculares

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	COBERTURA cm <sup>2</sup>	COBERTURA %	CLASE DE ABUNDANCIA
Briofitos	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	10801	7,57	Escasa
	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	14544	10,19	Escasa
	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum diaphanum</i>	27014	18,93	Abundante
Líquenes	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	2731	1,91	Rara
	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	43799	30,70	Muy abundante
	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia sp</i>	36258	25,41	Muy abundante
		<i>Parmotrema cf austrosinense</i>	7533	5,28	Rara
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>142680</b>	<b>100</b>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las especies del grupo de líquenes *Chrysothrix xanthina* y *Canoparmelia sp* presentaron el rango de abundancia descrito por Braun Blanquet como Muy abundante (>20%), siendo las especies más representativas del muestreo, la especie de musgo *Bryum argenteum* y *Fabronia ciliaris* presentaron el rango de abundancia Escaso, el briofito *Orthotrichum diaphanum* se presentó en un rango abundante y las demás especies presentaron un rango de abundancia Rara (1-5%).

A continuación, se presenta un registro fotográfico de algunas de las especies registradas:



*Chrysothrix xanthina*



*Pertusaria sp*



*Candelaria concolor*



*Canoparmelia sp*

Fotografía 79 Registros de especies no vasculares

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.7.4 Abundancia y frecuencia de especies epifitas en hábitat cortícola

Las especies reportadas con mayor abundancia en cm<sup>2</sup>, de hábito cortícola fueron *Chrysothrix xanthina* siendo la más representativa dentro del grupo de especies no vasculares con 43599 cm<sup>2</sup> y *Canoparmelia sp* con 36258 cm<sup>2</sup> del grupo de los líquenes; para el grupo de musgos la especie más abundante fue *Orthotrichum diaphanum* con 27014cm<sup>2</sup>.

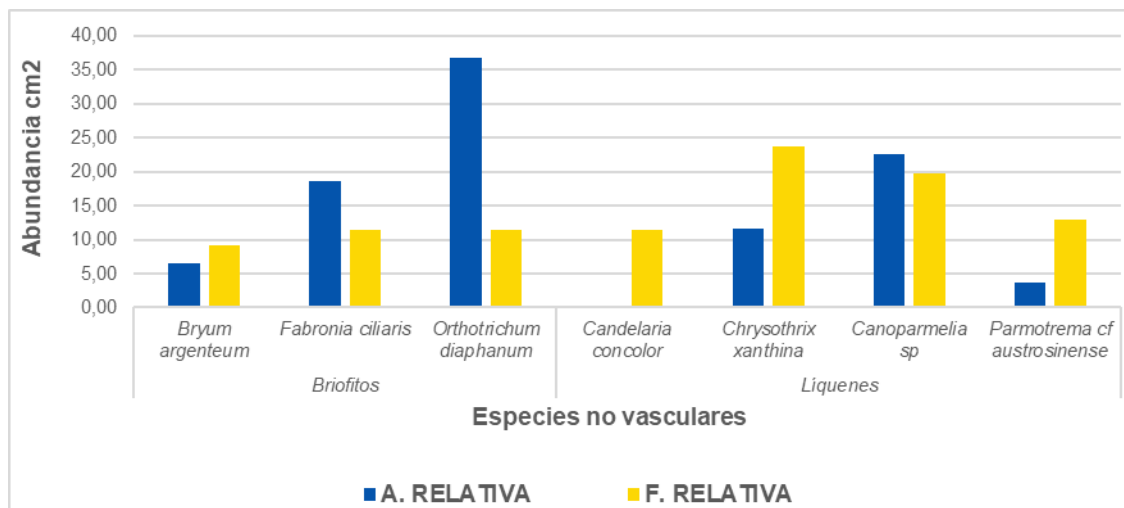


Figura 488 Abundancia y frecuencia relativa de especies no vasculares cortícolas.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.5 Especies en otro tipo de hábitat

Durante los recorridos realizados dentro del área de intervención que corresponde al metro de Bogotá, se observó la especie *Chrysothrix xanthina* en hábitat terrestre, con una abundancia de 200 cm<sup>2</sup>.

Tabla 318 - Composición florística especies no vasculares

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	HÁBITAT TERRESTRE (cm <sup>2</sup> )
Líquenes	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	200
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>200</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.6 Especificidad de forófito

La riqueza de especies de musgos y líquenes en los forófitos de las coberturas vegetales presentes en las áreas de estudio reflejó la preferencia de las epífitas por aquellos hospederos de cortezas rugosas y copas de amplia cobertura que impiden la entrada directa de la radiación, es decir, existen varias características de las especies de forófitos que afectan la presencia y abundancia de las epífitas (Frei y Dodson 1972, Benzing 1995, Krömer y Gradstein 2003). Ejemplo de estas características son el tamaño del árbol, lo cual puede regular la intensidad de luz captada por las epífitas del dosel o del interior; la estructura del árbol, la presencia del número de ramas gruesas será proporcional a la cantidad de materia orgánica en ellas; la textura de la corteza y características químicas, una corteza rugosa tiene un efecto positivo sobre la colonización de epífitas, aunque algunas sustancias emitidas pueden ocasionar lo contrario; la disponibilidad de agua y nutrientes también son necesarios para el establecimiento de estas (Hietz y HietzSeifert 1995, Callaway et al. 2002, Krömer et al. 2007a, b).

En el presente estudio las especies de árbol que presentaron las mejores condiciones, propicias para el establecimiento de las epífitas fueron *Ficus soatensis* (Caucho sabanero) seguido por *Fraxinus chinensis* (Urapán) y *Pittosporum undulatum* (Laurel huesito), siendo estas las que reportaron con más número de especies de epífitas presentes, no obstante, se registró la presencia de las epífitas no vasculares en la totalidad de las especies de forófitos evaluados. De acuerdo con la preferencia de las especies no vasculares por los forófitos, se determinó que el 85,71% de las especies presentan Preferencia marcada con una frecuencia relativa entre 5-20%, sólo la especie *Chrysothrix xanthina* presenta una Preferencia significativa con 23,7%. Ver siguiente tabla.

Tabla 319 – Preferencia de forófitos especies no vasculares

Grupo	Familia	Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Preferencia del forófito
Briofitos	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	12	9,2	Preferencia marcada

Grupo	Familia	Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Preferencia del forófito
	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	15	11,5	Preferencia marcada
	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum diaphanum</i>	15	11,5	Preferencia marcada
Líquenes	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	15	11,5	Preferencia marcada
	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	31	23,7	Preferencia significativa
	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia sp</i>	26	19,8	Preferencia marcada
		<i>Parmotrema cf austrosinense</i>	17	13,0	Preferencia marcada
<b>TOTAL</b>			<b>131</b>	<b>100</b>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.7.7 Asociación a las coberturas vegetales

En la siguiente tabla está representada la riqueza de especies por cobertura vegetal con presencia de especies epífitas; las especies se observaron en seis (6) coberturas vegetales que corresponden a Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Parques urbanos (Pu), Pastos arbolados (Pa), Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv), de las cuales a continuación se pueden ver su distribución.

Tabla 320 – Abundancia de especies no vasculares por cobertura vegetal

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	COBERTURA MUESTREADA					
			Cc	Otvu	Pu	Pa	Rca	Sv
Briofitos	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	4946	120	859			4876
	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	2577	3307	635		3492	4533
	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum diaphanum</i>	17315	1465	527		3289	4418
Líquenes	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	1144	8	147		46	1386
	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	11534	3386	2381	2805	1917	21776
	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia sp</i>	11935	2951	8242		2197	10933
		<i>Parmotrema cf austrosinense</i>	1353	2840	1309		550	1481
<b>TOTAL</b>			<b>50804</b>	<b>14077</b>	<b>14100</b>	<b>2805</b>	<b>11491</b>	<b>49403</b>

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Prques urbanos (Pu), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



La cobertura vegetal con mayor abundancia de especies fue Ciudad capital (Cc) con 50804 cm<sup>2</sup>, y una riqueza alta donde se reportan las siete (7) especies no vasculares, siendo la especie *Orthotrichum diaphanum* la más representativa en esta cobertura, seguida de Separadores viales (Sv) con 49403 cm<sup>2</sup>, con una riqueza de siete (7) especies, siendo *Chrysothrix xanthina* la más abundante con 21776 cm<sup>2</sup>. (siguiente figura).

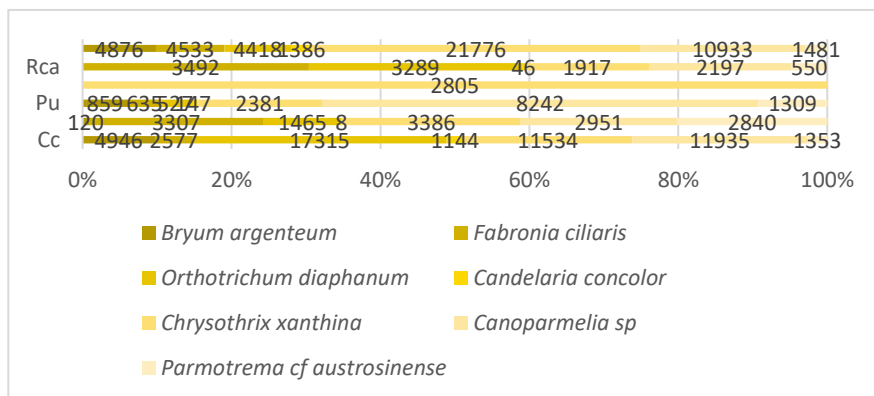


Figura 489 Porcentaje de abundancia especies no vasculares por cobertura vegetal

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Parques urbanos (Pu), Pastos arbolados (Pa), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.8 Índices de diversidad

#### ► Diversidad Alfa

Los índices de Dominancia manifiestan la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una misma muestra sean de la misma especie; se parte de la base que un sistema es más diverso cuando menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa (Magurran 1988; Peet, 1974).

En relación con la dominancia de las especies epífitas encontradas en las coberturas de las zonas de estudio, se observaron valores bajos en las dos coberturas vegetales muestreadas, con un valor promedio de 39%, lo que representa que las especies dominantes son poco frecuentes.

Según el índice de diversidad de Shannon, se observó que la cobertura de Otras zonas verdes urbanas (Ozvu) presenta el valor más alto con 1,61, seguida por la cobertura de Ciudad capital (Cc) con un valor más bajo (1,60). Las coberturas de Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv) presentan similares valores, con 1,50 y 1,56 cada uno, por último, se observa que en la cobertura de Pastos arbolados (Pa) el índice de diversidad es 0, ya que sólo se presentó una especie en dicha cobertura. Los valores arrojados demuestran una baja diversidad de epífitas no vasculares, esto se debe principalmente a actividades antrópicas, la cual transforma por completo el ecosistema, generando pérdida o reducción de especies de flora y fauna.

En cuanto al índice de equitatividad se presentaron valores muy cercanos a 1 siendo el más bajo el de la cobertura de Pastos arbolados (Pa) con 0, lo cual concuerda con los valores de una baja dominancia de Simpson (1-D) para las coberturas, es decir que entre más equidad (abundancia de especies similares) representa una menor dominancia, concluyendo que existe una distribución más uniforme para las especies muestreadas en cada una de las coberturas (ver siguiente tabla)

Tabla 321 – Índices de riqueza y diversidad- Epífitas no vasculares

VARIABLES	COBERTURAS VEGETALES					
	Cc	Otvu	Pu	Pa	Rca	Sv
Taxa_S	7	7	7	1	6	7
Individuals	50804	14077	14100	2805	11491	49403
Dominance_D	0,24	0,21	0,39	1,00	0,24	0,27
Shannon_H	1,60	1,61	1,32	0,00	1,50	1,56
Equitability_J	0,82	0,83	0,68	0,00	0,84	0,80

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Prques urbanos (Pu), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Diversidad Beta.

Con base en el análisis de diversidad de epífitas no vasculares dentro del área de intervención, y su relación con las coberturas antes mencionadas, se observa un 74% de Similaridad de especies y abundancia entre las coberturas de Otras zonas verdes urbanas (Ozvu) y Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca), siendo coberturas con riqueza de especies equivalente, igualmente se observa alta similaridad entre las coberturas de Separadores viales (Sv) y Ciudad capital (Cc), con un porcentaje de 73% donde se presenta una similaridad de abundancia y riqueza.

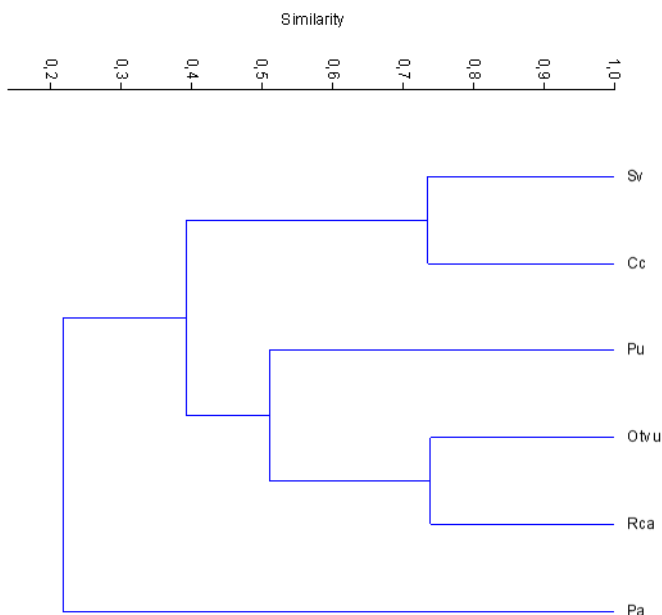


Figura 490 Similitud florística de las especies no vasculares por cobertura.

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Prques urbanos (Pu), Pastos arbolados (Pa), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.9 Especies de epifitas no vasculares en veda

Para el área de intervención, no se encontraron especies del grupo de flora silvestre no vascular reportada con algún grado de amenaza según los Apéndices del CITES, las listas de la UICN (2016) y la Resolución 1912 de 2017, dado que algunas especies identificadas se encontraron hasta género no se logró especificar el grado de amenaza; sin embargo, las especies de líquenes, hepáticas y musgos se encuentran en veda nacional según la Resolución 213 de 1977 del INDERENA por la cual se establece el listado de las especies silvestres en veda de la diversidad y se dictan otras disposiciones, al igual que la resolución 1333 del 1997 de la Secretaria Distrital de Ambiente – SDA (ver siguiente tabla).

Tabla 322 – Especies en alguna categoría de amenaza o especiales

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	RES 1333 DE 1997 - SDA
Briofitos	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>			X		X
	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>			X		X

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	RES 1333 DE 1997 - SDA
	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum diaphanum</i>			X		X
Líquenes	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>			X		X
	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>			X		X
	Parmeliaceae	<i>Canoparmelia sp</i>			X		X
		<i>Parmotrema cf austrosinense</i>			X		X

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.7.10 Especies vasculares

La mayoría de las especies de flora vascular se presentaron en hábitat cortícola, solo la especie *Opuntia sp* se presentó en hábitat terrestre, no se observaron sobre hábitat rupícola o en materia orgánica. La riqueza total de especies vasculares registradas en el área estuvo compuesta por un total de cuatro (4) especie, perteneciente a los grupos de bromelias, cactus, helechos y suculentas, con una abundancia de 115 individuos.

#### 5.3.2.7.11 Abundancia y frecuencia de especies vasculares

La especie de bromelia *Tillandsia recurvata* y el helecho *Pleopeltis macrocarpa* presentaron el rango de abundancia descrito por Braun Blanquet como Muy abundante (>20%), las demás especies presentaron un rango de abundancia clasificado como Rara.

Tabla 323 –Composición florística especies vasculares

GRUPOS	FAMILIAS	ESPECIES	ABUNDANCIA (Ind)	ABUNDANCIA (%)	CLASE DE ABUNDANCIA
<b>Bromelias</b>	<b>Bromeliaceae</b>	<i>Tillandsia recurvata</i>	25	21,74	Muy abundante
<b>Cactus</b>	<b>Cactaceae</b>	<i>Opuntia sp</i>	1	0,87	Rara
<b>Helechos</b>	<b>Polypodiaceae</b>	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	88	76,52	Muy abundante
<b>Suculenta</b>	<b>Aizoaceae</b>	<i>Oscularia sp</i>	1	0,87	Rara
<b>TOTAL</b>			<b>115</b>	<b>100</b>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Fotografía 80 Registro fotográfico *Tylandsia recurvata* y *Pleoltis macrocarpa*

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

#### 5.3.2.7.12 Abundancia de especies vasculares en otro tipo de hábitat

Durante los recorridos realizadas dentro de las áreas de intervención, se identifica a una especie de cactus en hábitat terrestre (*Opuntia sp*), con una abundancia de un (1) individuo, en cobertura de Separadores viales.

Tabla 324 - Composición florística especies vasculares en hábitat terrestre

GRUPOS	FAMILIAS	ESPECIES	HÁBITAT TERRESTRE	COORDENADAS		COBERTURA
			Abundancia (Ind)	ESTE	NORTE	
<b>Cactus</b>	<b>Cactaceae</b>	<i>Opuntia sp</i>	1	90427,036	102323,814	Separador vial

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Fotografía 81 Registro fotográfico *Opuntia sp*

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

### 5.3.2.7.13 Abundancia y frecuencia de especies epifitas vasculares

La especie reportada con mayor abundancia es *Pleopeltis macrocarpa* con 88 individuos que corresponde al 76% de la abundancia reportada, seguida de *Tillandsia recurvata* con 25 individuos (22%), así como se puede detallar en la siguiente figura junto con la frecuencia relativa.

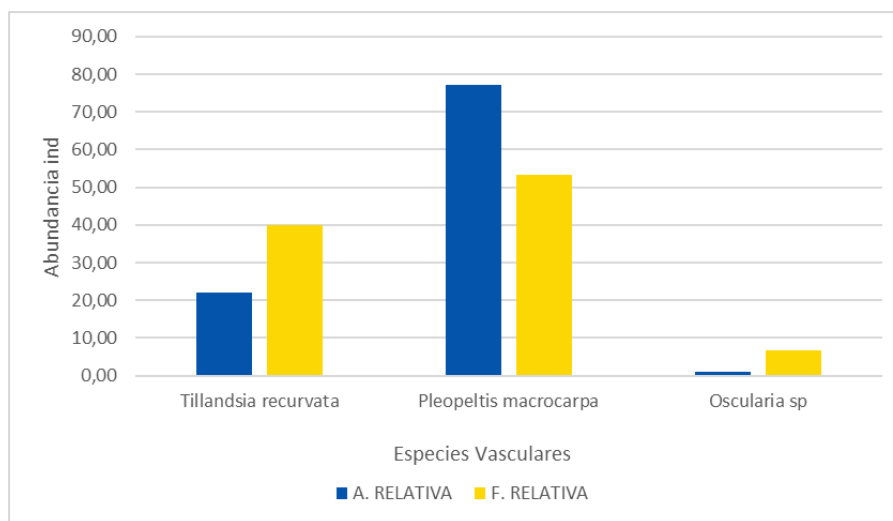


Figura 491 Abundancia y frecuencia de especies vasculares cortícolas.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.14 Especificidad de forófito

La riqueza de especies de bromelias, helechos y suculentas en los forófitos de las coberturas vegetales presentes en las áreas de estudio reflejó la preferencia de las epífitas por aquellos hospederos de cortezas rugosas y copas de amplia cobertura que impiden la entrada directa de la radiación.

En el presente estudio se reporta que las especies vasculares se presentaron en 10 especies de forófitos, de las 33 especies caracterizadas (Tabla 344). De acuerdo a las preferencias de las epífitas vasculares por los forófitos, se determinó que la especie *Pleopeltis macrocarpa* no presenta preferencia con una frecuencia relativa 50-100%, estando presente en ocho (8) especies de forófitos, la especie *Tillandsia recurvata* presenta preferencia marginal (30-50%), indicando que se presentó en seis (6) especies y finalmente la especie *Oscularia sp* presentó una frecuencia relativa de 7%, siendo una especie con preferencia marcada, encontrándose sólo en una especie de forófito (siguiente tabla).

Tabla 325 – Especies de forófitos con presencia de especies vasculares

ESPECIE FORÓFITO	N° FORÓFITOS	N°. IND. VASCULARES
<i>Ficus soatensis</i>	3	4

ESPECIE FORÓFITO	N° FORÓFITOS	N°. IND. VASCULARES
<i>Phoenix canariensis</i>	1	1
<i>Acacia melanoxylon</i>	2	2
<i>Escallonia paniculata</i>	2	10
<i>Ficus tequendamae</i>	2	3
<i>Fraxinus chinensis</i>	25	79
<i>Pittosporum undulatum</i>	2	5
<i>Populus tremuloides</i>	1	8
<i>Schinus molle</i>	1	1
<i>Tecoma stans</i>	1	1
<b>Total general</b>	<b>40</b>	<b>114</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 326 – Preferencia de forófitos especies vasculares

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA (%)	PREFERENCIA DEL FORÓFITO
<b>Bromelias</b>	<b>Bromeliaceae</b>	<i>Tillandsia recurvata</i>	6	40,00	Preferencia marginal
<b>Helechos</b>	<b>Polypodiaceae</b>	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	8	53,33	No preferente
<b>Suculenta</b>	<b>Aizoaceae</b>	<i>Oscularia sp</i>	1	6,67	Preferencia marcada
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>	<b>100</b>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.7.15 Asociación a las coberturas

En la siguiente tabla se puede observar la riqueza y abundancia de especies vasculares por cobertura, donde Ciudad capital presenta la mayor abundancia de individuos (37 individuos) y una riqueza de dos especies, representadas por *Tillandsia recurvata* y *Pleopeltis macrocarpa*, siendo las más representativas del muestreo; la cobertura de Rondas de cuerpos de agua, a pesar de tener una abundancia igual, esta se da sólo por la presencia de la especie vascular *Pleopeltis macrocarpa*, seguida de estas coberturas se encuentra Separadores viales con 30 individuos, donde se presentan las cuatro (4) especies vasculares, y se reporta la presencia de los dos (2) únicos individuos de cactus y suculenta.

Tabla 327 – Asociación a las coberturas vegetales – Especies vasculares

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	COBERTURAS VEGETALES				
			Cc	Ozvu	Pu	Rca	Sv
<b>Bromelias</b>	<b>Bromeliaceae</b>	<i>Tillandsia recurvata</i>	5	2	1		17
<b>Cactus</b>	<b>Cactaceae</b>	<i>Opuntia sp</i>					1
<b>Helechos</b>	<b>Polypodiaceae</b>	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	32	8		37	11
<b>Suculenta</b>	<b>Aizoaceae</b>	<i>Oscularia sp</i>					1
<b>TOTAL</b>			<b>37</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>10</b>	<b>1</b>

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Prques urbanos (Pu), Pastos arbolados (Pa), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Estratificación vertical especies vasculares.

Se determinó que la zona con mayor diversidad de flora epífita vascular se encuentra en el estrato II o Zona II del árbol, donde se reportaron 61 individuos, seguido por el estrato III donde se observaron 33 individuos, seguido del estrato I con 20 individuos vasculares. Las especies *Tillandsia recurvata* y *Pleopeltis macrocarpa* se presentan en las tres zonas del forófito, con una distribución amplia, mientras que la especie *Oscularia sp* presenta una distribución restringida, presentándose en el estrato I del forófito.

Tabla 328 – Distribución vertical de las especies vasculares.

Grupos	Familia	Especie	Zonas del forófito			Distribución en el forófito
			Zona i	Zona ii	Zona iii	
<b>Bromelias</b>	<b>Bromeliaceae</b>	<i>Tillandsia recurvata</i>	4	11	10	AMPLIA
<b>Helechos</b>	<b>Polypodiaceae</b>	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	15	50	23	AMPLIA
<b>Suculenta</b>	<b>Aizoaceae</b>	<i>Oscularia sp</i>	1			RESTRINGIDA
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>	<b>61</b>	<b>33</b>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.16 Índices de diversidad

► Diversidad alfa



En relación con la dominancia de las especies epífitas encontradas en las coberturas de las zonas de estudio, se observaron valores altos en las coberturas muestreadas, el valor más bajo se presentó en separadores viales siendo este de 0,46 lo que representa que las especies dominantes son poco frecuentes lo contrario a lo que se evidencio en las demás coberturas que presentan alta dominancia.

Según el índice de diversidad de Shannon, se observó en todas las coberturas valores muy bajos; los valores arrojados demuestran una baja diversidad de epífitas vasculares, esto se debe principalmente a actividades antrópicas, la cual transforma por completo el ecosistema, generando pérdida o reducción de especies de flora y fauna.

Al no existir diversidad de especies vasculares, el índice de Shannon y el valor de Equitatividad para las coberturas muestreadas es bajo o nulo, para que los niveles de diversidad sean altos el valor establecido por el índice debe superar 3. Esta baja diversidad se debe a la baja capacidad de recepción de especies de los individuos forestales caracterizados.

Tabla 329 –Índices de riqueza y diversidad – Epífitas vasculares

VARIABLES	Cc	Ozvu	Pu	Rca	Sv
Taxa_S	2	2	1	1	4
Individuals	37	10	1	37	30
Dominance_D	0,77	0,68	1,00	1,00	0,46
Shannon_H	0,40	0,50	0,00	0,00	0,92
Equitability_J	0,57	0,72	0,00	0,00	0,66

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Prques urbanos (Pu), Pastos arbolados (Pa), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### ► Diversidad Beta

Con base en el análisis de diversidad de epífitas vasculares dentro del área de intervención, y su relación con las coberturas antes mencionadas, se observa un 87% de similaridad de especies y abundancia entre las coberturas de Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Ciudad capital (Cc), siendo coberturas con riqueza de especies equivalente, igualmente se observa alta similaridad entre las coberturas de Otras zonas verdes urbanas (Ozvu) y Separadores viales (Sv) con un porcentaje de 51% donde se presenta una similaridad de abundancia y riqueza.

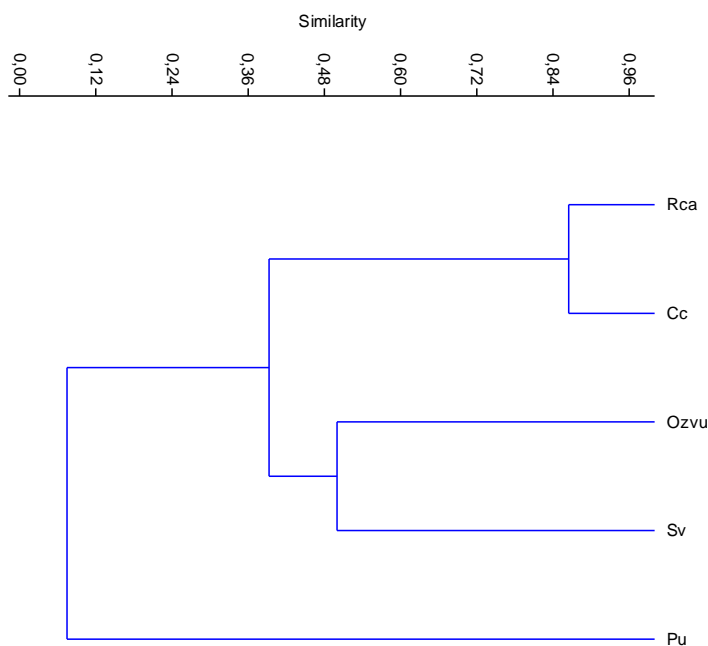


Figura 492 Similitud florística de las especies vasculares por cobertura

Ciudad capital (Cc), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Prques urbanos (Pu), Pastos arbolados (Pa), Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas (Rca) y Separadores viales (Sv).

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.3.2.7.17 Especies vasculares en alguna categoría de amenaza

Respecto a las especies de flora vascular no se encontró especies reportadas o con algún grado de amenaza según las listas de la UICN (2016) o bajo la Resolución 1912 de 2017, ni dentro de los Apéndices del CITES, sólo la especie de bromelia presenta grado de amenaza en los Libros Rojos de especies amenazadas, igualmente presenta veda nacional bajo la Resolución 213 de 1977 (INDERENA) y veda regional mediante la resolución 1333 de 1997 – SDA. (siguiente tabla)

Tabla 330 – Epífitas vasculares en alguna categoría de amenaza

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	UICN	RES. 1333 DE 1997 - SDA
Bromelias	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>		LC	X			X
Cactus	Cactaceae	<i>Opuntia sp</i>						
Helechos	Polypodiaceae	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>						

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	UICN	RES. 1333 DE 1997 - SDA
Suculenta	Aizoaceae	<i>Oscularia sp</i>						

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.3.2.7.18 Conclusiones

De los 548 hospederos evaluados, las especies que presentaron una mayor frecuencia de epifitas fueron *Ficus soatensis* (Caucho sabanero), *Fraxinus chinensis* (Urapán) y *Pittosporum undulatum* (Laurel huesito), ya que presentaron mejores características físicas como el tipo de corteza, buenas ramificaciones, altura, características importantes para el establecimiento y crecimiento de las epifitas.

Se reportó un total de 11 especies epifitas de las cuales 7 son no vasculares (4 líquenes y 3 musgos), y 4 son vasculares (1 bromelia, 1 cactus, 1 helecho y 1 suculenta), estos resultados con una baja diversidad se deben a la alta intervención antrópica en la zona y el alto nivel de contaminación que genera el paso de vehículos.

Para este estudio se obtuvo un total de 115 individuos de epifitas vasculares siendo la especie de helecho *Pleopeltis macrocarpa* la que presentó la mayor abundancia, con respecto a las no vasculares se obtuvo una cobertura en área de 142.680 cm<sup>2</sup> siendo los líquenes el grupo con mayor porcentaje de representatividad, siendo la especie *Chrysothrix xanthina* la más abundante.

Por otra parte, para la evaluación de especies en otro hábitat solo se reportó la presencia del líquen *Chrysothrix xanthina* por el lado de las no vasculares y para las plantas vasculares se reportó únicamente la especie de cactus *Opuntia sp.*, la baja diversidad y presencia de especies en otros sustratos como suelo o rocas se debe a la intervención que se realiza con frecuencia en el área que corresponde al mantenimiento, poda y deshierbe, lo cual contribuye a que no se genere el crecimiento de estas plantas, sin dejar de lado la contaminación que se genera por el paso vehicular.

### 5.3.3 Fauna

A continuación, se presentan los resultados de la fauna silvestre (Tetrapoda) probable para el área de estudio, según información secundaria, suministrada en la web de información primaria, directamente recolectada en campo.

Es importante mencionar que la información primaria presentada en este documento corresponde a la caracterización realizada para los 6 frentes de obra que conforman el viaducto. Referente a las obras tempranas (Patio Taller, Calle 72), se empleó información secundaria obtenida a partir del Plan de Manejo de fauna realizado para estos frentes de obra. (Ver Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08\_V01).

### 5.3.3.1 Información secundaria

#### 5.3.3.1.1 Avifauna

► Estructura de la comunidad registrada por información secundaria

De acuerdo con la información secundaria consultada en Planes de Ordenamiento Territorial por localidades, los cuales se remiten a listados cortos principalmente resultado de muestreos rápidos o consulta con la comunidad, bases de datos como el SiB Colombia, eBird, Naturalista, la colección del Museo de ciencias de la Universidad Nacional de Colombia y estudios realizados por la Fundación Humedales Bogotá, la Línea base para el metro realizada por la empresa Ingetec, 2018, la Secretaria Distrital de planeación Bogotá e instituciones educativas como la Universidad El Rosario y teniendo en cuenta los ecosistemas representativos de Bogotá, su grado de intervención y la distribución altitudinal de las especies, se encontró que para el área de desarrollo del proyecto se distribuyen potencialmente 125 especies, las cuales se encuentran agrupadas en 16 órdenes, 32 familias y 94 géneros. Esta riqueza representa el 7% de las especies reportadas a nivel nacional (1954 especies aproximadamente) y el 51% de las especies (253 especies aproximadamente) registradas para la ciudad (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001 \_A08 / 8.3).

La siguiente figura muestra que la familia Tyrannidae es la familia que más aporte le puede brindar a la riqueza de aves presente en el área de interés con 18 especies, seguida por la familia Thraupidae con 17 especies, la familia Parulidae con 11 especies y la familia Icteridae con nueve (9) especies. De acuerdo con lo anterior, el orden que brinda mayor riqueza a la zona y al cual pertenecen las familias mencionadas es el orden Passeriformes, esto corrobora lo dicho por Machado y Peña en el 2000, en el que afirman que dicho orden comprende el 60% de todas las aves vivientes, teniendo en cuenta también que son el orden más especializado, que abundan en todos los ecosistemas, explicándose de esta manera la riqueza de estas familias con las otras que pueden ser encontradas en la zona de estudio.

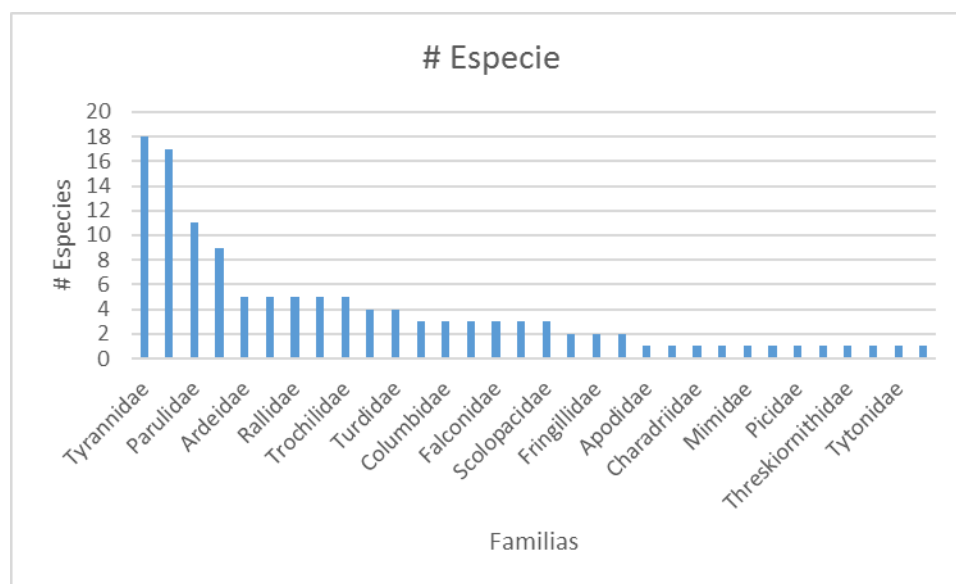


Figura 493 Riqueza con potencial distribución para el área de estudio según fuentes secundarias

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Especies de aves migratorias

De las 275 especies de aves migratorias registradas en Colombia, 154 provienen de Norteamérica, lo cual significa que el país está ubicado estratégicamente para ellas siendo este un paso obligado para la ruta hacia otros países del continente (MADS, 2020). Para Bogotá se tienen reportadas 253 especies de aves de las cuales 64 de estas son migratorias. Cabe mencionar que en Bogotá se tienen registros de especies tanto migratorias latitudinales (Boreal-Austral) como migratorias locales (altitudinales).

La siguiente tabla se muestra el listado de especies migratorias con potencial presencia en el área de desarrollo del proyecto, de las cuales 47 especies son migratorias latitudinales es decir migran desde los hemisferios norte y sur en invierno buscando alimento y territorios cálidos donde pasar dicha temporada y cuatro (4) especies son migratorias locales (altitudinal) lo cual indica que se desplazan a lo largo de diferentes altitudes en las montañas de manera estacional con el fin de evitar temperaturas extremas o en búsqueda de algún tipo de recurso.

Tabla 331 – Avifauna migratoria con potencial distribución en el área de estudio.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aliancho	Lat/Inr	<2800
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Cerceta Aliazul	Lat/Irp	<3600
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pisingo	Loc/Rni	<2600
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	Lat/Irp	2500-4000
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Lat/Irp	<2600
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla Bueyera	Lat/Irp	<2600
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	Lat/Inr	<2600
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco común	Lat/Irp	<2600
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbon	Lat/Irp	<2600
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	Lat/Irp	<2700

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	Lat/Inr	<3800
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano	Lat/Inr	<1600
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Piranga Escarlata	Lat/Inr	<2600
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Torcaza collareja	Alt/Rni	500-3600
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo americano	Lat/Irp	<2600
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino	Lat/Inr	<2800
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	Lat/Inr	<3400
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	Lat/Inr	<3000
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Lat/Irp	<3000
Passeriformes	Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrocero	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita Charquera Norteña	Lat/Inr	<2000
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Reinita de Tennessee	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Reinita Plañidera	Lat/Inr	<3000
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita Norteña	Lat/Inr	<2800
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Reinita Gorjinaranja	Lat/Inr	<3600
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita de Manglar	Lat/Irp	<2000
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita Estriada	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Reinita Canadiense	Lat/Inr	<2600

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Passeriformes	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	Lat/Irp	<3300
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	Tingua azul	Lat/Rni	<2600
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora	Lat/Irp	<2600
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Andarrios Solitario	Lat/Inr	<2600
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Lat/Inr	<3300
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamrilla mayor	Lat/Inr	<2600
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Buho campestre	Lat/Irp	500-2600
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzal canelo	Lat/Inr	<2300
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de anteojos	Lat/Inr	<2700
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia frantzii</i>	Fiofío Montano	Alt/Rni	1500-3000
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí Boreal	Lat/Inr	<3000
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí Oriental	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Bienteveo Ventriazufrado	Lat/Irp	400-2600
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Melancólico	Alt/Rni	<2800
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamosca viajero	Lat/Inr	<1100
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tirano tijereta	Lat/Irp	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano dorsonegro	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax traillii</i>	Atrapamoscas verdoso	Lat/Inr	<2600

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Atrapamoscas maculado	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojirrojo	Lat/Irp	<3600

**CONVENCIONES: LAT:** Latitudinal (Boreal- Austral) **ALT:** Altitudinal dentro del territorio nacional; **INR:** Invernante no reproductivo, **IRP:** Invernante con poblaciones reproductivas, **RNI:** Migrante local

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Especies amenazadas

Teniendo en cuenta el conjunto de aves con potencial presencia en el área de estudio, no se identificaron especies con categoría de amenaza según la UICN, pero si se identificaron tres (3) especies con categorías de amenaza según la Resolución 1912 del 2017 del ministerio de ambiente. La siguiente tabla se presenta dichas especies:

Tabla 332 – Avifauna con categoría de amenaza con potencial distribución en el área de estudio.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORÍAS DE AMENAZA			DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
				CITES	UICN	RESOL	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilan aliancho	II	LC	LC	<2800
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilan pollero	II	LC	LC	<2600
		<i>Elanus leucurus</i>	Elanio Maromero	II	LC	LC	<2800
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pisingo	III	LC	LC	<2600
		<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	No Aplica	LC	EN	2500-4000
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	II	LC	LC	<3200
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcon peregrino	I	LC	LC	<2800
		<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	II	LC	LC	<3400
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	II	LC	LC	0-2300



ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORÍAS DE AMENAZA			DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
				CITES	UICN	RESOL	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	II	LC	LC	<2600
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	Tingua moteada	No Aplica	LC	EN	2500-3100
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio stygius</i>	Búho Negruzco	II	LC	LC	1700-3000
		<i>Asio clamator</i>	Buho orejudo	II	LC	LC	<1700
		<i>Megascops choliba</i>	Curucutú	II	LC	LC	<2800
		<i>Asio flammeus</i>	Buho campestre	II	LC	LC	500-2600
		<i>Glaucidium jardinii</i>	Mochuelo andino	II	LC	LC	2100-2800
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí Rutilante	II	LC	LC	1300-3600
		<i>Lesbia nuna</i>	Cometa coliverde	II	LC	LC	2200-2800
		<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí colilargo	II	LC	LC	2600-4000
		<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí aterciopelado	II	LC	LC	1500-3700
		<i>Chaetocercus mulsant</i>	Zumbador ventriblanco	II	LC	LC	1500-2800
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	II	LC	LC	<3000

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las principales amenazas para las poblaciones de aves son la pérdida y degradación del hábitat principalmente por la tala indiscriminada, la expansión de la frontera agrícola y ganadera. El tráfico y comercio ilegal de fauna es una de las causantes de la reducción de las poblaciones silvestres, al ser estas cazadas y extraídas de los ecosistemas para ser comercializadas principalmente como mascotas. Las colisiones contra edificaciones es una de las causantes de muertes de individuos de aves especialmente para aquellas que tienen un carácter migratorio afectando las poblaciones de estas especies.

Como medida de conservación, la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) ofrece diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2021). Dentro de ellos, el Apéndice I incluye a las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y flora incluidas en los Apéndices de la CITES; estas especies están en peligro de extinción y la convención prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.

Potro lado, en el Apéndice II se incluyen especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se haga un control estrictamente sobre su comercio, también incluye las "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación (CITES, 2021). Dentro de esta categoría se encontraron 18 especies, entre ellas las aves rapaces nocturnas y diurnas de los órdenes Strigiformes, Accipitriformes y Falconiformes, loros de la familia Psittacidae, patos de la familia Anatidae y los colibríes de la familia Trochilidae. Para la familia Trochilidae se registraron cinco (5) especies, para el orden Strigiformes seis (6) especies, en el orden Falconiformes tres (3) especies, en el orden Psittaciformes dos (2) especies.

Por último, el Apéndice III corresponde a especies sujetas a reglamentación dentro de la jurisdicción de una Parte pero que necesitan la cooperación de otras Partes para controlar el comercio internacional; dentro de este Apéndice se encuentra el pato pisingo (*Dendrocygna autumnalis*).

► Especies con distribución restringida

La definición de endemismos en una especie es realizada considerando su distribución geográfica. Cuando dicha distribución está contenida totalmente dentro de los límites políticos del país, el taxón es considerado Endémico (E) ((Stiles G, 1998); (Placeholder1)). Adicionalmente, una especie puede considerarse Casi Endémica (CE) si al menos el 50% de su distribución total conocida se encuentra en Colombia, así comparta el restante 50% con uno o más países vecinos ((Chaparro - Herrera, Echeverry - Galvis, Córdoba- Córdoba, & Sua - Becerra, 2013).

Según estas definiciones se encontraron cuatro (4) especies como Endémicas para Colombia, y dentro de la categoría de Casi Endémica se encontraron cuatro (4) especies para un total de ocho (8) especies con algún grado de endemismo con potencial distribución dentro del área de estudio como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 333 – Avifauna con algún grado de endemismo con potencial distribución en el área de estudio.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO DE DISTRIBUCIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus spinescens</i>	Jilguero Andino	CE (Colombia, Venezuela y Ecuador)	1800-3700

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO DE DISTRIBUCIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis subpudica</i>	Chamicero cundiboyacense	END (Boyacá y Cundinamarca)	1300-3200
Passeriformes	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>	Monjita bogotana	END (Bogotá)	<2600
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus ornatus</i>	Abanico cariblanco	CE (Venezuela y Colombia)	1800-3400
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	Tingua moteada	END (Bogotá)	2500-3100
Passeriformes	Thraupidae	<i>Conirostrum rufum</i>	Mielero rufo	CE (Colombia y Venezuela)	2600-3300
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Toche pico de plata	CE (Panamá, Colombia y Venezuela)	<1500

**CONVENCIONES: END:** Endémico, **CE:** Casi Endémico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Especies representativas con algún valor comercial o uso dado por la comunidad

Para determinar la existencia de valores comerciales o usos de la comunidad para las especies reportadas con potencial de distribución en la zona planteada del muestreo, son tenidos en cuenta: el potencial económico de su explotación, usos actuales e impacto en las afectaciones causadas por especies exóticas o invasoras (Tapasco, et al., 2015).

Una vez realizada la consulta bibliográfica se determina que debe considerarse el impacto generado por la paloma de plaza (*Columba livia*). Tratándose de una especie invasora con altas tasas reproductivas, representa impactos directos en cuanto a la afectación de fachadas, exposición a enfermedades zoonóticas y generación de residuos orgánicos en los lugares de vivienda (Acero Plazas, Cardona, & Rico, 2019)

Finalmente, además de casos específicos previamente mencionados, vale la pena tener en cuenta el potencial económico que representa el desarrollo de actividades asociadas al aviturismo en la ciudad de Bogotá. Es necesario expandir la caracterización de esta actividad y sus diferentes escenarios de desarrollo, para así establecer en qué medida un impacto en las poblaciones de avifauna puede afectar un posible escenario comercial asociado al disfrute y observación de aves en las localidades intervenidas (Minambiente, 2018).

### 5.3.3.1.2 Herpetofauna

Con base a la información recopilada para el área de estudio del proyecto se evidencia que para los anfibios se reporta una (1) especie: Rana sabanera (*Dendrosophus molitor*), la cual pertenece al orden Anura. Por otro lado, para los reptiles se encuentran registradas (2) dos especies distribuidas (2) dos familias como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 334 – Especies factibles de herpetos para el área de estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
<b>Amphibia</b>	Anura	Hylidae	<i>Dendrosophus molitor</i>	Rana sabanera
<b>Reptilia</b>	Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Riama striata</i>	lisa rayada
		Colubridae	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Serpiente sabanera

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Estructura de la comunidad registrada por información secundaria

Las especies de herpetos no están distribuidas uniformemente a lo largo del área de estudio, estas se encuentran asociados a ciertas unidades de cobertura o microhábitats dependiendo de sus requerimientos ecológicos como la temperatura, humedad, precipitación, entre otros; esto influye en la frecuencia de avistamiento e intensidad del consumo de alimentos y reproducción de esta. Siendo útiles para estudios de diversidad ambiental en zonas de alta presión antrópica, ya que se caracterizan por adaptarse a este tipo de ambiente como es el caso de la ciudad de Bogotá (CAR, 2018).

Por otro lado, este grupo juega un rol importante en los ecosistemas, ya que participa en el flujo de energía y el ciclado de nutrientes de ambientes terrestres como acuáticos, además, de ayudar al control de poblaciones de plagas y puede actuar potencialmente como polinizadores y dispersores de semillas (Gomez-Cortés, Ruiz-Agudelo, Valencia-Aguilar, & Ladle, 2015).

A continuación, se describen las principales características de las especies posibles especies a registrar en el área de estudio.

► Rana andina (*Dendropsophus molitor*)

Es una especie adaptable a un amplio rango de hábitats, en la mayoría de los impactos antrópicos, se encuentra en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, entre los 1600-3600 m.s.n.m. en los cuerpos de agua permanentes y lentos. Presenta una amplia variedad de tamaños corporales llegando alcanzar hasta los 70mm. Adicionalmente, presenta dimorfismo sexual, donde las hembras por lo general son más grandes que los machos.

En cuanto a sus patrones de coloración se han registrado en marrón, marrón con manchas verdes en forma de w, verde, verde con líneas oscuras y verdes con manchas negras, este patrón puede ser afectado por factores hormonales y de temperatura, mientras que el patrón de manchas se mantiene constante (Guarnizo, Armesto, & Acevedo, 2014).

Es principalmente de hábitos crepuscular, pero se han registrado actividad durante el día, esto se debe al ser heliotermicos, es decir que los individuos se termoregulan. Se han observado machos vocalizando antes del anochecer, en cuanto a la parte acústica se caracteriza por tener una duración entre los 152-252 segundos, 62-88 y una frecuencia dominante promedio de 1.7 KHz (CAR, 2018).

La reproducción es ovípara, estas son depositados en aguas lenticos poco profundo, permanentes o semipermanentes, los huevos se caracterizan por ser pigmentados, en su etapa larval son organismos omnívoros con capacidad de filtrar, raspar y concentrar las partículas que encuentran en su entorno, por tanto, permiten reconocer el estado de calidad del ambiente (Guarnizo, Armesto, & Acevedo, 2014).

► Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*)

Pertenece a la familia Colubridae siendo la más importante del país, dado que presenta la mayor distribución a mayores elevaciones, se han observado en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Meta, entre los 2000 y 3200 m.s.n.m. Habita generalmente en ambientes húmedos en cercanías con cuerpo de agua, en pastizales, debajo de troncos caídos, madera, rocas y en obras civiles (CAR, 2018).

En cuanto a su morfología son de tamaño pequeño alcanzando una longitud total de 400 a 440 mm, presentando dimorfismo sexual, las hembras presentan una mayor longitud, sin embargo, su longitud caudal es menor que en los machos. Su patrón de coloración predomina en el dorso los colores oscuros con algunas líneas transversales distribuidas irregularmente de color amarillo claro (Paternina & Capera, 2017).

*A. crassicaudatus* tiene hábitos crepusculares o nocturnos, con periodos que presenta mayor actividad entre las 19:00 y las 22:00 horas, presenta movimientos semifosorial, se alimenta de lombrices, opiliones y otros invertebrados que encuentren en su microhábitat. Esta especie no representa ningún peligro para el ser humano ya que no posee veneno, su mecanismo de defensa es segreggar un almizcle acompañado de movimientos erráticos (CAR, 2018)

Presentan reproducción ovípara. Las hembras depositan los huevos debajo de piedras, troncos caídos o bajo tierra, su morfología es ovalada y tiene una longitud entre 30 mm de longitud y de 16 mm de ancho, sus huevos eclosionan en los meses de octubre y diciembre (Lynch & Rengifo, 2001)

► Lisa rayada (*Riama striata*)

Esta especie se encuentra en la Cordillera Oriental de Colombia, está distribuida en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander, entre los 1800 a 3300 m.s.n.m. Suele encontrarse en bajo troncos, rocas, hojarasca o entre el pasto. Asimismo, se afirma que son muy tolerantes al disturbio, logrando habitar en zonas de alta transición paisajístico en la ciudad de Bogotá. Ostenta hábitos diurnos y suelen realizar refugios cerca de *Atractus crassicaudatus*, pero no suelen competir por territorio ni alimento. (Almonacid, 2009)

Presenta tamaño mediano que va desde los 45 mm a los 67 mm, tiene una coloración de marrón oscuro o gris en el dorso y pueden tener manchas en forma de líneas paravertebrales; presentan dimorfismo sexual, aunque estos no tienen una variación en su tamaño corporal si lo hacen en la longitud de la

cabeza, ya que los machos tienen una mayor longitud entre 10 a 15 mm mientras que las hembras siendo es de 7 mm a 10 mm. En cuanto a su reproducción las hembras suelen poner de uno a dos huevos durante todo el año, además, se ha registrado nidos comunales (Méndez & Pinto, 2018).

► Endemismos y especies amenazadas

En el área de estudio es factible tener la presencia de (3) tres especies endémicas, de las cuales (1) una es de orden Anura y (2) dos del orden Squamata. Siendo especies que tienen gran flexibilidad de adaptación a diferentes hábitats y en la mayoría de los casos se encuentran en áreas con impacto antrópico (siguiente tabla).

Tabla 335 – Especies factibles de herpetos endémicos para el área de estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Distribución en Colombia
<b>Amphibia</b>	Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana andina	Endémico	Cundinamarca y Boyacá
<b>Reptilia</b>	Squamata	Colubridae	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Serpiente sabanera	Endémico	Cundinamarca, Boyacá, Santander y Meta
		Gymnophthalmidae	<i>Riama striata</i>	Lisa rayada	Endémico	Cundinamarca, Boyacá y Santander

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Especies representativas con algún valor comercial o uso dado por la comunidad

Para las especies potenciales en el área de estudio con base a la literatura NO se reporta ninguna interacción con respecto al valor comercial ni uso por la comunidad. Sin embargo, para la especie serpiente sabanera (*Atractus crassicaudata*) al estar en zonas urbanizadas y el desconocimiento que se tiene de las mismas a lo cual se le atribuye una percepción negativa, lo cual conlleva a la idea errónea de que son de importancia médica o nocivas para los seres humanos y la comunidad circundante y son sacrificadas (Yara Contreras, 2020).

Los mamíferos son vitales en la dinámica de los ecosistemas, pues hacen parte de procesos básicos para estos, como lo es la dispersión de semillas, polinización, control poblacional, ciclado de nutrientes, remoción de suelo y control de plantas, lo cual afecta la estructura y composición del ecosistema (Rumiz, 2010). Por tal motivo es importante conocer las especies potenciales de la localidad, las cuales hacen referencia a las reportadas históricamente en el sitio, teniendo en cuenta la distribución, ecología, comportamiento y tolerancia a la relación antrópica para sobrevivir.

### 5.3.3.1.3 Mastofauna

► Estructura de la comunidad registrada por información secundaria

Para el área de estudio del medio biótico y las zonas colindantes de la ciudad de Bogotá acorde a la información secundaria consultada, se registraron 34 especies de mamíferos, representadas en 5 órdenes (Carnivora, Chiroptera, Didelphimorphia, Lagomorpha y Rodentia) y 11 familias, esto representa un 6,26% del total de especies registrados para Colombia (Ramírez-Chaves, y otros, 2021).

Los órdenes con mayor riqueza de especies fueron Chiroptera (murciélagos), Rodentia (roedores) y Carnívora (comadreja, felinos y zorros). Para el orden Chiroptera, la familia más representativa fue Phyllostomidae (9 spp), seguida de Vespertilionidae (6 spp.), y la menos representativa fue Molossidae (5 spp.). Dentro del orden Rodentia las familias más representativas fueron Cricetidae (5 spp.) y Muridae (3 spp.), cabe resaltar que los tres (3) registros para Muridae son de especies introducidas: *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus sp.* Finalmente, el orden Carnívora fue representado por dos familias: Mustelidae (1 spp.) y Canidae (1 spp.) (Figura 503, Tabla 355).

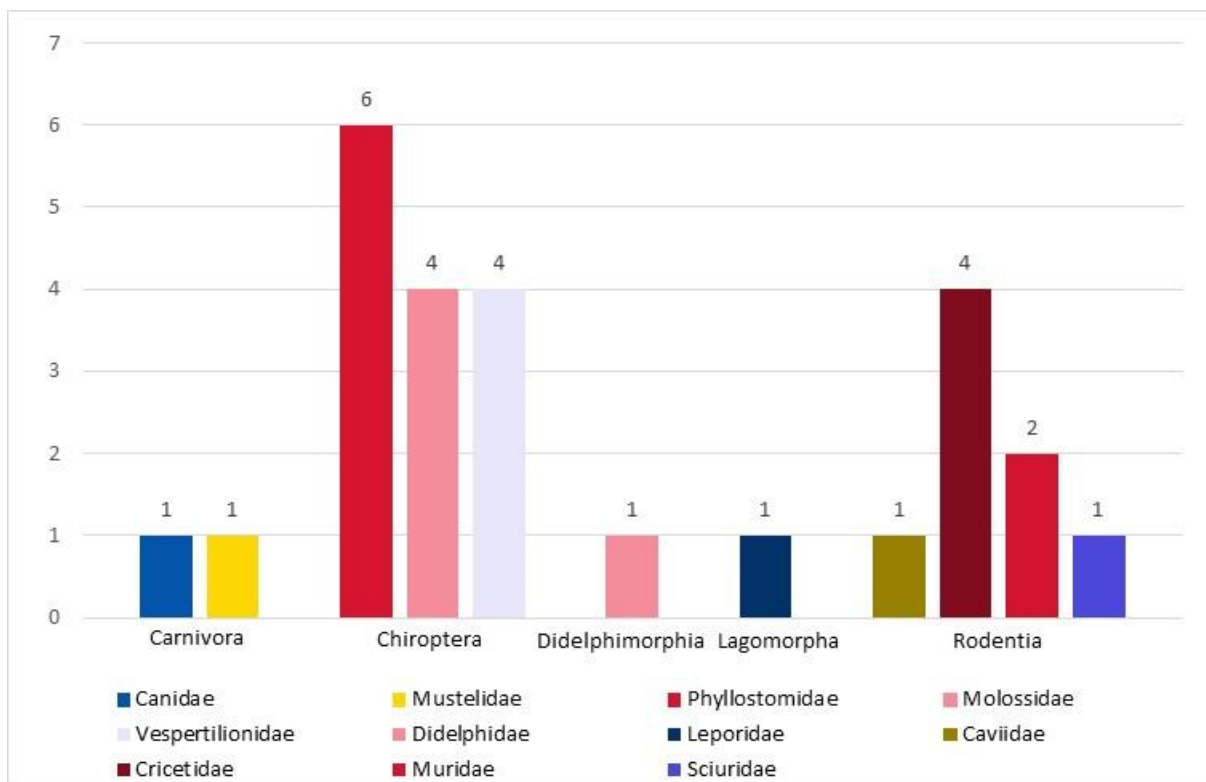


Figura 494 Representatividad de mamíferos por orden, familia género y especie

Fuente Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 336 – Listado de especies potenciales en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Resol.	CITES	UICN	Endemismo
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	-	-	LC	-
		<i>Anoura cultrata</i>	-	-	LC	-

Orden	Familia	Especie	Resol.	CITES	UICN	Endemismo
		<i>Anoura peruana</i>	-	-	LC	-
		<i>Sturnira bogotensis</i>	-	-	LC	-
		<i>Sturnira ludovici</i>	-	-	LC	-
		<i>Enchisthenes hartii</i>	-	-	LC	-
		<i>Choeroniscus godmani</i>	-	-	LC	-
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	-	-	LC	-
		<i>Artibeus lituratus</i>	-	-	LC	-
	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	-	-	LC	-
		<i>Myotis keaysi</i>	-	-	LC	-
		<i>Eptesicus fuscus</i>	-	-	LC	-
		<i>Lasiurus blossevillii</i>	-	-	LC	-
		<i>Aeorestes cinereus</i>	-	-	LC	-
		<i>Histiotus montanus</i>	-	-	LC	-
	Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>	-	-	LC	-
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	-	-	LC	-
		<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	-	-	LC	-
		<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	-	-	LC	-
		<i>Molossus rufus</i>	-	-	LC	-
	<b>Didelphimorphia</b>	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	-	-	LC
<b>Carnivora</b>	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	-	II	LC	-
<b>Carnivora</b>	Mustelidae	<i>Neogale frenata</i>	-	-	LC	-
<b>Rodentia</b>	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	-	-	LC	-
	Cricetidae	<i>Nephelomys childi</i>	-	-	NE	E (Bogotá)
		<i>Oligoryzomys delicatus</i>	-	-	NE	-
		<i>Oligoryzomys griseolus</i>	-	-	LC	CE (Colombia y Venezuela)
		<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	-	-	LC	-
		<i>Rhipidomys fulviventer</i>	-	-	LC	CE (Colombia y Venezuela)
	Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	-	-	LC	-



Orden	Familia	Especie	Resol.	CITES	UICN	Endemismo
		<i>Rattus</i>	-	-	LC	-
		<i>Mus musculus</i>	-	-	LC	-
	Caviidae	<i>Cavia anolaimae</i>	-	-	LC	-
<b>Lagomorpha</b>	Leporidae	<i>Sylvilagus apollinaris</i>	-	-	NE	-

Categorías de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2019-2) y Resolución 1912 de 2017- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Deficientes. CITES I: mayor grado de peligro; II: no están necesariamente en amenaza de extinción; III: especies comercio está reglamentado y que necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal.

Fuente Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Especies de mamíferos migratorios

El 20,59% del total de especies de mamíferos registrados son migratorios, de los cuales tres corresponden a murciélagos de la familia Phyllostomidae (*Anoura geoffroyi*, *Enchisthenes hartii* y *Choeroniscus godmani*), dos de la familia Vespertilionidae (*Lasiurus blossevilli* y *Aeorestes cinereus*) y dos de la familia Molossidae (*Tadarida brasiliensis* y *Nyctinomops aurispinosus*). Hasta donde la literatura lo indica, información sobre rutas de migración para murciélagos en Colombia no existe, y solo está disponible información sobre registros de presencia o abundancia de estas especies (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

Los murciélagos migratorios de la familia Phyllostomidae se caracterizan por realizar movimientos migratorios estacionales horizontales y altitudinales en respuesta a la fluctuación del alimento, es decir, que sus desplazamientos se relacionan con la fenología de los bosques (Amaya-Espinel & Zapata, 2014). En cuanto a los murciélagos de la familia Vespertilionidae, aunque no hay rutas migratorias identificadas hacia Colombia o la parte tropical de Suramérica, los datos de captura de individuos de *Aeorestes cinereus* y *Lasiurus blossevilli* permiten establecer patrones de migración de larga distancia (Cryan, 2003). Finalmente, murciélagos de la familia Molossidae realizan migraciones de largas distancias, sin embargo, no hay información clara sobre patrones de migración para *Nyctinomops aurispinosus* y *Tadarida brasiliensis* (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

En general, se conoce que los murciélagos con migraciones más largas en América son los que migran latitudinalmente y por lo general, estas especies pertenecen a los géneros *Lasiurus*, *Lasionycteris* y *Tadarida* (Cryan, 2003; Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

► Endemismos y especies amenazadas

De las especies reportadas en información secundaria, no se encontró ninguna bajo categoría de amenaza, aun así, el 8,82% de estas especies, se encuentran en estado no evaluado (NE) por la IUCN, lo cual impulsa a investigar estas especies, puesto que estos vacíos de información deben ser llenados para poder preservar y velar por integridad de estas (ver Tabla 355).

Para registros de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2021), se registró una especie que equivale al 2,94% del total de especies (Tabla 355). En el apéndice II, se registró el zorro cangrejero *Cerdocyon thous*, la cual es una especie que no están necesariamente amenazada de extinción, pero requieren de un estricto control de su comercio para evitar llegar a este punto. El pelaje de *Cerdocyon thous* no tiene un valor comercial alto, debido a que este es áspero y corto, sin embargo, hay algunos registros de comercialización de su piel (Sillero-Zubiri, Hoffmann, & Macdonald, 2004).

En cuanto a endemismos, se registraron dos especies endémicas (*Nephelomys childi* y *Rhipidomys fulviventer*) y una casi endémica (*Oligoryzomys griseolus*) todas pertenecientes al orden Rodentia.

► Especies representativas con algún valor comercial o uso dado por la comunidad

De las especies reportadas para el área de estudio, cuenta como posible valor económico la especie *Cavia anolaimae*, puesto que este género es utilizado frecuentemente como alimento a lo largo de Latinoamérica, y consumo histórico, tanto por comunidades indígenas y campesinas en la sabana de Bogotá y otras regiones de Colombia (Martínez-Polanco, 2016). Por otro lado, los roedores sinantrópicos como lo son *Rattus norvegicus*, *Mus musculus*, *Rattus rattus* son especies que su presencia resulta molesta y desagradable, pudiendo dañar estructuras o bienes, y constituyen uno de los más importantes vectores para la propagación de enfermedades, entre las que se destacan las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs). Este grupo de individuos ha realizado con éxito su paso desde el medio natural y agrícola hacia los ambientes urbanos. Algunos de ellos, por ejemplo, han logrado adaptarse a la vida en los alrededores de las estructuras creadas por el hombre, otros se han adaptado a vivir en el interior de ellas, lo que ha generado el contacto directo con las personas y con los animales domésticos (Barrera, 2013).

### 5.3.3.2 Resultados caracterización en campo

Para el presente estudio el área del patio taller hace parte integral del área de influencia definida; sin embargo, es relevante mencionar que este sector hace parte de las zonas intervenidas por las obras tempranas y por lo tanto las coberturas vegetales y hábitats naturales de la fauna silvestre ya se encuentran afectados, así mismo hay que tener en cuenta que las actividades a realizarse en esta zona en el marco del presente EIA corresponden a la instalación de estructuras, maquinaria y equipos y acabados de edificaciones, además de las Actividades de adecuación de un área destinada para el área de almacenamiento de prefabricados y otros (Etapa 6) en el área que ya se encuentra desprovista de vegetación debido a la intervención durante las obras tempranas.

Con esto en claro y considerando que actualmente la zona no corresponde a un espacio natural, sino que por el contrario en la actualidad es un frente de obra activo, se presenta en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08 / 8\_4 Caracterización biótica (Patio Taller), la caracterización faunística realizada para esta zona específica la cual fue realizada en el marco del Plan de manejo ambiental y social para las actividades tempranas (Patio taller) y presenta la caracterización de la información colectada en campo (información primaria) en la condiciones originales de la zona.

Por otro lado, las metodologías utilizadas para la caracterización de los grupos de fauna silvestre se describen en el Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A02 / 2\_2 Metodología EIAS.

### 5.3.3.2.1 Hábitats y condiciones particulares identificados en campo

El hábitat es definido por (Morrison, Marcot, & Mannam, 2006), como el área con una combinación de recursos y condiciones ambientales tales que promueve la ocupación por individuos de una determinada especie y que permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan. Una forma de describir el hábitat es evaluando las unidades de paisaje, su estructura, composición y elementos físicos que lo integran ya que los organismos responden a su entorno en múltiples escalas espaciales y temporales (Gallina & López, 2011).




Es pertinente aclarar que para este estudio toda la matriz se encuentra dentro del tejido urbano de la ciudad de Bogotá; sin embargo, a lo largo de los WF se identificaron zonas con características particulares que proveen diferentes recursos tales como alimento, refugio, zonas de nidación y reproducción para la fauna silvestre. Por lo tanto, a continuación, se presentan los hábitats identificados en Patio taller y los seis (6) WF.



Tabla 337 – Hábitats identificados para la fauna silvestre

Hábitat	Registro fotográfico
Separadores viales	
Humedal y zonas pantanosas	

Hábitat	Registro fotográfico
Parque urbano	
Ciudad Capital	
Ronda de cuerpos de agua de zonas urbanas	

Hábitat	Registro fotográfico
Terrenos asociados a la red vial	
Otras zonas verdes urbanas	
Parques cementerios	

Hábitat	Registro fotográfico
Pastos arbolados	
Pastos limpios	
Ríos	

Hábitat	Registro fotográfico
<p><b>Tierras desnudas y degradadas</b></p>	
<p><b>Cuerpos de agua artificiales</b></p>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Afinidad de las especies registradas con los hábitats encontrados dentro del área de estudio

A partir de la información obtenida en campo de los registros por cobertura de cada especie dentro de cada uno de los taxones, se puede conocer sobre la afinidad o preferencias de hábitat de cada taxón en particular y de la fauna en general. En la siguiente figura (Figura 495) se observa la riqueza de especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles por cobertura.

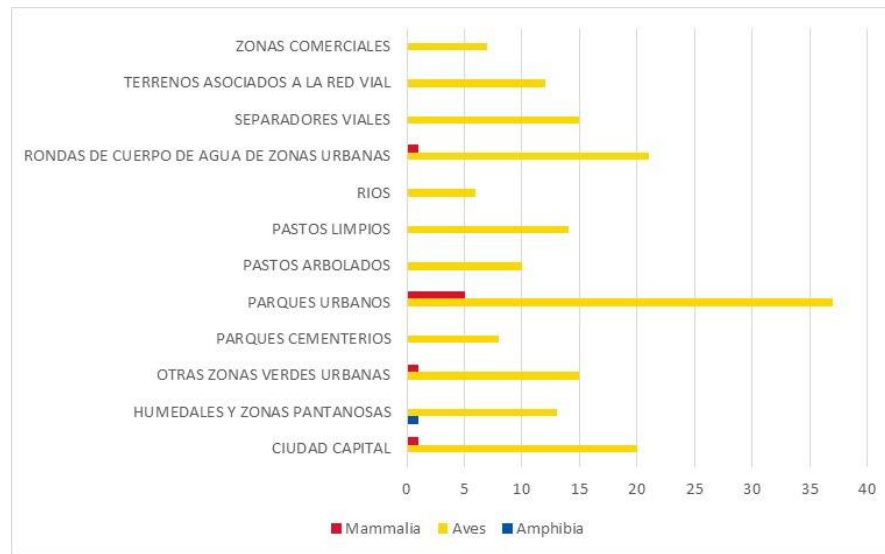


Figura 495 Cantidad de especies por grupo taxonómico en cada cobertura

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura anterior se puede observar que las aves son el único grupo que se registró en todos los hábitats, debido principalmente a su forma de locomoción que les permite moverse entre los hábitats, siendo que de igual forma son el grupo más diverso dentro del área de influencia y con mayor representación en la cobertura de parques urbanos; el grupo de anfibios se registró únicamente en el hábitat de humedales y zonas pantanosas.

Adicional a la gráfica anterior, se realizó el cálculo de los índices de diversidad y dominancia de Simpson y el índice de Shannon utilizando el programa estadístico PAST, esto con el fin de calcular la riqueza específica de cada cobertura teniendo como base una matriz de abundancias para cada especie registrada en un hábitat específico, este análisis arrojó los siguientes resultados.

Tabla 338 – Riqueza de especies registradas en los hábitats dentro del área de influencia biótica

Cobertura	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Individuos
Ciudad Capital	0,2639	0,7361	1,819	1482
Humedales y zonas pantanosas	0,2165	0,7835	1,852	182
Otras zonas verdes urbanas	0,2675	0,7325	1,751	585
Parques Cementerios	0,3093	0,6907	1,53	54
Parques Urbanos	0,3348	0,6652	1,753	3784
Pastos Arbolados	0,1574	0,8426	2,037	36



Cobertura	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Individuos
Pastos Limpios	0,1453	0,8547	2,233	214
Ríos	0,2963	0,7037	1,442	18
Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas	0,1961	0,8039	2,03	940
Separadores Viales	0,4296	0,5704	1,195	1355
Terrenos asociados a la red vial	0,3609	0,6391	1,403	214
Zonas Comerciales	0,3436	0,6564	1,346	77

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con la tabla anterior, se puede inferir que de acuerdo con el índice el Simpson la cobertura de Pastos limpios es la que tiene los registros de riqueza más alto, mientras que la cobertura de separadores viales tiene el índice calculado más bajo.

Es de aclarar que a pesar de que estos índices han sido calculados para dilucidar la riqueza específica de cada zona estos no son necesariamente comparables entre cada cobertura ya que el resultado depende del máximo calculado por los índices para cada cobertura en particular.

De acuerdo con la anterior figura se puede analizar por hábitat lo siguiente:

▶ Pastos limpios

Este es uno de los hábitats con mayor diversidad en el estudio de acuerdo con lo arrojado por el índice de Simpson (0,8547), esto se debe en gran parte a que ninguna de las especies registradas presenta gran dominancia (0,1453), sino que por el contrario la mayoría de las especies comparten equitativamente el espacio obteniendo diferentes recursos.

▶ Pastos arbolados

Este hábitat ofrece una buena disponibilidad de recursos que pueden ser usados por una variedad de especies con distintos requerimientos ecológicos, es el segundo hábitat con mayor diversidad de acuerdo con el índice de Simpson (0,8426).

▶ Parques urbanos

Esta cobertura corresponde a la cobertura con mayor número de especies registradas con 44 especies, se registraron 39 especies de aves y cinco (5) de mamíferos; sin embargo, el índice de Simpson no muestra una diversidad tan alta (0,6552) debido a que en este hábitat se presentó una alta dominancia (0,3348) de las especies *Columba livia*, *Zenaida auriculata* que presentaron 2092 y 456 individuos respectivamente.

▶ Separadores viales

Este hábitat corresponde al de más baja diversidad en relación con las demás en el área de estudio (0,5704), lo anterior en razón a la alta dominancia presentada en esta cobertura (0,4296).

▶ Ríos

Dentro de esta cobertura se realizó registro de seis (6) especies de aves, obteniendo así un índice de diversidad de Simpson de 0,7037 con una dominancia de 0,2963.

▶ Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas

Para esta cobertura se obtuvo un índice de Simpson de 0,8039 en estos hábitats se registraron 22 especies de Aves. Su capacidad para albergar especies puede estar relacionado con el hecho que ofrece una variedad de recursos, principalmente por su cercanía al cuerpo de agua.

▶ Terrenos asociados a la red vial

Esta cobertura presenta una alta dominancia con 0,3609 en este hábitat se registraron 12 especies de aves; la ausencia de los demás grupos taxonómicos en este hábitat puede deberse a que la homogeneidad ofrece pocos recursos para estas especies de fauna silvestre.

▶ Zonas comerciales

Dentro de esta cobertura se registró únicamente el grupo taxonómico de aves con siete (7) especies, presentando una diversidad de 0,6564 según el índice calculado de Simpson, lo cual puede deberse a un alto índice de dominancia (0,3436). Esta baja diversidad puede deberse a la restringida disponibilidad de recursos en esta cobertura.

▶ Ciudad capital

En esta cobertura se registraron 21 especies de fauna silvestre correspondientes a los grupos de aves y mamíferos, con 20 y una (1) especie respectivamente, en cuanto a los índices calculados presenta una diversidad media con 0,7361 según el índice de simpson

▶ Humedales y zonas pantanosas

Este hábitat fue el segundo con menor diversidad registrando 14 especies de aves y un índice de Simpson de 0,7835. En este fue el único hábitat donde se registró el grupo de anfibios con una (1) especie que corresponde a *Dendropsophus molitor*, lo anterior debido a que ese hábitat es propicio para el asentamiento de esta especie debido a la presencia del espejo de agua; de igual forma, en este hábitat fue el único en el que se reportó la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*).

▶ Otras zonas verdes urbanas

En esta cobertura se registraron especies correspondientes al grupo de aves con 16 especies, es una cobertura que provee de recursos para alimentación, refugio y nidación para especies con diferentes requerimientos.

► Parques cementerios

Esta cobertura corresponde a la zona aledaña al cementerio central en donde solo se registraron especies de aves con un total de ocho (8) especies, siendo este hábitat uno de los menos diversos dentro del estudio realizado.

► Recambio de especies

Finalmente, se realizó el análisis de Bray – Curtis para mirar el grado de similitud- disimilitud entre cada una de las coberturas arrojando como resultado lo siguiente.

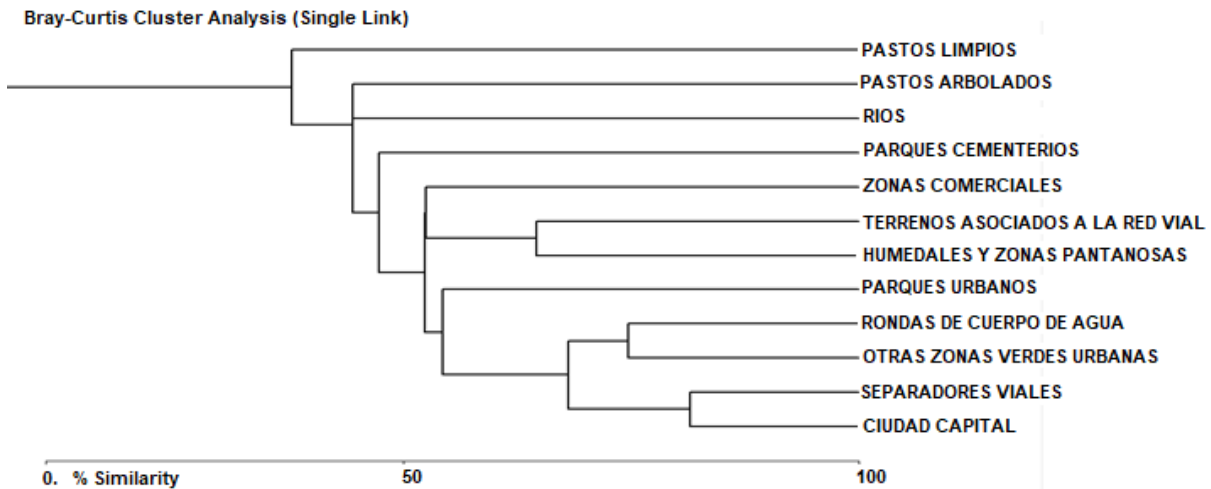


Figura 496 Análisis de Bray-Curtis

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El diagrama anterior muestra el agrupamiento de similitud de *Bray-Curtis* el cual se refiere a la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios; en donde se observa que a nivel de corte del 37,56% la única cobertura que se separa de las demás corresponde a los pastos lo cual se puede asociar a una oferta limitada de alimento, pocos lugares para anidar y/o generar refugios, entonces se presentan especies más generalistas y adaptadas a este tipo de condiciones. Del mismo modo se observan en las coberturas de pastos arbolados, ríos, parques cementerios, formando una agrupación diferente del resto de coberturas a nivel de corte del 50%.

Con respecto a las coberturas que son más similares entre sí, se observan tres (3) parejas de coberturas: Separadores viales y ciudad capital, rondas de cuerpos de agua y otras zonas verdes urbanas y parques urbanos, son las coberturas que mayor número de especies comparten, esto puede deberse a la similitud de recursos disponibles en estas coberturas y a la cercanía y continuidad dada entre estos terrenos; de igual forma, las especies corresponden a especies adaptadas a sobrevivir en este tipo de ambientes.

### 5.3.3.2.2 Avifauna

#### ► Curva de acumulación de especies WF 1

Para verificar que el esfuerzo de muestreo realizado durante las jornadas de campo, dentro del área biótica, se realizó mediante el programa EstimateS 9.1.0 una curva de acumulación de especies para los seis WF donde se realizó el estudio (Figura 506).

Teniendo en cuenta la naturaleza de este análisis, es pertinente aclarar que las curvas de acumulación reportan únicamente los individuos registrados en el muestreo mediante las metodologías de observación y/o captura; no se incluyen los registros efectuados mediante entrevistas informales ya que no hacen parte de la unidad de muestreo evaluada y estos son utilizados como información adicional de apoyo para tener una visión más amplia lo que permite tener una evaluación rápida, convirtiéndose así en una herramienta para alcanzar el total de especies esperado y que con los muestreos no es posible alcanzar.

En la siguiente figura que corresponde a la curva de acumulación de especies de aves se puede observar tanto la línea de distribución del muestreo, así como tres estimadores no paramétricos.

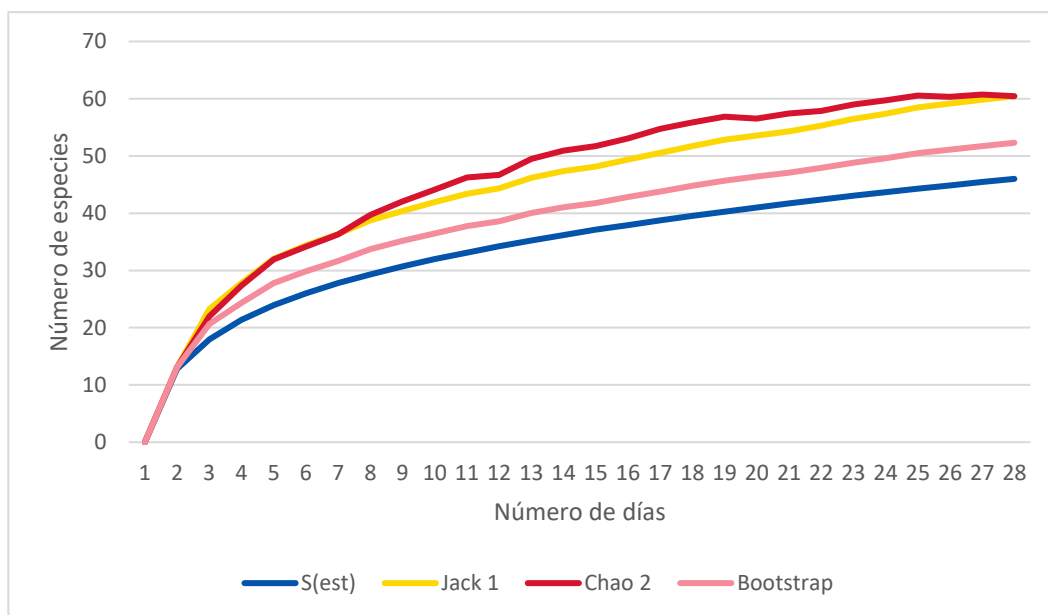


Figura 497 Curva de acumulación de aves

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Según la figura anterior el muestreo se encuentra por debajo de lo esperado por los estimadores, donde la riqueza específica observada alcanzó un valor de 46 especies, lo que representa aproximadamente un 18% de las aves registradas para Bogotá, por su parte, los estimadores de diversidad sugieren que hay una riqueza específica esperada entre 52 y 62 especies dependiendo del método de estimación usado, siendo Bootstrap el estimador que más se ajusta a los datos encontrados (52,31) y Chao 1, el índice que estima un mayor número de especies de aves (62,5). Por otra parte, la composición de aves

en cada uno de los WF es diferente, teniendo como resultado nuevas especies, que infieren en el comportamiento exponencial de la curva. Teniendo en cuenta el porcentaje de representatividad de los estimadores (Chao 2 y Jack 1: 76.11%; Bootstrap: 87,9% teniendo en cuenta estos resultados se puede considerar que los muestreos en campo fueron suficientes ya que este porcentaje se considera como muestra representativa de la zona para la evalúa. El estimador Bootstrap es el que menos sesgo presentó, debido a que es menos variable y no tiende a sobrestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras en la comunidad (Poulin (1998) y Romero-Tejada et al. (2008).

► Estructura de la comunidad identificada en campo

De acuerdo con los muestreos y entrevistas realizados para el área de influencia, la comunidad de aves silvestres en la zona está compuesta por 52 especies (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A08 / 8.3), pertenecientes a 22 familias y a 11 órdenes. El orden más diverso es Passeriformes, con 30 especies en 10 familias, las cuales representan el 57% del total de aves registradas; estos datos concuerdan con lo reportado para Colombia, donde este constituye el taxón de mayor diversidad de especies. Los órdenes restantes conforman el 43% de las aves registradas, estos presentan una riqueza inferior o igual a cuatro especies (Tabla 358).

A continuación, se presenta el listado de especies de aves con su correspondiente clasificación taxonómica, número de individuos registrados por especie, gremio trófico ((Castaño Villa, 2001) y (Castaño & Patiño, 2000)), organización social (Castaño G. 2001) y distribución altitudinal (Wiki Aves de Colombia – Universidad Icesi. Cali, Colombia).

Tabla 339 – Estructura de la comunidad de aves dentro del área de influencia.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	GREMIO TROFICO	ORGANIZACIÓN SOCIAL	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aliancho	Carnívoro	Pareja-Bandada mixta	0-3500
		<i>Elanus leucurus</i>	Aguililla blanca	Carnívoro	Solitario-Pareja	0-2800
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán pollero	Carnívoro	Solitario-Pareja	0-2700
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo	Granívoro	Pareja-Bandada mixta	0-2600
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza real	Omnívoro	Solitario	0-2800
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	Insectívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	0-3500
		<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	Piscívoro	Solitario	0-2600
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	Omnívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	0-2600
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio clamator</i>	Buho rayado	Carnívoro	Solitario-Pareja	0-2600
		<i>Asio flammeus</i>	Búho sabanero	Carnívoro	Solitario-Pareja	0-4300
		<i>Megascops choliba</i>	Currucutú común	Carnívoro	-	0-2800
		<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Carnívoro	Solitario-Pareja	0-3500
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Chulo	Carroñero	Grupo monoespecífico	0-4000
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa sp.</i>	No Aplica	Insectívoro	Grupo monoespecífico	0-3500
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván	Insectívoro	Grupo monoespecífico	0-3000
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común	Omnívoro	Grupo monoespecífico	0-3500

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	GREMIO TROFICO	ORGANIZACIÓN SOCIAL	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
		<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza nalguiblanca	Granívoro	Grupo monoespecífico	0-3000
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	Frugívoro	Solitario-Pareja	2200-3400
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco americano	Insectívoro	Bandada mixta	0-3500
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Chillón común	Nectarívoro	Solitario	1400-3500
		<i>Lesbia nuna</i>	Cometa coliverde	Nectarívoro	Solitario-Pareja	2200-2800
		<i>Lesbia victoriae</i>	Cometa colinegro	Nectarívoro	Solitario-Pareja	2600-4000
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2700
	Fringilidae	<i>Spinus spinescens</i>	Jilguero andino	Granívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	1800-3700
		<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero aliblanco	Granívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	500-3200
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	Insectívoro	Bandada mixta	0-3400
		<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina plumiza	Insectívoro	Grupo monoespecífico	2000-3600
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera	Insectívoro	Bandada mixta	0-3000
	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>	Monjita bogotana	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2700
		<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón común	Insectívoro	Pareja-Bandada mixta	0-2600
		<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo llanero	Omnívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	0-3000
		<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-3500

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	GREMIO TROFICO	ORGANIZACIÓN SOCIAL	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte común	Omnívoro	Solitario-Pareja	0-2800
	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Copetón	Granívoro	Solitario-Pareja	800-3600
	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	Pinchaflor flañuiblancu	Nectarívoro	Solitario-Pareja	1600-3100
		<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor común	Nectarívoro	Solitario-Pareja	2300-3800
		<i>Diglossa sittoides</i>	Picaflor canela	Nectarívoro	Solitario-Pareja	1300-3400
		<i>Sicalis flaveola</i>	Canario coronado	Granívoro	Solitario-Bandada mixta	0-2800
		<i>Sicalis luteola</i>	Canario sabanero	Granívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	0-2800
		<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2600
		<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2600
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-3400
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirra patinaranja	Omnívoro	Solitario-Grupo monoespecífico	1800-4000
	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Atrapamoscas boreal	Insectívoro	Bandada mixta	0-2800
		<i>Contopus sp</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
		<i>Elaenia parvirostris</i>	Elaenia piquicorta	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2800
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Tiranuelo gorgiblancu	Insectívoro	Solitario-Pareja	2600-3600
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas pechirrojo	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2700
		<i>Sayornis nigricans</i>	Atrapamoscas guardapuentes	Insectívoro	Solitario-Pareja	100-2800



ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	GREMIO TROFICO	ORGANIZACIÓN SOCIAL	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2800
		<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera	Insectívoro	Solitario	0-3200
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Sirirí migratorio	Insectívoro	Pareja-Bandada mixta	0-3200

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la siguiente figura se evidencia que la familia con mayor riqueza es, Tyrannidae con nueve (9) especies, seguido de Thraupidae, con siete (7) especies, estos registros concuerdan con algunos reportes de aves para Cundinamarca y Sabana de Bogotá donde estas dos son las familias más numerosas, la siguiente familia con mayor número de especie es Icteridae con cuatro (4) especies, los ictéridos son uno de los grupos filo-geográficamente más complejos (Cicero & Johnson 2002, Rheindt et al. 2008a, b) adicionalmente es considerado el grupo que tiene mayor número de especies en latitudes tropicales (Hilty & Brown, 2009), en Colombia se estima que esta familia está conformada por 41 especies (Avenidaño, y otros, 2020). Se observa que las demás familias están conformadas por entre una y tres especies, dentro de estas familias hay algunas familias de interés como Accipitridae y Strigidae, estas especies son predadores de alta dependencia, por su baja abundancia relativa y sus amplios rangos de acción, son sensibles a los cambios ambientales. Por ello son considerados como especies indicadores de biodiversidad y salud ambiental (Baladrón & Biondi, 2007).

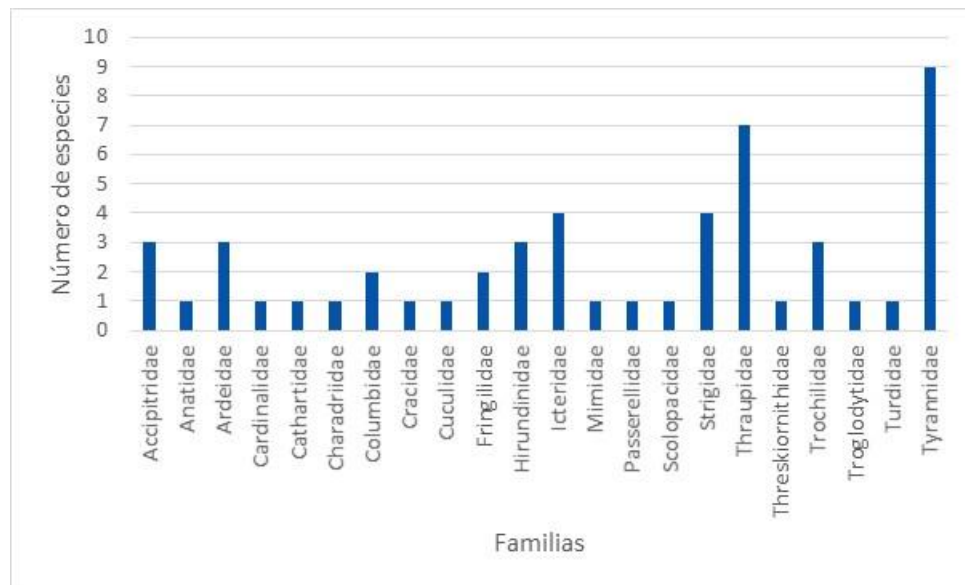
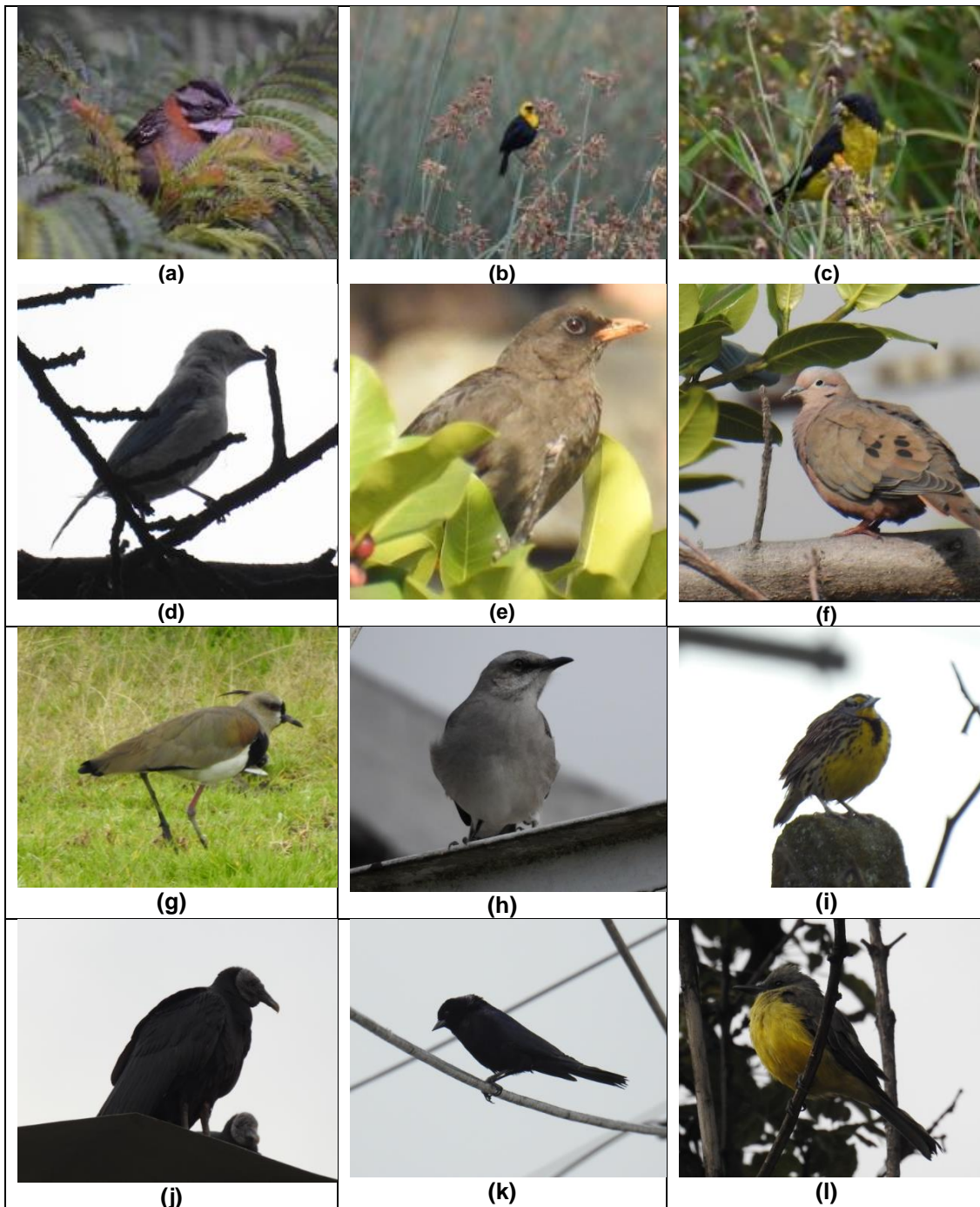


Figura 498 Número de especies de aves distribuidos por familia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Fotografía 82 se presenta el registro fotográfico de algunas de las aves observadas durante los diferentes muestreos de campo.



Copetón (*Zonotrichia capensis*), (b) Monjita pantanera (*Chrysomus icterocephalus*), (c) Jilguero aliblanco (*Spinus psaltria*), (d) Azulejo (*Thraupis episcopus*), (e) Mirla patinaranja (*Turdus fusca*), (f) Torcaza (*Zenaida auriculata*), (g) Pellar (*Vanellus chilensis*), (h) Sinsonte común (*Mimus gilvus*), (i) Chirlobirlo (*Sturnella magna*), (j) Chulo (*Coragyps atratus*), (k) Chamon (*Molothrus bonariensis*), (l) Siriri común (*Tyrannus melancholicus*)

Fotografía 82 Registro fotográfico de algunas especies de aves registradas en el AI

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como se detalla en la siguiente tabla, la especie con mayores abundancias y con presencia en los seis (6) WF fue *Columba livia*, con un total de 4405 individuos registrados presentando una mayor abundancia en los WFs 4 y 5 con 1344 y 1067 individuos respectivamente. La segunda especie más representativa fue *Zenaida auriculata* con 1650 individuos presente en los seis (6) WF de estudio. En la Figura 499 se grafican los resultados mencionados en donde se muestran las especies de aves con registros de abundancia mayores a 17 individuos.

Por otro lado, especies como *Dendrocygna autumnalis*, *Butorides striata*, *Coccyzus americanus*, *Piranga rubra*, *Diglossa albilatera*, *Lesbia nuna*, *Tyrannus tyrannus* tuvieron un solo registro a lo largo del estudio.

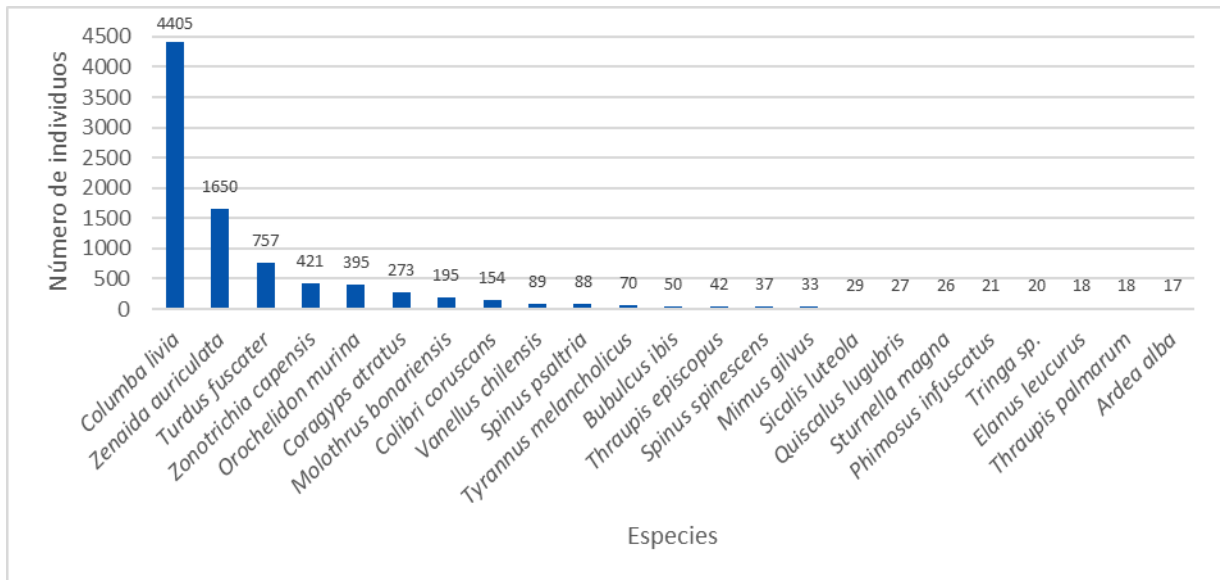


Figura 499 Número de individuos por especie de aves

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Es de resaltar que el WF 3 fue el WF en donde se registraron el mayor número de especies con 29, de las cuales dos (2) se registraron a través de entrevistas; sin embargo, el WF 4 es donde se obtuvo un mayor registro de individuos con 2203 pertenecientes a 21 especies, dentro de las cuales una (1) fue registrada por medio de entrevistas. El WF con menos número de especies e individuos registrados fue WF 6 con 11 especies y 864 individuos, los cuales corresponden principalmente a especies generalistas como *Columba livia*, *Turdus fuscater* y *Zenaida auriculata*.

Tabla 340 – Abundancia de avifauna por WF

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	WF						TOTAL
			WF1	WF2	WF3	WF4	WF5	WF6	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>			E		1		1
		<i>Elanus leucurus</i>	15	E	2	1			18
		<i>Rupornis magnirostris</i>		E	E		E		N/A
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>			1				1
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	17	E					17
		<i>Bubulcus ibis</i>	49	1	E				50
		<i>Butorides striata</i>		1					1
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	21	E					21
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio clamator</i>			E				N/A
		<i>Asio flammeus</i>	3						3
		<i>Megascops choliba</i>		E		E			N/A
		<i>Tyto alba</i>					E		N/A
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	106	10	113	18	20	6	273
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa sp.</i>	20						20
	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	82	E	4	3	E		89
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	171	400	726	1344	1067	697	4405
		<i>Zenaida auriculata</i>	223	592	399	269	141	26	1650
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>					E		N/A
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>			1				1
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	7	2	49	54	40	2	154
		<i>Lesbia nuna</i>					1		1
		<i>Lesbia victoriae</i>					2		2
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>		1					1
	Fringilidae	<i>Spinus spinescens</i>	8	11	4	2	6	6	37
		<i>Spinus psaltria</i>	22	15	23	5	19	4	88

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	WF						TOTAL
			WF1	WF2	WF3	WF4	WF5	WF6	
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>			1		3		4
		<i>Orochelidon murina</i>	146	8	99	85	57		395
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	8						8
	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>		6					6
		<i>Molothrus bonariensis</i>	19	47	51	63	13	2	195
		<i>Quiscalus lugubris</i>		20	1	6			27
		<i>Sturnella magna</i>	26						26
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	8		2	21	2		33
	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	107	56	99	85	62	12	421
	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>					1		1
		<i>Diglossa humeralis</i>					7		7
		<i>Diglossa sittoides</i>			1	3			4
		<i>Sicalis flaveola</i>		1			E		1
		<i>Sicalis luteola</i>	29						29
		<i>Thraupis episcopus</i>		20	4	16	2		42
		<i>Thraupis palmarum</i>	2	9		2	3	2	18
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	1						1
	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	19	78	185	200	173	102	757
	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>				2			2
		<i>Contopus sp</i>		2	1				3
		<i>Elaenia parvirostris</i>		2					2
		<i>Mecocerculus leucophrys</i>					9		9
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>			6		2		8
		<i>Sayornis nigricans</i>			E	4			4
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	17	13	8	20	7	5	70
		<i>Tyrannus savana</i>	1		E				1

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	WF						TOTAL
			WF1	WF2	WF3	WF4	WF5	WF6	
		<i>Tyrannus tyrannus</i>			1				1
<b>E: Registro por entrevista</b>									

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Especies migratorias

De acuerdo con la guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia (2012), se registraron 12 especies de aves migratorias, pertenecientes a cuatro (4) órdenes y seis (6) familias. Dentro de estas 12 especies se reportaron ocho (8) migratorias boreales y tres (3) especies migratorias australes; son consideradas como tales las especies que realizan una migración latitudinal, es decir, aquella en la que se presenta un desplazamiento de norte a sur (migración boreal) o de sur a norte (migración austral) como respuesta al ciclo de estaciones y que por lo tanto se manifiesta de manera cíclica (Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012). Algunas de estas especies tienen poblaciones residentes en Colombia (R) y en relación con el estatus de residencia de las especies identificadas, predominan las Invernantes No Reproductoras (INR) con seis (6) especies, seguido de Invernante con poblaciones reproductivas (IRP) con cinco (5) especies.

En lo referente a la especies migratorias australes, se registraron *T. savana* y *P. cyanoleuca* presentan migraciones del sur del continente americano generalmente durante el otoño a mediados de marzo hasta el mes de agosto (Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012). Ambas especies registradas presentan poblaciones reproductivas permanentes en el país, sin embargo en el caso de la especie, *Tyrannus savana* presenta poblaciones permanentes principalmente al occidente de los andes por lo que los visitantes de la parte oriental pueden ser principalmente migratorios australes (MA) (Hilty & Brown, 2009). También se registró al mosquero, *Pyrocephalus rubinus*, esta especie presenta migraciones desde el sur del continente, sin embargo, algunas guías describen a *P. r. rubinus* como subespecie migratoria pero únicamente en la el sureste Colombiano (Ayerbe, 2019).



Fotografía 83 *Pyrocephalus rubinus*

Fuente: Metro Línea 1, 2023

*B. platypterus* y *H. rustica*, presentan migraciones del norte del continente americano (MB) generalmente desde septiembre hasta abril, ambas son invernantes no reproductivas (Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012). *P. rubra* y *Contopus sp.* presentan migraciones del sur del continente



americano generalmente durante el otoño a mediados de marzo hasta el mes de agosto (Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012). Ambas especies registradas están descritas como transeuntes y residentes de invierno desde octubre hasta inicios de abril. Para la especie *E. parvirostris*, se trata de una especie invernante no reproductiva. Por otra parte se registro al genero tringa, las cuales son migratorias boreales (MB), estos residentes de invierno, se encuentran en el pais entre los meses de agosto hasta principios de abril (Hilty & Brown , 2019).







(a) *Buteo platypterus* (b) *Elaenia parvirostris* (c) *Contopus sp* (d) *Piranga rubra*



Fotografía 84 Especies de aves migratorias

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Tabla 341 – Especies de aves migratorias dentro del área de influencia

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	RUTA MIGRATORIA
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aliancho	MB/Inr	
<p><b>Rutas de migración</b></p> <p>Migración diurna aprovechando termales (alturas máximas registradas entre 5000-6400 m). Casi toda la población baja por Norteamérica hasta el sur de Texas, desde donde bordea el golfo de México y Centroamérica. Después de pasar por Veracruz, llegan al istmo de Tehuantepec, en donde la mayoría siguen por el lado Caribe hasta el golfo de Fonseca entre Honduras y El Salvador. Allí siguen por el lado Pacífico hasta las tierras bajas del noreste de Costa Rica, cruzan otra vez para el lado Caribe y continúan por el piedemonte de esta vertiente hasta Panamá, donde cruzan hasta el Pacífico a la altura del volcán Barú, antes de entrar al noroeste de Colombia por el Darién. Después de pasar por Colombia (la mayoría baja por la cordillera Central y Oriental antes de cruzar hacia el sureste), se dispersa desde el sureste de Colombia, noreste de Perú y oeste de Brasil hacia el este de la Amazonia. Las vertientes orientales de los Andes Bolivianos son importantes sitios de paso. Las distancias más largas recorridas son de hasta 8800 km por trayecto (Goodrich et al., 1996; Zalles y Bildstein, 2000; Haines et al., 2003; Bildstein, 2004; Márquez et al., 2005).</p>					
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco americano	MB/Irp	
<p><b>Rutas de migración</b></p> <p>Desde Norteamérica pueden migrar a través de Puerto Rico, pero una pequeña población se reproduce allí y puede ser residente todo el año (Kepler y Kepler, 1978). También usan la ruta centroamericana.</p>					
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa sp.</i>	Andarrios	MB	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	RUTA MIGRATORIA
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	MB/Irp	
	<p><b>Rutas de migración:</b> En otoño, a lo largo de la costa Pacífica, por todo Centroamérica (Kaufman, 1996; N.C. Wildlife Resources Commission, 2000). Las aves que se reproducen más al centro y hacia el este, pueden cruzar el golfo de México y continuar por Centroamérica, o bien desplazarse sobre las Antillas hasta el norte de Suramérica (N.C. Wildlife Resources Commission, 2000). En primavera solo se conocen dos rutas: una a lo largo de Centroamérica y otra desde la península de Yucatán, cruzando el golfo y arribando a unos 20 km de las costas del Mississippi, donde se congregan en la isla de Horn, para luego retomar el vuelo hacia el norte (Moore y Aborn, 1996; N.C. Wildlife Resources Commission, 2000). Los sitios de parada pueden variar año a año dependiendo de la presencia de masas de aire polar frío en cercanías a las costas en Campeche y Yucatán (Lowery, 1945).</p>				
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	MB/Irp	
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera	MA-R/Irp	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	RUTA MIGRATORIA
		<p><b>Cronología de la migración:</b> En Colombia se ha registrado entre principios de mayo y principios de octubre. En tierras bajas como en la Hacienda La Corocora, Meta, es común entre julio y agosto (Hilty y Brown, 1986). En Costa Rica se reporta que la población residente se ve aumentada por la llegada de migratorias provenientes de Suramérica entre mayo y septiembre (Elizondo, 2000).</p>			
	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamoscas pechirrojo	MA/Inr	
		<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera	MA-R/Irp	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	RUTA MIGRATORIA	
		<p>Cría desde el sur de México hasta el centro de Argentina y Paraguay (Hilty y Brown, 1986), pasando por las Antillas Holandesas, Barbados, Bolivia, Brasil, Belice, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, las Malvinas, Granada, Guyana Francesa, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela (Bird Life International, 2008). Las poblaciones migratorias del sur de la subespecie <i>Tyrannus savana savana</i>, invernán en el norte y oriente de los Andes hasta Colombia, Venezuela, Guyanas y Trinidad. Se cree que las aves de Centroamérica de la subespecie <i>Tyrannus savana monachus</i>, migran al norte de Suramérica (Hilty y Brown, 1986).</p>				
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Sirirí migratorio	MB/Inr		
		<b>Rutas de migración:</b> Migra por México y Centroamérica				
		<i>Contopus cooperi</i>	Atrapamoscas boreal	MB/Inr		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	RUTA MIGRATORIA	
		<p><b>Rutas de migración:</b> sus principales rutas de migración están a lo largo de los bosques en Norte y Centroamérica (Bent, 1942). Parece cruzar Centroamérica, aunque hay registros de aves que han cruzado directamente el golfo de México, y registros de algunos individuos errantes en el Caribe, la especie presenta una marcada fidelidad a los cuarteles de invierno, a los que regresa año tras año (BirdLife International, 2006).</p>				
		<i>Contopus sp.</i>	Atrapamoscas	MB/Inr		
		<i>Elaenia parvirostris</i>	Elaenia piquicorta	MA/Inr		
		<p>Cría en el este de Bolivia, Argentina, Paraguay, Uruguay y sureste de Brasil (Hilty y Brown, 1986). Inverna al norte de Suramérica, este de los Andes, ha sido registrada en Trinidad (Hilty y Brown, 1986).</p>				
<p><b>Tipo de migración:</b> MA: Migración austral y MB: Migración boreal. Algunas especies tienen poblaciones residentes en Colombia, se denotan con R. INR: Invernante no reproductivo, IRP: Invernante con poblaciones reproductivas</p>						

Fuente: Mapas: IUCN, 2021-3. Tipo de migración: Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012 adaptado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Categoría trófica

El gremio trófico de cada especie fue establecido basado en el recurso principal de su dieta ((Castaño Villa, 2001) y (Castaño & Patiño, 2000)), por ello es importante tener en cuenta que algunas especies hacen uso otros recursos lo cual depende de la disponibilidad de este. Para el grupo de avifauna se registraron ocho (8) categorías tróficas (Figura 500), lo que sugiere una amplia diversidad de recursos ofrecidos en el área que son aprovechados por las aves.

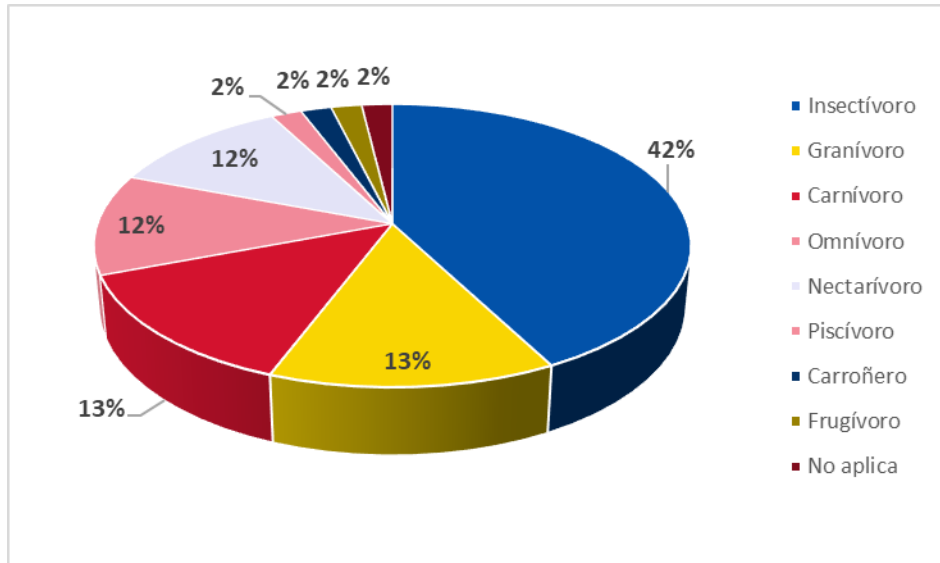


Figura 500 Categorías tróficas de las aves en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El gremio trófico con mayor representatividad en el área de estudio es el de las aves insectívoros con el 42,30% (22 especies) del total de las especies, las cuales pertenecen principalmente al orden Passeriformes; los insectívoros cumplen un rol en el ecosistema al ser controladores biológicos de especies de insectos con altas tasas reproductivas como dípteros, odonatos, himenópteros y coleópteros, de allí su importancia en el área (Fotografía 86). Esta riqueza de aves insectívoras en parte se debe a las condiciones del hábitat en el cual fueron registradas, pues esta presenta potreros de sabana en las cuales se encuentra una gran diversidad de insectos que sirven de alimento para este tipo de aves, otra ventaja de este grupo es que presenta diversas adaptaciones de acuerdo a su anatomía, permitiendo explotar los recursos del ecosistema de diferentes formas, puede ser en vuelo como es el caso de los mosqueteros (Tyrannidae) y golondrinas (Hirundinidae) o de forma directa sobre el suelo como las especies *Molothrus bonariensis*, *Vanellus chilensis* y *Sturnella magna* quien busca alimento en el suelo o en la vegetación baja, a veces sondeando con su pico. Esta especie, por ejemplo, se alimenta principalmente de insectos (Orthoptera, Lepidóptera y Coleóptera), arañas y lombrices de tierra y ocasionalmente de lagartos, carroña de pequeños mamíferos, aves muertas en carretera, semillas y bayas cuando su alimento principal escasea (ICESI, 2022).



Fotografía 85 Chirlobirlo (*Sturnella magna.*) - Especie Insectívora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El segundo gremio más representativo corresponde a los granívoros con siete (7) especies (13%). Estas fueron principalmente observadas sobre los suelos con pastos, productores de grandes cantidades de pequeñas semillas que sirven de alimento para las aves granívoras. Estas aves ingieren semillas que son liberadas por medio de sus excretas, teniendo consecuencias potencialmente importantes para el éxito de dispersión de semillas y/o polinización de la flora cumpliendo un rol importante en la regeneración y sostenimiento de los ecosistemas (Herrera, 2002).



Fotografía 86 Canario sabanero (*Sicalis luteola*) - Especie granívora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Una de las especies observadas pertenecientes a este gremio, es *Sicalis luteola* (Canario sabanero) quien se alimenta principalmente de semillas cuando el recurso está disponible. Esta especie puede alimentarse de igual manera de insectos y frutos, participando en procesos de dispersión de semillas y contribuyendo a la regeneración de hábitats.



De igual forma, el gremio carnívoro presentó siete (7) especies, representados por los órdenes Accipitriformes y Strigiformes, son importantes para el control de otras poblaciones de fauna silvestre, entre esas algunas consideradas plagas.



Fotografía 87 *Elanus leucurus* - Especie carnívora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Los gremios nectarívoro y omnívoro representan el 12% cada uno, estos últimos son de gran importancia en los ecosistemas debido a su capacidad de aprovechar una gran cantidad de recursos alimenticios (frutos, insectos, hojas, raíces, carne) pueden hacer uso de una gran cantidad de hábitats; por su parte, los nectarívoros contribuyen con la polinización lo que está relacionado con la regeneración natural de las coberturas vegetales, su estructura y diversificación (Bascompte & Jordano, 2008).



Fotografía 88 Especies omnívoras, Izquierda: *Turdus fuscater* –  
Derecha: *Quiscalus lugubris*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Fotografía 89 Especie nectarívora – *colibrí corunscans*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Los gremios menos representativos fueron piscívoro, carroñero y frugívoro con una especie cada uno. Los carroñeros de la familia Cathartidae (*Coragyps atratus*), contribuyen al reciclaje de nutrientes en distintos hábitats (Deng & Yimam, 2020).



Fotografía 90 Especie carroñera - *Coragyps atratus*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Organización social

Esta se estableció a partir de lo propuesto por (Castaño G., Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de la Guajira con fines de conservación., 2001) que la clasificó de la siguiente forma: Grupo monoespecífico (G), Pareja (P), Pareja-Grupo monoespecífico (P-G), Solitario (S), SolitarioBandada Mixta (S-B), Solitario-Grupo monoespecífico (S-G) y Solitario-Pareja (S-P). El Grupo monoespecífico corresponde a aves grupales que pertenecen a la misma especie y bandada mixta se refiere a aves grupales que pertenecen a diferentes especies. Esta variable se calificó por medio de la observación directa en el campo y se complementó con consultas bibliográficas (Castaño & Patiño, 2000) (Hilty & Brown, 2009).

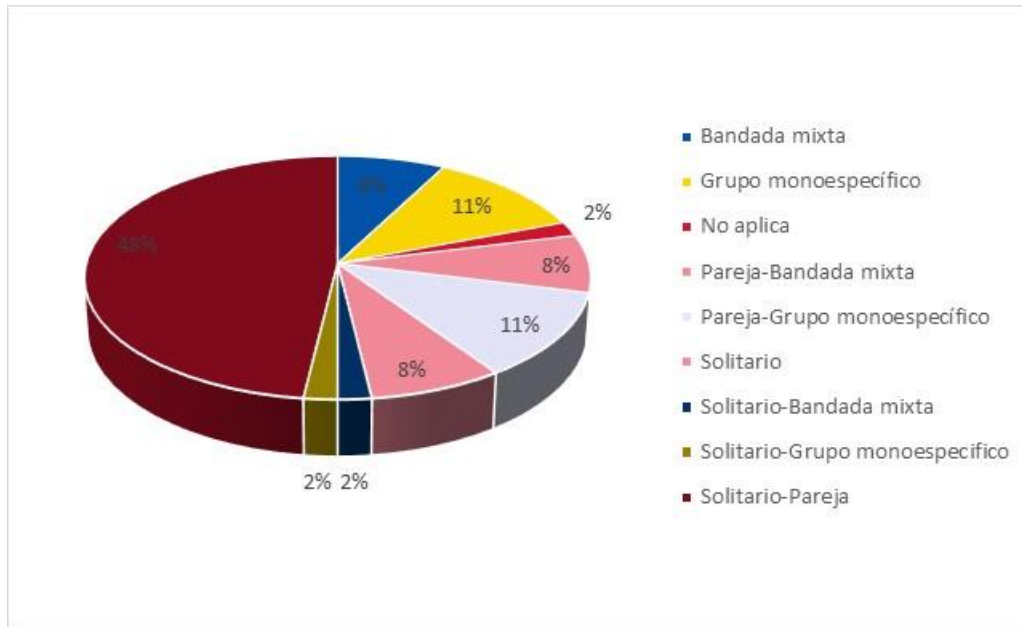


Figura 501 Organización social de la avifauna registrada

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Acorde con los resultados registrados, se evidenció que la mayoría de las especies son de hábitos solitarios o en pareja (48%) correspondientes a 25 especies entre estos se encuentran las aves rapaces registradas (Accipitridae y Strigidae) y algunas otras como, *Sturnella magna*, *Tyrannus melancholicus* y *Mimus gilvus*.



Fotografía 91 Pareja de *Mimus gilvus*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El siguiente grupo que registro mayor número de aves fueron las aves de hábitos en pareja o grupos monoespecíficos (P-G) (11%) o solo grupos monoespecíficos es decir aves que con muy baja frecuencia

fueron observadas solitarias o en pareja, algunas de estas son *Columba livia*, *Zenaida auriculata*, *Quiscalus lugubris*, con seis (6) especies que igualmente representan un 11% del total de especies registradas.



Fotografía 92 Grupo monoespecífico de *Zenaida auriculata*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En menor porcentaje se encuentran las aves de hábitos sociales en bandadas mixtas (B), en este grupo están las especies de golondrinas, *Pygochelidon cyanoleuca* y *Orochelidon murina*, las cuales se registraron volando en conjunto.

Finalmente, el grupo que registro menor número de especies de aves fue el Solitario-Bandada mixta y Solitario-Grupo monoespecífico con una especie cada uno.

#### ► Uso de hábitat

El hábitat con mayor representatividad son los Parques urbanos, donde se registraron 39 especies de aves, esto puede deberse a que este hábitat en particular presenta cierta heterogeneidad en cuanto a sus coberturas vegetales, pues predominan los potreros con pastizal bajo y alto, que favorece la presencia de especies poco frecuentes como aves rapaces, y con preferencia por áreas abiertas, como *Bubulcus ibis*, *Sturnella magna*, *Vanellus chilensis*, de igual forma la mayoría de los parque urbanos presentan arboles de diferentes especies, formas y tamaños que sirven de alimento, descanso y refugio para las aves.



Fotografía 93 *Vanellus chilensis* en pastizal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El siguiente hábitat con mayor número de especies fue Ciudad capital, con 22 especies, una de las razones por la cual este hábitat puede albergar un considerable número de especies con respecto a otros hábitats, puede deberse a su extensión, pues esta cobertura estuvo presente con mayor frecuencia durante las observaciones, sin embargo, también tiene una importante arborización que le sirve a las aves para el descanso, refugio, anidación etc. Por otra parte, algunas aves con alto grado de adaptación a ambientes urbanos fueron registrados con frecuencia en este ambiente, *Columba livia*, *Zenaida auriculata* y *Turdus fuscater*,

El siguiente hábitat con mayor número de especies fueron las rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas con 21 especies; esto demuestra la importancia de estas zonas para las aves, algunas de las aves registradas son de áreas abiertas las cuales habitan y se desplazan a lo largo de la ronda del río, como *Ardea alba*, *Bubulcus ibis* y *Vanellus chilensis*.

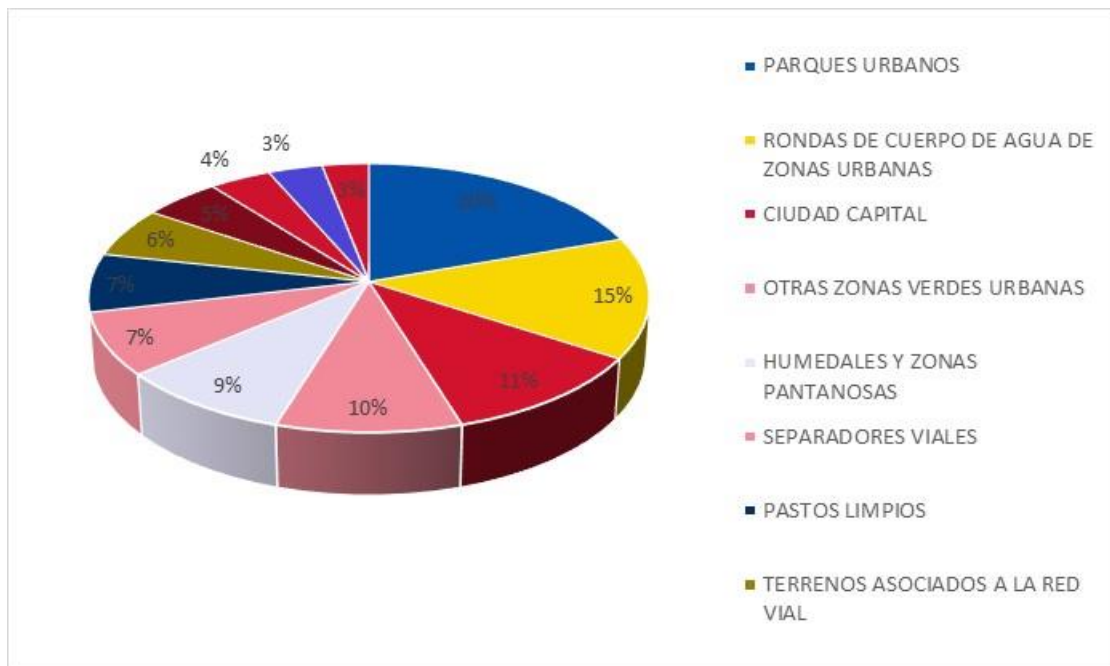


Figura 502 Porcentaje de aves en cada una de las coberturas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por otro lado, en el hábitat humedal y zona pantanosa, se registraron 13 especies de aves (Figura 502); sin embargo, se resalta que esta es una de las zonas con menor extensión (únicamente presente en WF 2) y de gran importancia para aves acuáticas, adicional a esto, este fue el único hábitat donde se registraron la garcita rayada (*Butorides striata*) y la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*), la cual es endémica para Colombia.



Fotografía 94 Monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*) en junco de zona de humedal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el hábitat de separadores viales, se registraron 15 especies. Todas estas fueron especies comunes (*Columba livia*, *Zenaida auriculata* y *Turdus fuscater*, *Zonotrichia capensis*) las cuales fueron frecuentemente registradas y se observaron utilizando estas zonas para forrajeo, descanso y como sitios de anidamiento.

Por otro lado, los Terrenos asociados a la red vial, en donde se registraron 12 especies de aves, provee a las especies diversas especies forestales con respecto a los demás hábitats, y con ello recursos como refugio, sitios de anidación y alimento. La avifauna registrada utilizó el hábitat para el forrajeo, como sitios de percha para descansar y reproducción.

► Endemismos y especies en algún grado de amenaza

Basado en la guía de aves de Colombia (Ayerbe, 2019) para el área de estudio se registra a la monjita pantanera (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*) con poblaciones aisladas en el altiplano cundiboyacense de la cordillera oriental, tratándose de una subespecie endémica. Esta especie se registró únicamente en el WF 2 en el sector correspondiente al humedal la vaca.

Por otro lado, con respecto a las especies vulnerables no se registró ninguna especie en las categorías de amenaza a nivel nacional (Resol. 1912, 2017) y global, (UICN, 2021-2) sin embargo, las especies *Sturnella magna* y *Contopus cooperi* se encuentran incluidas en las listas de la UICN como especies casi amenazadas (NT). En cuanto a especies CITES se registraron nueve (9) especies incluidas en el Apéndice II seis (6) especies de aves rapaces de las familias Accipitridae, Strigidae, y tres (3) especies de colibríes (Trochilidae), donde se incluyen especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se haga un control estrictamente sobre su comercio, también incluye las "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. Por último, se registró una única especie presente en el apéndice III donde figuran las especies incluidas a solicitud

de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados, esta fue *Dendrocygna autumnalis* (Tabla 361).



Fotografía 95 Especie en Apéndice III de CITES (*Dendrocygna autumnalis*-Pato pisingo)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 342 – Especies de aves dentro del área de influencia incluidas en alguna categoría de amenaza.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN	Res 1912/2017	Libro Rojo de aves de Colombia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	II	LC	-	-
		<i>Elanus leucurus</i>	II	LC	-	-
		<i>Rupornis magnirostris</i>	II	LC	-	-
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	III	LC	-	-
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	II	LC	-	-
		<i>Lesbia nuna</i>	II	-	-	-
		<i>Lesbia victoriae</i>	II	-	-	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio clamator</i>	II	LC	-	-

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	CITES	UICN	Res 1912/2017	Libro Rojo de aves de Colombia
		<i>Asio flammeus</i>	II	LC	-	-
		<i>Megascops choliba</i>	II	LC	-	-
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	-	NT	-	NT
	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	-	NT	-	

Categorías de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2021-2) y Resolución 1912 de 2017- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Deficientes. CITES I: mayor grado de peligro; II: no están necesariamente en amenaza de extinción; III: especies comercio está reglamentado y que necesita la cooperación de los países para evitar la explotación insostenible o ilegal.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Fotografía 96 Especie en Apéndice II de CITES *Asio flammeus*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

► Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas

Durante los recorridos de campo se registró la especie *Columba livia* (paloma de plaza), quien es reconocida en el ámbito global como invasora. El tipo de introducción de la paloma *C. livia* fue intencional y se considera de alto riesgo (valor de riesgo 3,7). Sus efectos abarcan desde el deterioro de edificios por excretas (impactos económicos) hasta la transmisión de enfermedades a seres humanos (impactos a la salud pública) y a especies de aves nativas (impactos ambientales) (Baptiste, *et al*, 2010).





Fotografía 97 Especie invasora *Columba livia* en Parque Tercer  
Milenio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

► Zonas de importancia para las aves

Dentro del área de estudio, específicamente 2,8 km correspondientes al WF1 y WF2 se superponen con el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá (Figura 512), el cual está localizado en la zona urbana de la ciudad de Bogotá, y es identificado a nivel mundial con el código CO080.

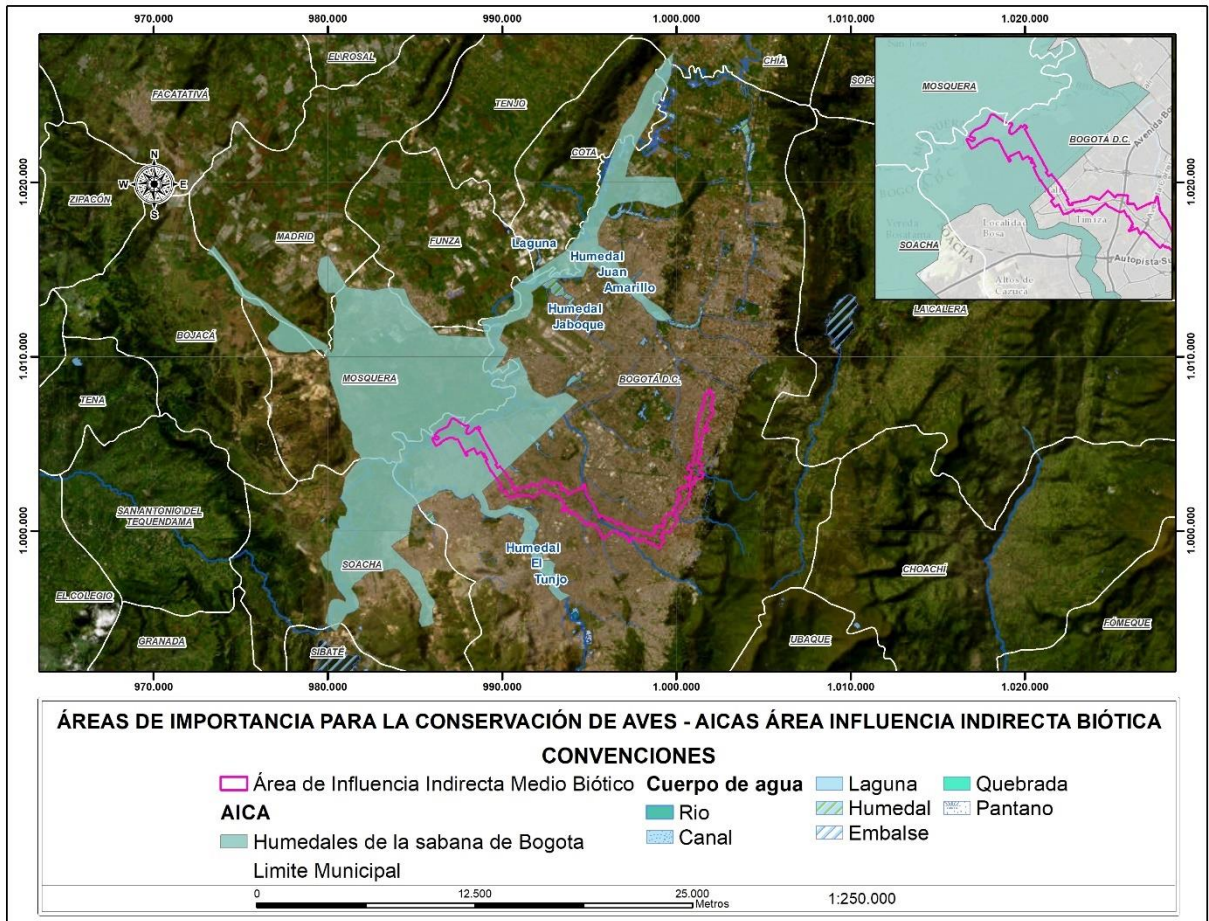


Figura 503 Intercepción del AICA Humedales de la Sabana de Bogotá en patio taller, WF 1 y WF 2

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Un AICA se define como un Área Importante para la Conservación de las Aves en Colombia y el Mundo o Important Bird Area (IBA) en inglés, y se identifica con base en criterios técnicos que consideran la presencia de especies de aves que de una manera u otra son prioritarias para la conservación (Matalla & Areiza, s.f.), el AICA es una figura que no pertenece SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) pero hace parte de las Estrategias Complementarias de Conservación (ECC), debido a que tienen una importancia significativa para la supervivencia de especies migratorias, amenazadas, endémicas, y/o restringidas a ciertas áreas.

Las AICA se establecen a partir de una serie de criterios internacionales previamente acordados y que son aplicados de manera estándar en todo el mundo, estas se identifican a partir de información obtenida localmente, usando criterios científicos internacionalmente estandarizados. El AICA Humedales de la Sabana de Bogotá está dentro del criterio A1. Especies globalmente amenazadas, el cual refiere que el sitio alberga un número significativo de especies amenazadas a nivel mundial.

Este AICA está conformado por humedales (60%), matorrales (19%) y potreros (20%). Sin embargo, casi la totalidad de sus alrededores son zonas urbanas o zonas fuertemente intervenidas. Se puede afirmar que el AICA es una isla en medio de la ciudad de Bogotá (BirdLife International, 2021). Puntualmente, el sector que se superpone en WF1 y WF2 corresponde principalmente a una zona de pastizales y tejido urbano.

Por otro lado, es importante resaltar que durante los recorridos de campo las siete (7) especies incluidas dentro de la siguiente tabla solo fueron avistadas en el sector que se intercepta con el AICA. Estas especies están distribuidas en los Ordenes Strigiformes, Charadriiformes y Passeriformes.

Tabla 343 – Especies de aves registradas en el AICA

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Búho sabanero
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa sp.</i>	No aplica
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común
	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta sabanera
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera
	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara palmera

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El buho sabanero (*Asio flammeus*) es una especie que habita en áreas abiertas como potreros, sabanas, anida sobre el suelo, y su reproducción está condicionada por la disponibilidad de presas y por la presencia de espacios abiertos (Lockie 1955, Clark 1975, Lawton y Bowman 1986, Korpimaki y Norrdahl 1991). Así mismo, dentro de las especies avistadas en el AICA, se encuentra la *Tringa sp.*, migratoria boreal y las especies *Tyrannus savana*, *Pygochelidon cyanoleuca* las cuales son aves migratorias australes, con poblaciones reproductivas permanentes en el país, son especies distintivas de sabanas y áreas abiertas.



Fotografía 98 Especies registradas en el AICA Izquierda: *Asio flammeus*. Derecha: *Sturnella magna*

Fuente: Metro Línea 1, 2023

#### 5.3.3.2.3 Herpetofauna

► Estructura de la comunidad de herpetofauna identificada en campo

Para la comunidad de herpetos en el área de influencia se reporta una especie de anfibio (*Dendropsophus molitor*) por medio de registros bioacústicos y una especie de reptil registrada por entrevistas informales (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001 \_A08 / 8.3). Mediante el método de Encuentro Visual Azaroso (VES) no fue posible registrar individuos de la especie *Dendropsophus molitor*, estos se pudieron registrar de manera acústica, tal como se describe a continuación.



Fotografía 99 Rana sabanera (*Dendropsophus molitor*)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

Con el método bioacústico, de los 56 puntos tomados, en tres (3) se obtuvo registro de cantos pertenecientes a la rana sabanera *D. molitor*; todos los registros se obtuvieron en el humedal La Vaca,

presentando un patrón de canto cuya frecuencia dominante es de  $1.9 \pm 0.2$  kilohertzios (kHz); tiene una duración de 120 milisegundo (ms); con intervalos de  $401 \pm 63$ , emitiendo 2 cantos por segundo (Ver siguiente figura). El registro de cantos se encontraba asociado a la vegetación acuática, cuerpo de agua y pastizales, dado por la disponibilidad alimenticia y de refugio en esta cobertura; características que concuerdan con lo descrito para la especie *Dendropsophus molitor* (Guarnizo, Armesto, & Acevedo, 2014). Es importante mencionar que las señales acústicas emitidas por animales dan información sobre su presencia en un lugar y tiempo determinado (Sousa-Lima et al., 2013), lo que permite que los monitoreos acústicos puedan ser una herramienta útil para estudiar la biodiversidad en diferentes escalas y a través del tiempo (Pijanowski et al., 2011; Aide et al., 2013; Deichmann et al., 2018).

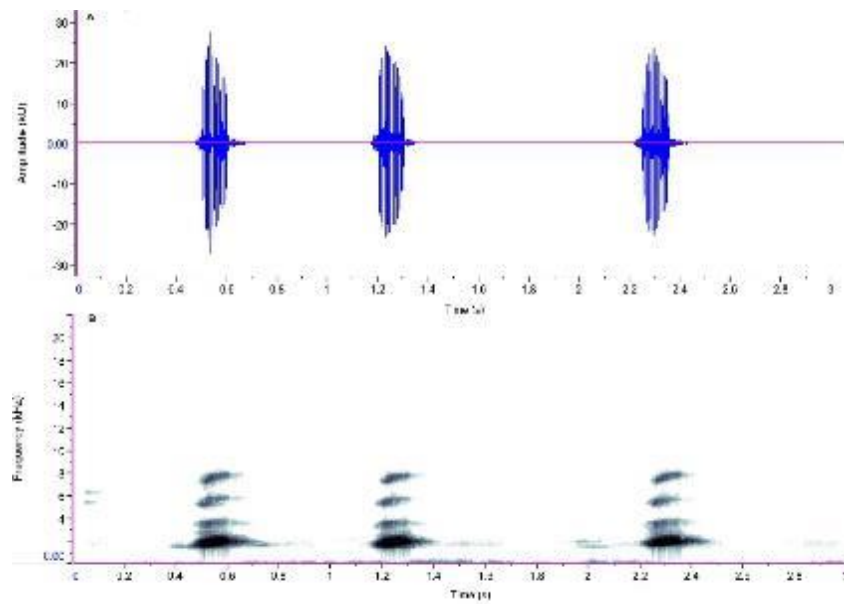


Figura 504 Oscilograma (A) y espectrograma (B) bioacustico de *Dendropsophus molitor* en el área de influencia.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El fragmento del humedal la Vaca localizado en WF2 presenta una baja diversidad de especies de herpetofauna, lo cual puede ser debido a la contaminación ya que la cuenca hidrográfica se encuentra en continuo desarrollo, con una urbanización del 90% de su superficie, incrementando de esta manera la esorrentía de desechos y aguas negras contribuyendo a los problemas de sedimentación. La consecuencia de esta invasión son las limitadas especies vegetales nativas registradas mediante información secundaria como botoncillo (*Bidens laevis*), barbasco (*Polygonum sp.*) y sombrilla de agua (*Hydrocotyle rannunculoides*), disminuyendo el potencial para su restauración clasificándose en la categoría más baja en términos de mantenimiento de poblaciones de fauna (Barbosa, 2015), lo cual concuerda con las entrevistas en donde no se reportan especies diferentes a las esperadas según la información secundaria.

Por otro lado, mediante entrevistas informales con la comunidad se obtuvo en los WF2, 3 y 4 reporte de una (1) especie del orden Squamata; Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*), presente en los pastizales de parques cuando hay mayor radiación solar.



Fotografía 100 Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*)

Fuente: Metro Línea 1, 2023

A continuación, se realiza una descripción desde Orden hasta especie de las dos (2) especies de herpetos reportadas para el área de estudio.

- ▶ **Orden Anura:** Las ranas y los sapos son el grupo de fauna que presenta una mayor diversidad, en Colombia se cuenta con 776 especies representado el 93% de anfibios registrados, La distribución de familias entre las regiones naturales es relativamente homogénea. Mientras que por géneros se encuentra la mayor parte en la región Amazónica (48) géneros con respecto a los 37 y 33 en la región Andina y Pacífica. Sin embargo, la distribución de especies la región Andina alberga la mayor riqueza (485) triplicando el número de especies en la región Amazónica (158) y Pacífica (154) (Galeano, Urbina , Alfonso, & Rivera, 2006). Los requerimientos fisiológicos, la disposición y/o abundancia de recursos, además, de las coberturas vegetales y sus características físicas influyen en su distribución debido a su dependencia con sus microhábitats (Bahamón, Martínez , & Pescador, 2019).

Se caracterizan por tener cuerpos cortos y compactos, cabezas grandes y con cuatro extremidades bien desarrolladas. Pocas especies superan los 50 mm de longitud (rostro-cloaca) en cuanto a su piel, es bastante permeable al agua siendo importante para el intercambio de gases entre el animal y el ambiente, de igual manera, es importante por la presencia de glándulas cutáneas localizadas principalmente en la región dorsal del cuerpo, cumpliendo la función de lubricar la piel para evitar la excesiva pérdida de líquidos corporales y secretar sustancias tóxicas como un mecanismo de defensa (CORTOLIMA, 2003). Por otro lado, su componente ecológico es uno de los más importantes en los ecosistemas, consistiendo en la depredación de una gran variedad de insectos

consideradas plagas o transmisores de enfermedades y en su fase de renacuajos controladoras de algas (Martín & Rodríguez , 2017).

► **Familia Hylidae:** Las ranas arborícolas se encuentra especialmente representado en el Nuevo Mundo registrando 900 especies a nivel mundial. Esta familia se considera de una de las más diversificadas en Colombia ocupando todos los ambientes, desde áreas subxerofíticas hasta paramos con un total de 133 especies (Acosta, 2020).

Se identifican por tener ojos grandes con largas extremidades, los extremos de los dedos dilatados en una almohadilla que les ayuda a sujetarse de la vegetación, su piel es generalmente lisa con colores muy llamativos. Presentan una alta variedad de reproducción y desarrollo, que va desde huevos puestos en agua hasta otros nidos construidos en las hojas de los árboles (Weiler, 2014).

► ***Dendropsophus molitor*:** La rana andina se encuentra en la cordillera oriental de Colombia, se distribuye en los departamentos de Meta, Santander y Cundinamarca, entre los 2000 a 3600 m.s.n.m. Se encuentra catalogada por la UICN (Unión internacional de conservación de la naturaleza) como Preocupación Menor (LC), en cuanto a el libro rojo de anfibios en Colombia y la Resolución 0192 de 2014 no se encuentra incluido, debido a su amplia distribución y tolerancia a diferentes hábitats, siendo poco probable que disminuya suficientemente rápido. Esta especie se encuentra condicionada a cuerpos de agua (naturales o artificiales), sin embargo, al ser una especie que tienen amplias adaptaciones se puede observar en pastizales y jardines, además de estar en zonas urbanas e intervenidas como potreros, bordes de carretera y centros poblados (CAR, 2018).

La morfología de la rana andina presenta variaciones, se han registrado organismos desde los 29 a los 55 mm, esto depende de la distribución geográfica, ya que las poblaciones de mayores elevaciones (>3000 m.s.n.m.) pueden alcanzar tres veces la longitud rostro-cloacal de poblaciones a menores elevaciones (<2000 m.s.n.m.). Se caracteriza por presentar diferentes patrones de coloración, dependiendo de los factores climáticos y niveles hormonales, sus ojos son de tamaño pequeño sin prominencias, los dientes son vomerinos ubicados en dos series. Las extremidades posteriores presentan una membrana menos de la mitad del tamaño. Tienen hábitos heliotérmicos, termoregulándose en áreas abiertas durante el día, se encuentra en grupos dentro de un mismo hábitat. Su reproducción se lleva en cuerpos de agua lenticos poco profundos, rodeado de pastizales y arbustos (Guarnizo, Armesto, & Acevedo, 2014).

Se han reportado infecciones por *Batrachochytrium dendrobatidis* en el departamento de Cundinamarca, siendo un patógeno de mortalidad masiva para estos organismos que pueden causar la disminución drástica de la especie. Asimismo, la introducción de la rana toro *Lithobates catesbeianus* se puede considerar una amenaza para la especie, debido a la competencia por territorio e incluir a *D. molitor* en su dieta (CAR, 2018).

- ▶ **Orden Squamata:** Los reptiles escamosos (lagartijas, serpientes, lagartijas lombrices) son el grupo más diverso a nivel mundial, su morfología es bastante variada, como sus hábitos de vida encontrándose desde desiertos hasta mares costeros tropicales. En Colombia es uno de los órdenes más importantes dentro de los reptiles, registrando 432 especies representadas en el 94%. Su distribución de especies sobresale la región Andina con 25 especies, seguido por la región Caribe con 11 especies y la región Pacífica con 9 especies (Paez, Molina, Arredondo, & Restrepo, 2006).

De este orden se separan tres grandes grupos; (1) los sauros se caracteriza por tener un cuerpo alargado, las lagartijas presentan 4 extremidades, aunque en algunas especies pueden estar reducidas o ausentes; la cola es generalmente larga y prensil en algunas especies; (2) las serpientes presenta cuerpo cilíndrico y alargado, carecen de extremidades, solo algunas especies tiene un vestigio de extremidades posteriores junto a la cloaca; (3) Amphisbaenia tiene cuerpo cilíndrico alargado y delgado, no presenta extremidades, cabeza pequeña con ojos muy atrofiados y hábitos fásoriales (Castro-Herrera, 2008). En cuanto a su rol ecológico, este orden es importante ya que son depredadores de invertebrados y pequeños vertebrados regulando estas comunidades que son considerados plaga y/o transmisores de enfermedades para los humanos (Paez, Molina, Arredondo, & Restrepo, 2006).

- ▶ **Familia Colubridae:** La familia Colubridae es bastante diversa pues a nivel mundial existen cerca de 287 géneros y 1800 especies, siendo la familia más representativa dentro de las serpientes con casi dos tercios de los ofidios del mundo. todos los miembros de la familia Colubridae tienen características en común como: una mandíbula inferior muy flexible carente de un hueso coronoides; no hay residuos de la estructura pélvica; no presenta dientes premaxilares; pulmón izquierdo vestigial o ausente; escamas ventrales agrandadas presentes y sin hueso prefrontal. Es pertinente destacar también que los colúbridos carecen de una cola comprimida en forma de remo y de colmillos acanalados, a excepción de las especies opistoglifas. La diversidad de géneros, el paralelismo en características adaptativas asociadas con diferentes papeles ecológicos específicos y la morfología simplificada de colúbridos, son situaciones que dificultan agrupar a los géneros en subdivisiones significativas (Murillo-Moreno & Trivas-Lara, 2006).

1. SubFamilia Dipsadinae: Esta subfamilia es una de las que presenta mayor distribución en el mundo, encontrándose desde América hasta India, tiene 96 géneros representados en más de 700 especies. A pesar de representar el 22% de fauna a nivel mundial, esta familia no presenta ningún peligro para los humanos a excepción de algunas especies que no se encuentran en Colombia (Huertas & Rey, 2018).

Estas serpientes son de tamaño pequeño, no supera los 500 mm de longitud. Su coloración en el dorso puede ser pardo o rojizo oscuro, con líneas oscuras rojizas longitudinalmente, el vientre es de color crema amarillento con orillas ligeramente pigmentadas. La cabeza es alargada y casi cónica, presenta una cola corta con respecto al largo de su cuerpo y ojos



pequeños. Se diferencian por presentar un colmillo más grande que los otros dientes, acanalado y no retráctil en la parte superior de la maxila, otro carácter es la presencia del pulmón izquierdo, en cambio el pulmón traqueal puede estar presente no (Huertas & Rey, 2018)

- ▶ ***Atractus crassicaudatus***: La serpiente sabanera es endémica de Colombia, se distribuye en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Meta, entre los 2000 a 3200 m.s.n.m. Es relativamente común encontrarse en la sabana de Bogotá y en áreas con intervención antrópica. Se encuentra clasificado por UICN (Unión internacional de conservación de la naturaleza) en Preocupación Menor (LC), debido a que su población se ha mantenido estable (CAR, 2018), sin embargo, Paternina y Capera sugieren catalogarla como Datos Insuficientes (DD) ya que no existe datos adecuados o mucha información del efecto de las amenazas que tiene esta especie. Habita generalmente en ambientes húmedos en cercanías a cuerpos de agua (artificiales y naturales), pero también se pueden observar en pastizales, debajo de rocas, concreto, jardines, material vegetal acumulado y es común en obras civiles (Paternina & Capera, 2017).

Esta especie presenta un tamaño pequeño no superando los 440 mm de longitud, presenta una gran variabilidad en patrones de coloración, se caracteriza por tener 6 escamas supralabiales, 7 infralabiales de las cuales 3 tienen contacto con las mentonianas y es frecuente la presencia de la banda postrorbital de color crema. *A. crassicaudatus* es solitaria, con hábitos crepusculares o nocturnos, su dieta es carnívora, alimentándose de lombrices de tierra, artrópodos y otros invertebrados que se encuentre en su microhábitat. En cuanto a su reproducción es ovípara, las hembras depositan sus huevos debajo de piedras, troncos caídos y bajo tierra en los meses de octubre y enero, presentando una longitud entre 28 a 30 mm de longitud y de ancho de 11 a 16 mm (Paternina & Capera, 2017).

Algunos factores que desequilibran las poblaciones para esta especie son: (1) la destrucción de hábitat, principalmente en las ciudades o cerca de asentamiento humanos; (2) los potenciales cambios que presenta su nicho, debido al cambio climático que esta presentado el planeta; (3) la perspectiva negativa que tiene con los humanos, que termina en el sacrificio de los individuos (Paternina & Capera, 2017).

- ▶ Categoría trófica

En esta comunidad la especie de anfibio *D. molitor* es insectívora, se alimentan principalmente de insectos pequeños y una gran variedad de invertebrados como pulgas de agua (*Daphnia*) y mosca del estiércol (*Scatophaga stercoraria*) (Luddeck. & Bernal 2003); esta especie tiene una gran importancia biológica dado que son activos consumidores de insectos ayudando a controlar estas poblaciones con altas tasas reproductivas y a su vez evitan la transmisión de enfermedades ya que reducen las

poblaciones de estos vectores; así mismo son presas de otros animales como aves, serpientes y mamíferos (Rangel, 2011).

Por otro lado, la serpiente sabanera es una especie carnívora alimentándose de lombrices de tierra, artrópodos y otros invertebrados que se encuentre en su microhábitat, la presencia de esta especie carnívora sugiere que juegan un papel fundamental en el control de otras especies de las cuales se alimentan.

► Endemismos y especies en algún grado de amenaza

En el área de influencia está presente una (1) especie endémica perteneciente al orden Anura que corresponde a la Rana andina (*Dendropsophus molitor*) clasificada por la UICN red list como preocupación menor (LC). Por otro lado, para reptiles está presente (1) especie endémica perteneciente al orden Squamata, que corresponde a la Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*) con una clasificación por la UICN como preocupación menor (LC) (Ver siguiente tabla).

Tabla 344 – Especies de herpetos endémicos y con algún grado de amenaza para el área de influencia.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	UICN
<b>Amphibia</b>	Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana andina	Endémico (Boyacá y Cundinamarca)	LC
<b>Reptilia</b>	Squamata	Colubridae	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Serpiente sabanera	Endémico (Bogotá)	LC

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

*Dendropsophus molitor* se encuentra en la Cordillera Oriental de Colombia. es una especie nativa de Colombia, el rango de distribución es conocido desde los andes centrales y noreste de Colombia. Esta se ha registrado entre los 1600-3600 msnm. Habita paramos, charcas, pasturas (incluyendo artificiales), zonas urbanas, y jardines. (Ramírez, Osorno, Rueda, Amézquita, & Ardila 2004).



Figura 505 Distribución *Dendropsophus molitor*

Fuente: Lista de los Anfibios de Colombia (batrachia.com)

Por otra parte, *Atractus crassicaudatus* es una especie endémica de Colombia, presente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Meta, en tierras altas entre 2000 y 3200 m s. n. (Lynch y Rengifo 2001). Es relativamente común en la Sabana de Bogotá y en áreas con intervención humana (sector urbano del distrito capital) (Dunn 1944b, Daniel 1949).

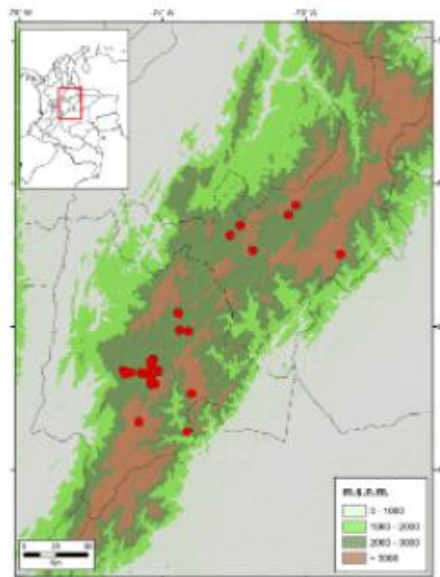


Figura 506 Distribución *Atractus crassicaudatus*

Fuente: Paternina-Cruz, Ricardo & Moreno, Victor. (2017). *Atractus crassicaudatus* - Serpiente Sabanera. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia Vol. 3 Num. 2 ACH. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. 3.

7-13.

► Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas

Las especies registradas en el área de influencia NO se reportan como invasoras y/o introducidas.

5.3.3.2.4 Mastofauna

► Curva de acumulación de especies

El estimador Bootstrap indicó que fue posible detectar el 84,03% de la riqueza de especies de murciélagos insectívoros esperada con dos de 2,38 especies. Sin embargo, el mejor estimador fue Chao 2, el cual indicó que fue posible detectar el 100% de la riqueza de especies esperada, detectando dos de las dos especies de murciélagos. A pesar de que el estimador Bootstrap no alcanzó el 85% de representatividad, es importante resaltar que el estimador Chao 2 quien tuvo mejor representatividad, es considerado uno de los estimadores más rigurosos y menos sesgados para muestras pequeñas (Villareal, y otros, 2004). Estos resultados sugieren que el esfuerzo de muestreo implementado durante la jornada de campo a partir de los registros acústicos fue representativo para tener una aproximación de la riqueza de mamíferos.

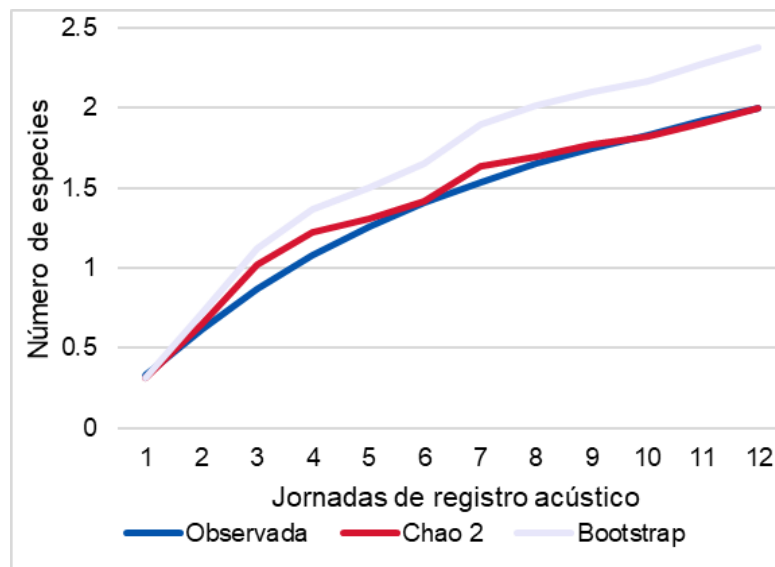


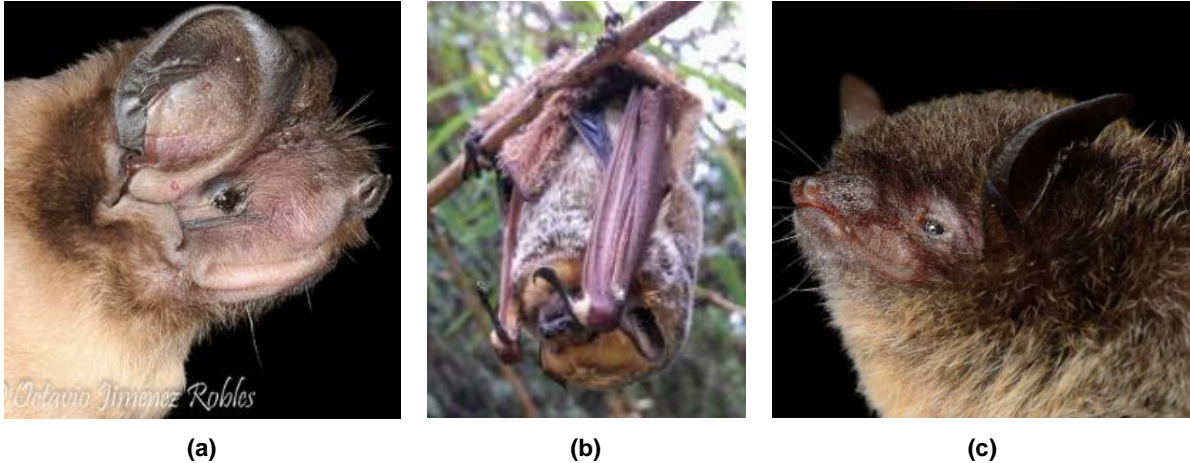
Figura 507 Curva de acumulación de especies de murciélagos insectívoros aéreos registrados acústicamente

Fuente Consorcio ambiental Metro L1, 2022

► Estructura de la comunidad identificada en campo

A partir de las grabaciones acústicas realizadas se lograron detectar tres (3) especies de murciélagos insectívoros: *Eumops glaucinus* perteneciente a la familia Molossidae; así como, *Aeorestes cinereus* y *Myotis nigricans* de la familia Vespertilionidae. Esta riqueza de especies representa el 15% de la quiropterofauna reportada para la ciudad Bogotá D.C (Acosta-Cala, 2019; SIB Colombia, 2021; Muñoz-Saba, y otros, 2021). De acuerdo con (Caycedo Rosales, Ruiz Muñoz, & Orozco Alzate, 2013), el

monitoreo acústico puede proveer datos confiables en riqueza y composición de especies, es así como en estudios como lo es la Guía de campo: Murciélagos del Parque El Virrey Bogotá (Muñoz Saba y colaboradores, 2021), han utilizado este método para identificación de especies de chiropteros.



Fotografía 101 Murciélagos de Bolivia

***Eumops glaucinus*** Fotografía: Octavia Jiménez (Pérez-Zubieta, J. C. 2011. "Eumops glaucinus" (On-line), Murciélagos de Bolivia); **b. *Aeorestes cinereus*** Fotografía: Aguas Bogotá (<https://colombia.inaturalist.org/observations/37710643>). **c. *Myotis nigricans*** Fotografía: Jose G. Martinez-Fonseca (<https://colombia.inaturalist.org/taxa/40286-Myotis-nigricans>)

Adicional a los registros bioacusticos, por medio de entrevistas informales se registraron en WF 1 las especies: *Didelphis pernigra*, *Mustela frenata* y en WF 3 la especie *Didelphis marsupialis* (chucha común) (Tabla 364).



Fotografía 102 Otras especies identificadas

***Didelphis pernigra*** Fotografía: Santiago Burneo (<https://bioweb.bio>); **b. *Neogale frenata*** Fotografía: Lilibeth Palacio (<https://colombia.inaturalist.org/observations/71430705>). **c. *Didelphis marsupialis*** Fotografía: Esteban Villa Restrepo (<https://colombia.inaturalist.org/observations/105620232>)

Adicionalmente, por observación directa y captura se registraron dos (2) especies de roedores invasores, el detalle de este reporte se encuentra en el ítem *Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas*. Es pertinente aclarar que estas especies no se incluyen en los análisis de la mastofauna registrada debido a que no se consideran como parte de la comunidad natural de mamíferos del WF.

Tabla 345 – Estructura de la comunidad de mamíferos dentro del área de influencia.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	GREMIO TROFICO	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL	WF				
						WF1	WF3	WF4	WF5	WF6
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina	Carnívoro	1500-3000	E				
Didelphimorfia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	zarigüeya orejiblanca andina	Omnívoro	1500-3700	E				
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha común	Omnívoro	0-2500		E			
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>	Murciélago de sombrero blanco	Insectívoro	0-2800	6	1	1	2	3
	Vespertilionidae	<i>Aeorestes cinereus</i>	Murciélago canoso	Insectívoro	1700-3500	1				
		<i>Myotis nigricans</i>	Myotis negro	Insectívoro	0-2800		1			

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Los murciélagos de la familia Molossidae poseen una alta plasticidad en sus señales de ecolocalización mostrando un diseño típico de formas de frecuencia cuasi-constante de larga duración y banda estrecha, además su morfología alar está adaptada para vuelos rápidos y prolongados (Jung, Molinari, & Kalko, 2014). Estas características de su ecolocalización y morfología favorecen el desplazamiento de especies de esta familia en espacios abiertos (Jung, Molinari, & Kalko, 2014; Arias-Aguilar, y otros, 2018). Por su parte, los murciélagos de la familia Vespertilionidae emiten señales de forma de frecuencia modulada de corta duración y banda ancha, y en cuanto a su morfología alar presentan un diseño que facilita la maniobrabilidad en espacios de borde o semiabiertos (Schnitzler & Kalko, 2001).

La especie *Aeorestes cinereus* solo se registró en WF 1 con tres (3) detecciones de fases de búsqueda y teniendo en cuenta que las fases terminales son asociadas a intentos o capturas de presas, se puede indicar que posiblemente el predio Gibraltar es un potrero que clasificaría como un espacio abierto idóneo para el desplazamiento y alimentación de esta especie. Por otro lado, *Eumops glaucinus* se registró en todos los WF con excepción de WF 2, teniendo su mayor registro y actividad en WF 1 con 35 detecciones en fases de búsqueda y cuatro detecciones en fases terminales; las características del vuelo y ecolocalización de *Eumops glaucinus* favorecen su desplazamiento en espacios abiertos (Schnitzler & Kalko, 2001), y esto le ha permitido a la mayoría de molosidos adaptarse a entornos urbanos. Sin embargo, es de resaltar que la mayor actividad de estas especies ha sido registrada en parques urbanos, en comparación con áreas carentes de vegetación (Sampedro, y otros, 2007; Arias-Aguilar, Chacón-Madrigal, & Rodríguez-Herrera, 2015).

De igual forma, mediante los registros acústicos fue posible detectar una fase de búsqueda de *Myotis nigricans* en el parque Florarúa 1 Sector en WF 3; teniendo en cuenta que las fases de búsqueda pueden asociarse con búsqueda de alimento y reconocimiento del entorno, el parque Florarúa 1 Sector podría considerarse un sitio potencial de forrajeo para esta especie. Los murciélagos insectívoros *Myotis nigricans* tienen la particularidad de modificar características de sus señales de ecolocalización de acuerdo con el espacio sobre el cual estén forrajeando. En espacios de borde, *Myotis nigricans* emite señales de búsqueda de banda ancha y corta duración, mientras que en espacios abiertos emite señales más largas y moduladas (Siemers, Kalko, & Schnitzler, 2001).

La movilidad es un rasgo clave que afecta la susceptibilidad al cambio de hábitat en muchas especies, incluidos los murciélagos (Bader, y otros, 2015). Los murciélagos insectívoros aéreos se caracterizan por tener una alta movilidad debido a la morfología de sus alas, estrechas y de superficie pequeña que les permiten viajar largas distancias desde sus refugios a sitios de forrajeo, que ocasionalmente pueden ser hábitats antropogénicamente alterados (Bader, y otros, 2015), sin embargo, su nivel de tolerancia a los disturbios es especie-específico (Jung & Kalko, 2010; Jung & Kalko, 2011).

En lo que respecta a los mamíferos no voladores, la especie *Didelphis marsupialis* se registró mediante entrevistas informales con la comunidad específicamente en un sector del río Fucha en WF 3, y la especie *Didelphis pernigra* se registró en el predio Gibraltar en WF 1; a continuación, se realiza una descripción desde nivel de orden hasta especie.



- ▶ **Orden Didelphimorphia:** Las 39 especies del orden Didelphimorphia presentes en Colombia y distribuidas en los géneros *Caluromys*, *Caluromysiops*, *Chironectes*, *Didelphis*, *Glironia*, *Gracilinanus*, *Lutreolina*, *Marmosa*, *Marmosops*, *Metachirus*, *Micoureus*, *Monodelphis* y *Philander*, habitan en bosques de la región Neotropical, desde el nivel del mar hasta los 4500 m. Los didélfidos son, en su mayoría, nocturnos, arborícolas, arbóreos y terrestres y una sola especie es semiacuática. La cabeza presenta, en la mayoría de las especies, el rostro largo y la parte superior de aspecto aplanado. La órbita está abierta y conectada con la fosa temporal. La caja encefálica es relativamente pequeña debido a la pequeña cavidad que ocupa el cerebro, los hemisferios son pequeños y lisos, o con pocas circunvoluciones, los lóbulos olfatorios son muy desarrollados y carecen de cuerpo calloso. Generalmente el rostro, alrededor de los ojos, presenta manchas oscuras o claras como especie de antifaz. Los ojos son grandes y sobresalientes, en la noche el reflejo ocular es brillante dando un color rojo a amarillo blanquecino. Las orejas son desnudas, móviles y de tamaño variado. El hocico es largo y puntiagudo, la vista está muy desarrollada y el oído agudo. Las extremidades anteriores y posteriores son cortas y poco robustas, cubiertas de pelos hasta la base de las manos y patas, presentan cinco dedos provistos de garras, excepto el dedo gordo del pie (hallux) que es oponible; el primer dedo del pie está muy separado de los otros dígitos, formando un pulgar oponible. La postura de las extremidades es plantígrada. La cola es redondeada, peluda en la base, desnuda o totalmente peluda, la mayoría presentan cola muy prensil.
- ▶ **Familia: Didelphidae** (Gray, 1821) Son los marsupiales más generalizados e integran la familia más antigua que se conoce, data de la primera parte del Cretácico superior. Esta es la familia base de la cual radiaron los marsupiales como tal. La familia está representada por 9 especies, con distribución geográfica desde Norte, Centro y Suramérica. En Colombia, la familia está representada por seis especies. Las especies son de tamaño mediano, son nocturnas o crepusculares, son arbóreas y terrestres, y hay una especie semiacuática. El rostro es alargado y cónico; algunas especies presentan manchas claras sobre los ojos. Tienen la cola larga, en la mayoría es prensil, y peluda en la base. Poseen la bolsa marsupial bien desarrollada (Cuartas, C, 2005).
- ▶ **Género *Didelphis*:** (Linnaeus, 1758) Las especies del género son de tamaño grande, tienen dos tipos de pelos mezclados, pelos de guarda que son densos, cortos de color amarillento o blanco y los pelos de cubierta que son largos y gruesos de color negro o grisáceo; la coloración es variada en individuos de tierras bajas y de zonas altas. Presentan una franja dorsal de color negro que se extiende desde la nuca a través de la coronilla y termina en punta a la altura de los ojos, además tiene dos franjas de color oscuro, en ocasiones inconspicuas, que van desde las orejas a lo largo de los ojos hasta el rinario. La cola es igual o mayor que la longitud cabeza-cuerpo y presenta dos colores, negro en la parte basal y blanco en la mitad distal o puede ser totalmente negra. Las garras son fuertes y encorvadas y se extienden más allá de las puntas de los de las manos y pies. La bolsa marsupial está bien desarrollada. El pene es bífido. Las

hembras presentan las mamas dispuestas circularmente y una de ellas en el centro. Este género es uno de los representantes más primitivos de marsupiales vivientes de Suramérica, se conoce desde el Plioceno en Argentina, (Reig et al., 1987).

- ▶ ***Didelphis marsupialis*** (Linnaeus, 1758) Nocturna, terrestre, arbórea, solitaria. Omnívora ya que se alimenta de pequeños vertebrados, huevos, insectos, lombrices, néctar, frutos silvestres y cultivos. Está asociada a lugares boscosos, zonas abiertas, en tierras bajas y altas cerca a fuentes de agua, orillas de ríos y quebradas. Se desplaza de manera silenciosa y sigilosa; generalmente se alimenta en el suelo, pero sube a los árboles para consumir frutos y néctar. Los machos pueden cambiar sus sitios de anidación todos los días; las hembras tienen la tendencia de regresar al mismo sitio por varios días, construye los nidos con hojas secas. Se refugia en troncos de árboles, en cuevas abandonadas, en las partes más tupidas del ramaje, en techos de casas, en el piso. La hembra pare de 6 a 12 crías por camada. **Importancia:** dispersores de semillas, contribuyen a la regeneración natural de los bosques, controladores de insectos. Hábitat: en tierra caliente seca y húmeda, en el bosque tropical caducifolio, en la pluviselva tropical, selva lluviosa tropical hasta la selva subandina; en bosques primarios y secundarios, bosques deciduos y ribereños, en cultivos y plantaciones; en zonas periurbanas con mucha o poca vegetación. **Distribución geográfica:** Desde Nicaragua hasta el norte de Argentina. En Colombia se distribuye en todo el territorio del país.
- ▶ ***Didelphis pernigra* (Allen, 1900)** Especie de tamaño grande. El pelaje se presenta erizado a veces como una cresta a lo largo de la columna. El dorso con excepción de la cabeza es de color negro a gris intenso con dos capas, la inferior es de pelo suave de pelos pálidos blancos amarillentos con puntas negras, estos están bajo los pelos guarda, los cuales son negros con sus puntas blancas (Allen, 1900; Tirira, 2007; Astúa, 2015). Es nocturna, solitaria y mayormente terrestre pero buena trepadora. No se conoce información específica para esta especie; sin embargo, se presenta información de sus congéneres y general del orden Didelphimorphia. Especie omnívora, alimentándose de insectos, otros invertebrados, frutos y eventualmente pequeños vertebrados, dependiendo de la disponibilidad de estos recursos (Tirira, 2007; Astúa, 2015). Durante el día se refugia en árboles huecos, cavidades en el suelo o entre rocas (Tirira, 2007). **Distribución geográfica:** Se distribuye en las estribaciones de los Andes desde el noroeste de Venezuela y Colombia a través de Ecuador y Perú hasta Bolivia y posiblemente hasta los Andes del norte de Argentina. Su distribución alcanza la costa del Pacífico en el Callao, departamento de Lima, Perú (Cerqueira y Tribe, 2007).

Por último, la especie *Mustela frenata* es un mamífero carnívoro de la familia Mustelidae, con una amplia distribución, se lo encuentra desde Canadá hacia el sur, en Centroamérica y hasta las zonas altas de la cordillera de los Andes en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. En Colombia se encuentra en las regiones Caribe, Pacífica y Andina, desde el nivel del mar hasta los 2600 msnm, Habita principalmente en bosque

nublados y montanos. Es una especie que dentro de su área de distribución suele ser bastante común (Reid & Helgen 2008), tolera áreas moderadamente perturbadas y en ocasiones puede llegar a beneficiarse de ambientes humanizados (Hunter 2011). Los individuos de esta especie son solitarios, con un patrón de actividad principalmente nocturno, aunque pueden estar activos durante el día. Forrajean principalmente en el suelo, se refugian en agujeros en el suelo, entre cosas o entre las raíces de los árboles. Se alimentan principalmente de pequeños mamíferos, como conejos y roedores, aunque también pueden consumir ocasionalmente otros vertebrados, como musarañas, murciélagos, aves y sus huevos, al igual que algunos invertebrados.

► Especies migratorias

Dentro de los registros de mastofauna para el área de estudio, se reportó una (1) especie migratoria que corresponde al murciélago canoso (*Aeorestes cinereus*), el cual se distribuye por lo todo el continente americano, desde el norte de Canadá hasta Argentina y Chile (Shump & Shump, 1982). A pesar de la evidencia de migraciones latitudinales desde Norteamérica hasta Centroamérica (Cryan, 2003), no existe seguimiento hasta Colombia o la parte tropical de Suramérica. Sin embargo, los datos de captura de individuos y especímenes de colección permiten establecer la realización de migraciones a larga distancia por parte de esta especie (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

► Categoría trófica

La comunidad de mamíferos registrada para la zona se divide en tres (6) categorías tróficas diferentes. El gremio que más representantes tiene es el insectívoro compuesto por tres (3) especies de murciélagos de las familias Molossidae y Vespertilionidae; estas especies insectívoras cumplen un rol en el ecosistema al ser controladores biológicos de especies con altas tasas reproductivas como el grupo de los artrópodos, de allí su importancia en el área.

Seguido de este, está el gremio de los omnívoros con dos (2) especies de Didelphidos (*D. peregrina* y *D. marsupialis*), los omnívoros debido a su capacidad de aprovechar una gran cantidad de recursos alimenticios (frutos, insectos, hojas, raíces, carne) pueden hacer uso de una gran cantidad de hábitats.

Por último, el gremio menos representativo es el carnívoro con una especie de mustélido (*M. frenata*), los carnívoros afectan la abundancia de las presas e indirectamente incrementan la diversidad de los niveles tróficos inferiores (Rumiz, 2010).

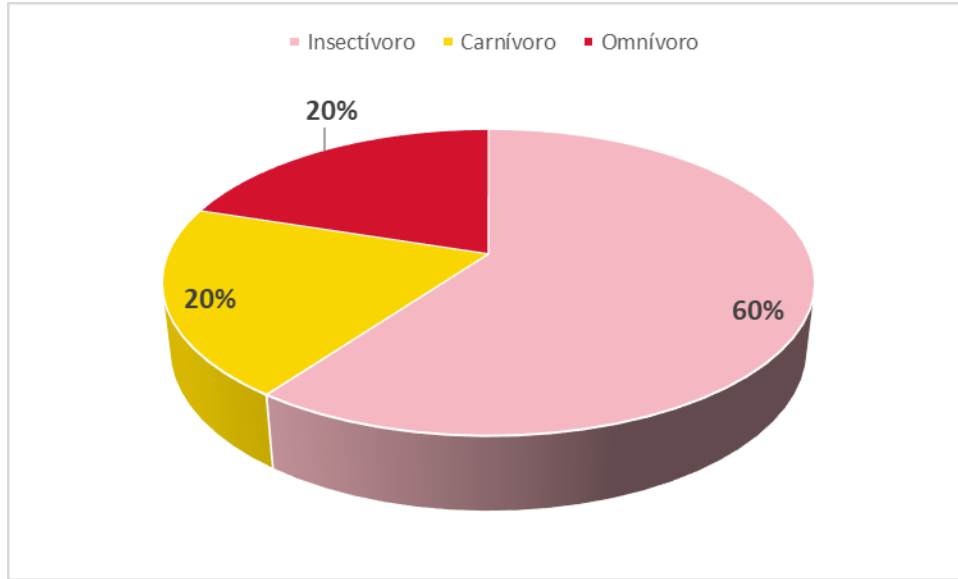


Figura 508 Categorías tróficas de los mamíferos en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- ▶ Endemismos y especies en algún grado de amenaza

No se registraron especies incluidas en CITES 2021, UICN 2021, ni en la Resolución 1912 de 2017.

- ▶ Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas

Durante el muestreo realizado mediante técnicas de captura para mamíferos terrestres pequeños y medianos en el predio Gibraltar en WF 1, se registraron siete (7) individuos de dos (2) especies de mamíferos introducidos: *Mus musculus* (tres individuos) y *Rattus norvegicus* (cuatro individuos). Cabe destacar que dos individuos de *Mus musculus* fueron capturados en una trampa Sherman, posiblemente una era la hembra y su cría en estado juvenil. De igual forma estas especies fueron registradas por observación directa y entrevista en los seis (6) WF de estudio.



(a)



(b)

Figura 509 Captura de roedores en trampa Tomahawk (a) Instalación trampa Tomahawk (b) Captura de roedor (*Rattus norvegicus*)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Estas especies de ratones son consideradas especies introducidas provenientes de Asia que, al ser generalistas han logrado adaptarse rápida y fácilmente a una amplia gama de entornos y recursos permitiéndoles colonizar hábitats en todo el mundo (Feng & Himsworth, 2014). Las ratas seleccionan ciertos hábitats dentro de una ciudad dependiendo de la disponibilidad de refugio, alimento y agua. Particularmente, la abundancia de estas especies en la zona podría estar relacionada con la disponibilidad de alimento, es decir, los desechos que son arrojados por los habitantes de la zona, y la disponibilidad de refugio que les brinda este potrero.

El entorno urbano promueve la cercanía entre las ratas y personas, aumentando el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas (Himsworth, Parsons, Jardine, & Patrick, 2013). Las ratas *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus* son fuente de varios patógenos responsables de una importante morbilidad y mortalidad humana en ciudades de todo el mundo, entre ellos las bacterias *Leptospira sp.* y *Yersinia pestis* (causante de septicemia), hantavirus y nematodos parásitos (Duque, y otros, 2012; Guzmán, y otros, 2013; Himsworth, Parsons, Jardine, & Patrick, 2013).

#### 5.3.3.2.5 Corredores de desplazamiento de fauna identificados

Teniendo en cuenta la importancia que sugiere el movimiento de las especies entre los hábitats, se da la necesidad de centrar la atención en la conectividad de estos. Entendiendo la conectividad como la capacidad del paisaje para facilitar los movimientos de las especies, y con esto el desarrollo de diferentes procesos ecológicos (Taylor et al., 1993 citado en Palmer et al., 2016). Estos procesos están

basados en las especies y sus interacciones con las características estructurales del paisaje (Palmer et al., 2016).

Los corredores ecológicos son franjas de territorio que facilitan la dispersión de los seres vivos a través de hábitats (u otros elementos o procesos de interés) al conectar dos o más lugares, en los cuales encuentran condiciones adecuadas para su desarrollo.

Para el presente análisis se calculó la resistencia que ofrece la matriz del territorio a los desplazamientos de los organismos para las variables seleccionadas para la modelación (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A02 / 2\_2 Metodología).

El análisis realizado arrojó como resultado un matriz o mapa de idoneidad (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A02 / 8.3 Fauna / E\_Mapa de idoneidad de hábitat), donde se observa que las áreas de mayor idoneidad se relacionan con los sectores en donde tienen lugar la mayor proporción de zonas verdes urbanas (WF1 y WF3), que incluyen parque urbanos, zonas de pastos y rondas de cuerpos de agua (verdes), los cuales representan los mejores hábitats disponibles para las especies analizadas (Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001\_A02 / 2\_2 Metodología Especies y ecoperfiles analizados) en el área de influencia biótica. Lo anterior, coincide la premisa de los estudios de (Sandström et al. 2006, Sanesi et al. 2009, Shochat et al. 2010, Fontana et al. 2011) donde demuestran la importancia de espacios verdes en las zonas urbanas para mantener la diversidad biológica-ecológica y como red funcional para el mantenimiento de la dimensión ecológica de un paisaje urbano sostenible.

Es así como, los Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) y los conectores ecosistémicos definidos por el POT vigente, en virtud de su potencial como elementos que complementan en área y conectividad ecológica a la red de espacios conformada por las áreas protegidas se convierten en un elemento determinante para la presencia de fauna silvestre, es por eso que parques como el Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá hacen parte de los corredores biológicos que se conforman dentro del área de influencia que adicional a ser área de paso también corresponden a zonas de importancia para alimentación, forrajeo, refugio y anidación de las aves.

Por otro lado, dado que el proyecto se encuentra inmerso dentro de una matriz de tejido urbano, las zonas verdes lineales de la malla vial arterial se identifican como corredores ecológicos para las aves como se muestra en la (siguiente figura) donde se evidencia una franja amarilla a lo largo del corredor vial que corresponde a los separadores viales con zonas verdes amplias que le permiten a las aves desplazarse en el área de influencia hasta las zonas verdes de mayor idoneidad de hábitat (verde oscuro); así como los conectores que para el caso del área de influencia corresponde al Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha (franja verde en la esquina superior derecha), estos incrementan la conexión ecológica entre los demás elementos de la Estructura Ecológica Principal.

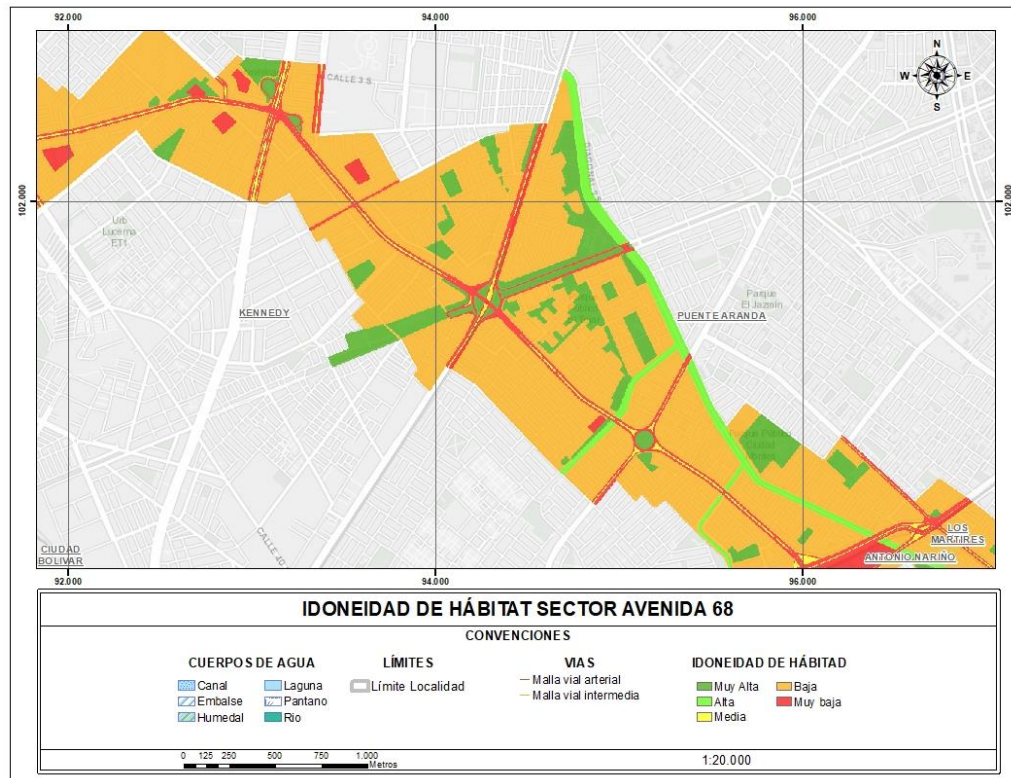


Figura 510 Idoneidad de hábitat sector Avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así mismo, se evidencia que la proximidad a las áreas con mayor antropización como lo son las vías y zonas comerciales con mayor presencia en los WF5 y WF6, generan una resistencia adicional al desplazamiento de los organismos (zonas rojas y naranjas), lo cual se soporta en los resultados obtenidos para estas WF con un menor número de especies, entonces la falta de cobertura vegetal y la homogeneización de los paisajes hacen que se limite la movilidad de las especies, la diversidad se reduzca y las aves generalistas eleven su número de individuos a tal punto que pueden llegar a ejercer una amplia dominancia sobre las demás.

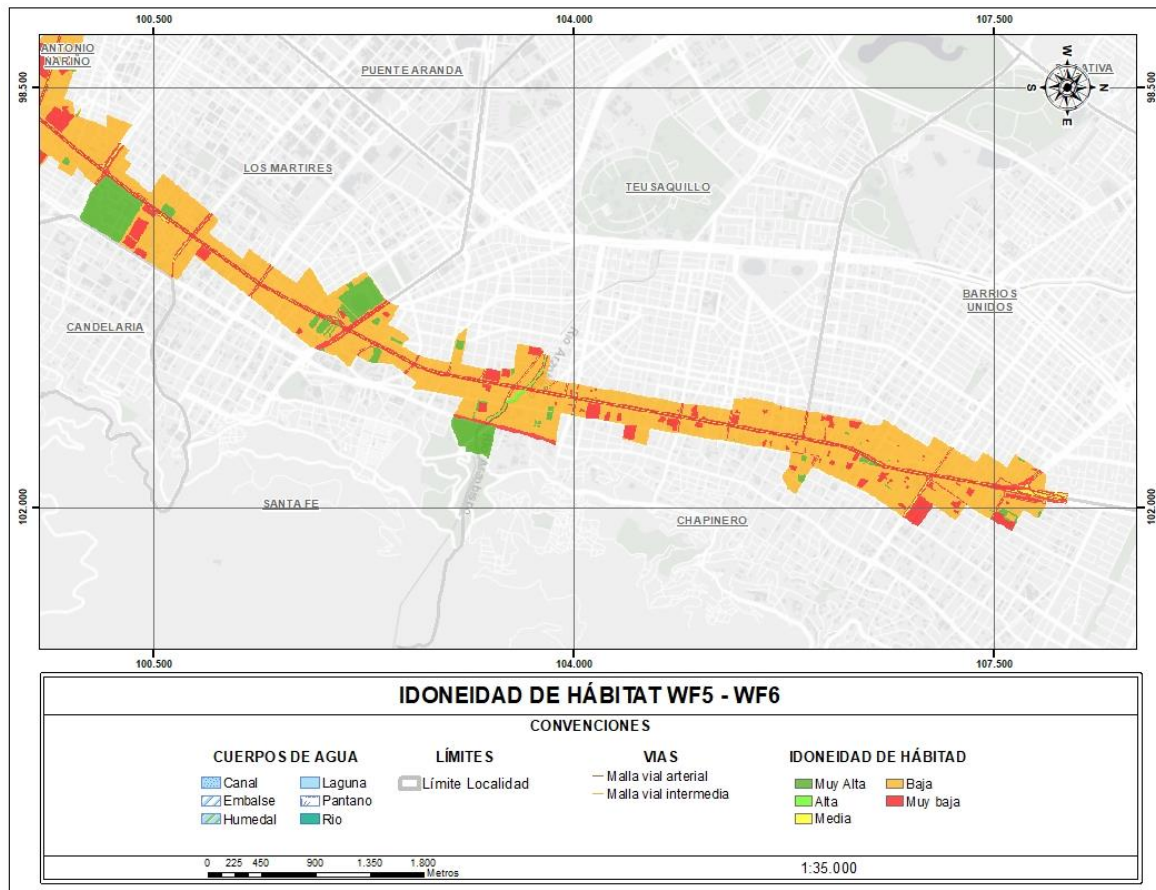


Figura 511 Idoneidad de hábitat WF5 - WF6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así las cosas, la movilidad de las especies se encuentra fuertemente asociada a la calidad del hábitat disponible, ya que especies con menor rango de movimiento suelen requerir una combinación de cantidad y configuración de hábitats, mientras que especies con mayor rango de movimiento demandan mayor cantidad y configuración de hábitats (Arias-Alzate et al., 2015).

Es así como la rana sabanera- *Dendropsophus molitor* identificada dentro del presente estudio, como la mayoría de los anfibios muestra una alta fidelidad hacia áreas restringidas de hábitat disponible así mismo, la gran mayoría de los anfibios son sedentarios o inclusive permanecen bajo el suelo por mucho tiempo, restringiendo sus movimientos a ciertos periodos. Algunos estudios han evidenciado que los movimientos rutinarios durante el periodo de actividad en los anuros son bastante limitados, con distancias menores de 15m en anuros terrestres, sin embargo, algunas veces realizan excursiones cortas fuera de las áreas normales de vida, posiblemente en busca de pareja o sitios con mejor calidad de hábitat, desplazándose más de 100 metros (Wells, 2010). Teniendo en cuenta lo anterior, es muy posible que la especie registrada en el área de influencia esté limitada a los parches de hábitat disponibles que en este caso correspondería al Humedal de La Vaca Sector 1 (siguiente figura), este humedal se encuentra dentro de la categoría de Parque Ecológico de Humedal.



Ahora bien, especies con cortos rangos de hogar y una alta especialización en cuanto a su entorno como es el caso de la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*) son menos propensas a cruzar fragmentos de hábitat (Harris & Reed, 2002) y en consecuencia, dichas especies quedan restringidas al único fragmento de humedal inmerso dentro del área de influencia, el cual se encuentra desconectado, con un pronunciado déficit hídrico y fuerte presión social debido a la disminución del área por procesos de invasión y urbanización (PMA).

Como se observa en la siguiente figura, al inicio del WF1 se presentan zonas de pastos, parques urbanos y rondas de cuerpos de agua, coberturas que permiten una mayor permeabilidad de las especies dentro de la matriz urbana (siguiente figura), obteniéndose áreas de muy alta y alta idoneidad para las especies analizadas

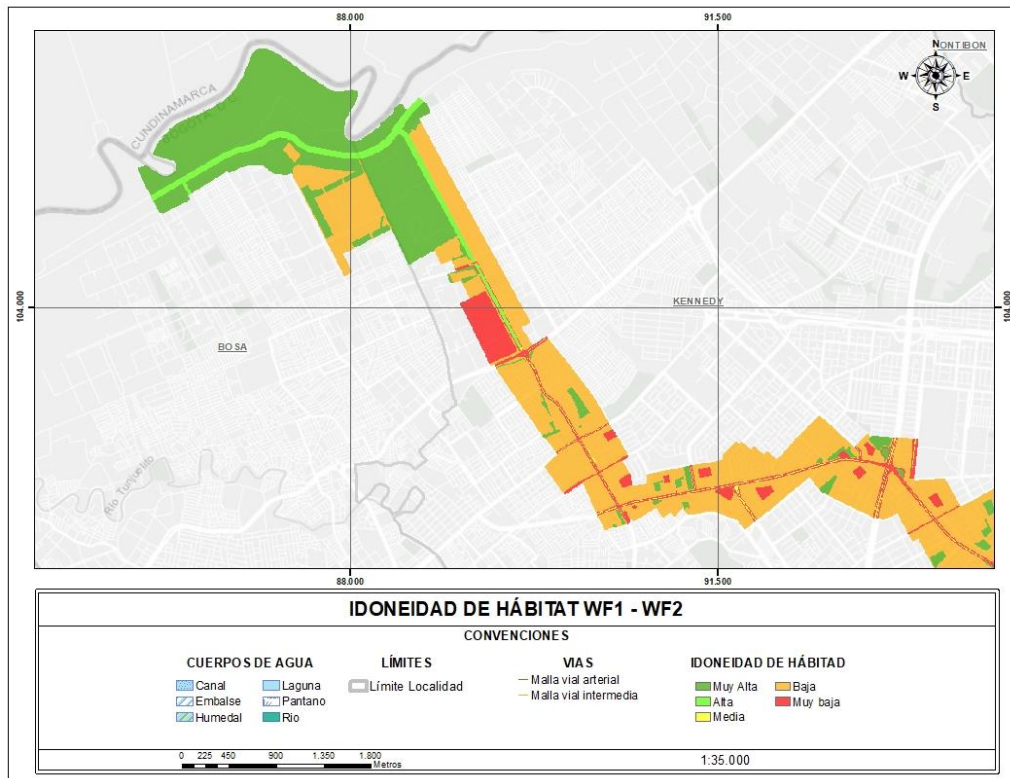


Figura 512 Idoneidad de hábitat WF1-WF2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A manera de conclusión, se determina que, si bien las aves utilizan el vuelo para desplazarse por el paisaje, su capacidad para cruzar fragmentos de hábitat se ve limitada por aspectos físicos y comportamentales (Franklin, Reside, & Garnett, 214); dentro de las barreras comportamentales y físicas para el movimiento se menciona:

- ▶ Las especies pequeñas tienen menos capacidad de cruzar fragmentos de hábitat que las especies grandes (Lees & Peres, 2009).

- ▶ Las especies generalistas de hábitat están más dispuestas a cruzar hábitats discontinuos (Lees & Peres, 2009).
- ▶ Las especies residentes son menos propensas a cruzar los fragmentos de hábitat que las migratorias (Harris & Reed, 2002)

Las especies de herpetos debido a su limitada movilidad necesitan una mayor área de territorio o un solo tipo de hábitat en específico, esto conlleva a que los desplazamientos hacia otras coberturas no sean frecuentes por parte de aquellas especies que se encuentran aisladas en las zonas verdes discontinuas ya que no están cercanas entre estas (Cruz, Sanchez, & Merchán, 2013). La mayoría de las especies de reptiles y anfibios tienen una limitada capacidad de dispersión (Vitt & Caldwell, 2013) cuando se compara con las aves y mamíferos, y dependen de las características específicas del hábitat para evitar la predación (Hansen, Sato, Michael, Lindenmayer, & Driscoll, 2018).

Por último, en lo que respecta a los mamíferos voladores identificados en el estudio, a pesar de la transformación de hábitats naturales a zonas urbanizadas, algunas especies de murciélagos insectívoros aéreos aún persisten en estos ambientes (Jung & Kalko, 2010; Jung & Threlfall, 2015). Dicha persistencia en ambientes urbanos puede relacionarse con oportunismo y plasticidad ecológica y comportamental, por lo que parece que el grado de sensibilidad de los murciélagos a las perturbaciones parece ser especie-específico (Threlfall, Law, Penman, & Banks, 2011; Jung & Threlfall, 2015). El potencial de los murciélagos insectívoros para adaptarse a entornos urbanos puede asociarse a dos factores principales: hábitats naturales o seminaturales dentro de las zonas urbanas y la movilidad de las especies (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Bader, y otros, 2015).

Varios estudios han indicado que la protección y el establecimiento de redes de árboles mejoran la resiliencia de algunas especies de murciélagos a entornos urbanos (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Jung & Kalko, 2011). En términos generales, se ha evidenciado que los parques urbanos y los ríos que atraviesan ciudades albergan más especies de murciélagos, por lo que su protección y manejo correcto son importantes para mejorar la resiliencia de algunas poblaciones de murciélagos a la urbanización (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Jung & Threlfall, 2015; Russo & Ancillotto, 2015). Por ejemplo, murciélagos de la familia Vespertilionidae se han registrado en áreas de las ciudades donde la vegetación es abundante evitando las áreas abiertas (Ávila-Flores & Fenton, 2005).

En cuanto a la movilidad, especies de murciélagos móviles son más comunes en los hábitats alterados antropogénicamente, y las especies menos móviles son más comunes en los hábitats naturales (Bader, y otros, 2015). Particularmente, murciélagos de la familia Molossidae parecen ser menos afectados por las condiciones hostiles de los ambientes urbanizados, ya que se caracterizan por tener una alta carga alar y alta relación de aspecto, lo cual implica que vuelan relativamente rápido y a costos energéticos bajos (Norberg & Rayner, 1987). En consecuencia, estos murciélagos tienen el potencial de desplazarse largas distancias y volar a alturas elevadas permitiéndole aprovechar mayor disponibilidad de sitios de forrajeo y de refugio en áreas urbanas (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Jung & Kalko, 2011; Bader, y otros, 2015).

Los corredores de desplazamiento tienen como función principal ayudar al movimiento de la biota entre los fragmentos de hábitat y ayudan a la interacción y movimiento, reproducción y forrajeo de las especies (Crooks & Sanjayan, 2006). A partir de los elementos pertenecientes a la EEP fueron escogidos los sitios de grabación acústica, obteniendo que el 87,5% de las detecciones logradas fueron en sitios que hacen parte de la EEP. El predio Gibraltar en WF 1 queda cerca de la ronda hídrica del río Bogotá, que conecta con la zona rural del sur de la ciudad con lugares de importancia ecológica como lo es el humedal La Vaca, y parques como el Timiza. Por otro lado, las detecciones logradas en WF 3 y 4 fueron en parques cercanos a la ronda hídrica del río Fucha (Conector ecosistémico subcuena Río Fucha). Finalmente, las detecciones de WF 5 y 6 fueron logradas en el parque Armenia y en el campus de la Universidad Javeriana, teniendo en cuenta que estos sitios son cercanos a los cerros orientales de Bogotá.

#### 5.3.3.2.6 Fichas ecológicas de las especies de importancia encontradas en el corredor


A continuación, se presentan las fichas ecológicas de las especies de importancia identificadas en el corredor (Endémicas, casi endémicas, reportadas en CITES, IUCN o Resolución 1912/2017), y teniendo en cuenta que para mamíferos no se registró ninguna especie con distribución restringida (endémica o casi endémica), ni reportada en CITES, IUCN o resolución 1912 de 2017. Se tuvo en cuenta la información referente a migración de especies, por tanto, la ficha ecológica fue elaborada para la especie de murciélago migratorio *Aeorestes cinereus*.

##### 5.3.3.2.6.1 Aves

En la tabla a continuación, se presenta la ficha ecológica de las especies de aves con importancia reportadas.

Tabla 346 – Ficha ecológica Aves


Ficha ecológica de aves	
<b>Gavilán aliancho (<i>Buteo platypterus</i>)</b>	
<b>TAXONOMIA</b>	
<b>Orden:</b> Accipitriformes	
<b>Familia:</b> Accipitridae	
<b>Especie:</b> <i>B. platypterus</i>	
<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>	
<b>IUCN:</b> LC	
<b>CITES:</b> II	
<b>Categoría nacional:</b> No registra	
	<small>Fuente: <a href="https://birdscolumbia.com/2017/02/09/gavilan-aliancho-buteo-platypterus/">https://birdscolumbia.com/2017/02/09/gavilan-aliancho-buteo-platypterus/</a></small>

Ficha ecológica de aves	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>Rapaz de 34 a 44 cm de longitud corporal en la que ambos sexos son similares, aunque la hembra es un poca más grande que el macho. En los adultos el dorso es marrón oscuro, más intenso en la espalda y en la punta de las alas. La garganta es blanca y los lados de la cabeza y la nuca con manchas blancas y castañas. El pecho y el vientre son blancos con un barrado denso de color rufo. La cola es negra con dos bandas color café grisáceo y una banda blanca apical delgada.</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</b>
<p><b>DISTRIBUCION MUNDIAL:</b> Durante la temporada reproductiva se distribuye en el centro y sur de Canadá hasta el sur de Estados Unidos y pasa la temporada invernal desde el sur de la Florida hasta Bolivia y el norte de Brasil. <b>DISTRIBUCION NACIONAL:</b> En Colombia se encuentra durante el periodo invernal hasta 3000m de altura sobre el nivel del mar en la cordillera Occidental y en la vertiente oriental de la cordillera Oriental, en el cañón del río Combeima.</p>	<p>Durante el periodo reproductivo habita en los bordes de bosques semidecíduos y mixtos como también en áreas abiertas y húmedas. En Colombia utiliza bordes de bosque, bosques en sucesión secundaria y pastizos. En el resto de su área de distribución invernal habita en bosque amazónicos, piedemontes, zonas urbanas, suburbanas y en ocasiones bosques de <i>Eucalyptus</i></p>
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción de su hábitat natural.	
<b>Gavilán maromero (<i>Elanus leucurus</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	 <p style="text-align: center;">Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021</p>
<p><b>Orden:</b> Accipitriformes <b>Familia:</b> Accipitridae <b>Género:</b> Elanus <b>Especie:</b> <i>E. leucurus</i></p>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<p><b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> Apéndice II <b>Categoría nacional:</b> No registra</p>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>Mide de 35 a 43 cm. Por encima gris claro con hombros negros (caberteras medias e inferiores) y partes inferiores blancas incluyendo la cola, frente y cara blanca, parche ocular negro. Pico corto negro y cera amarilla al igual que las patas; ojos rojos (Rodríguez, Rueda, &amp; Gutiérrez, 2008).</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</b>
<p>Desde el occidente y sur oriente de Estados Unidos hasta Chile y centro de Argentina.</p>	<p>Habita en áreas abiertas, sabanas arboladas, pastizales, bosques de galería y áreas verdes extensas en zonas urbanas (Rodríguez, Rueda, &amp; Gutiérrez, 2008).</p>


Ficha ecológica de aves	
En Colombia se encuentra en la región Caribe (excepto la Guajira), valles interandinos, llanos orientales, por debajo de los 3500 m.s.n.m.	Generalmente solitario. Se alimenta principalmente de pequeños roedores, pero también caza aves pequeñas, insectos grandes, reptiles y anfibios (Rodríguez, Rueda, & Gutiérrez, 2008).
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción creciente de su hábitat.	
<b>Gavilán (<i>Rupornis magnirostris</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	 <p>© Omar Javier López Gómez,</p> <p>Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/141191941">https://colombia.inaturalist.org/observations/141191941</a></p>
<b>Orden:</b> Accipitriformes	
<b>Familia:</b> Accipitridae	
<b>Género:</b> <i>Rupornis</i>	
<b>Especie:</b> <i>R. magnirostris</i>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> II <b>Categoría nacional:</b> No registra	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
En Colombia, esta especie de gavilán es la más común de todas; partes superiores, garganta y pecho gris parduzco; partes inferiores barrado canela-blanco; al vuelo sus plumas se muestran de un color ante, con la parte superior del pecho gris o castaño salpicada de marrón (en los juveniles), los tarsos y partes inferiores poseen rayas transversales de un color rufo o marrón y las franjas en la cola son de color gris oscuro sin tonalidad rufa. Ojos amarillos. Tamaño relativamente pequeño, mide alrededor de 33 a 41 cm de longitud.	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</b>
<b>Distribución mundial:</b> Se distribuye desde el sur de México hasta Argentina pasando por todo Centroamérica, Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú, Guyanas, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay.  <b>Distribución nacional:</b> En Colombia se distribuye en la mayor parte del territorio entre los 0 a 2700 m.s.n.m.	Habita en bosques secos y húmedos en crecimiento secundario, sabanas con bosques de galería, rastrojos y zonas abiertas con árboles dispersos. En toda su área de distribución es muy común en hábitats tropicales y subtropicales de tierras bajas, excepto en bosques primarios, desiertos y llanuras.
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción del hábitat, cacería por retaliación, envenenamiento de presas	


Ficha ecológica de aves	
<b>Pisingo (<i>Dendrocygna autumnalis</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">© Fundación Dodo Colombia,</p>
<b>Orden:</b> Anseriformes <b>Familia:</b> Anatidae <b>Género:</b> <b>Especie:</b>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> III <b>Categoría nacional:</b> No registra	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>Pueden alcanzar hasta 48 centímetros de longitud. Su cuello es gris sobre la parte superior y castaño sobre la parte inferior. El pecho es de un tono gris parduzco, el abdomen es negro y la espalda es castaña rojiza. Las alas son negras y cuentan con una gran mancha blanca que puede ser divisada al vuelo. El pico es coraláceo y las patas son rosadas. Presenta un anillo blanco alrededor del ojo. La zona ventral de la cola es estriada entre blanco y negro.</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</b>
<b>Distribución mundial:</b> Se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina. <b>Distribución nacional:</b> desde Guainía, extendiéndose por los Valles Andinos hasta la Región Caribe.	Habita lagunas, pantanos, márgenes de ríos, campos inundados y manglares. Suele posarse sobre la vegetación acuática y nadar en los cuerpos de agua en busca de invertebrados, semillas y material vegetal. Se alimenta, vocaliza y vuela tanto de día como de noche. En Colombia hay poblaciones residentes
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Fragmentación del hábitat, desaparición de humedales	
<b>Chillón común (<i>Colibri coruscans</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Orden:</b> Apodiformes <b>Familia:</b> Trochilidae <b>Género:</b> <i>Colibri</i> <b>Especie:</b> <i>C. coruscans</i>	

Ficha ecológica de aves	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021
IUCN: LC CITES: II Categoría nacional: No registra	
CARACTERÍSTICAS	
Tamaño 11,2 cm. Pico largo (1.3 o 33 mm), recto y delgado. El macho se ve negro en el campo. Frontal principalmente negro a negro grisáceo verde brillante, coberteras de la cola superior brillando; panza rosa brillante, cola ligeramente bifurcada de color negro bronceado. Hembra de color negro verdoso en la parte superior con brillantes coberteras de cola superior color aguamarina; mayormente canela debajo, lados manchados de verde, panza rosa brillante.	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA:</b>
Distribución Mundial: Andes de Venezuela (suroccidente de Táchira y Noreste de Colombia). Distribución Nacional: 1900-3300m (mayormente 2400-2900). Perijá Mts. y ambas laderas de los andes orientales desde el Norte de Santander hacia el sur hasta Cundinamarca (área de Bogotá)	Localmente bastante común en bosques húmedos en bordes y en laderas arbustivas o alrededor de setos y jardines de flores cerca de casas campesinas.
PRINCIPALES AMENAZAS	
Destrucción de su hábitat.	
Cometa coliverde ( <i>Lesbia nuna</i> )	
<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Orden:</b> Apodiformes	
<b>Familia:</b> Trochilidae	
<b>Género:</b> <i>Lesbia</i>	
<b>Especie:</b> <i>L. nuna</i>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	© Grupo Monitoreo Biodiversidad SDA, Bogotá D.C., Colombia,
IUCN: LC CITES: II Categoría nacional: No registra	Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/125218542">https://colombia.inaturalist.org/observations/125218542</a>


Ficha ecológica de aves	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>Colibrí pequeño con una cola muy larga. Mayormente verde brillante con un pico muy corto y recto. La cola larga del macho es sorprendente. Los sexos son parecidos, pero las hembras son más manchadas abajo y tienen una cola más corta. En comparación con el muy similar Black-tailed Trainbearer, Green-tailed tiene un pico más corto y recto, una cola más corta y recta, y es verde esmeralda más brillante. Ocurre desde Colombia hasta Perú, entre 1,900 y 3,000 m aproximadamente. Típicamente se encuentra al borde de bosques o arboladas con matorrales, pero también en áreas más secas y abiertas. De vez en cuando visita comederos, pero con mayor frecuencia se ve alimentándose de arbustos en floración.</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA:</b>
<p><b>Distribución mundial:</b> Andes, desde el oeste de Venezuela, atravesando Colombia, Ecuador y Perú, hasta el norte de Bolivia (Hilty y Brown, 2009).</p> <p><b>Distribución nacional:</b> 1900-3300m (mayormente 2400-2900). Perijá Mts. y ambas laderas de los andes orientales desde el Norte de Santander hacia el sur hasta Cundinamarca (área de Bogotá).</p>	<p>Localmente bastante común en bosques húmedos en bordes y en laderas arbustivas o alrededor de setos y jardines de flores cerca de casas campestres (Hilty y Brown, 2009).</p>
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción de su hábitat.	
<b>Colibrí colilargo mayor (<i>Lesbia victoriae</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	 <p style="font-size: small; text-align: right;">Sergio Alejandro D.C.</p> <p>Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/8244913">https://colombia.inaturalist.org/observations/8244913</a></p>
<p><b>Orden:</b> Apodiformes</p> <p><b>Familia:</b> Trochilidae</p> <p><b>Género:</b> <i>Lesbia</i></p> <p><b>Especie:</b> <i>L. victoriae</i></p>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<p><b>IUCN:</b> LC</p> <p><b>CITES:</b> II</p> <p><b>Categoría nacional:</b> No registra</p>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>Colibrí pequeño con cola excepcionalmente larga. Mayormente verde con el pico bastante corto y ligeramente curvado. La cola larga del macho es sorprendente. Los sexos son parecidos, pero las hembras tienen más manchas abajo y tienen una cola más corta. Podría confundirse con Long-tailed Sylph, pero Trainbearer ocurre en hábitats secos, matorrales, áreas abiertas, no en bosques</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA:</b>




Ficha ecológica de aves	
<p>Se distribuye por la cordillera de los andes desde Colombia hasta Perú, En Colombia se encuentra en la cordillera oriental, desde norte de Santander hasta latitud Bogotá en altitudes entre los 2600-4000 msnm (Hilty &amp; Brown, 2009).</p>	<p>Habita en sabanas, bosques de galería y bordes de selva de tierras bajas. También utiliza áreas abiertas con árboles dispersos, plantaciones y en ocasiones áreas suburbanas (Hilty &amp; Brown, 2009).</p>
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
<p>Destrucción de su hábitat.</p>	
<b>Pibí boreal (<i>Contopus cooperi</i>)</b>	
<p><b>TAXONOMÍA</b></p> <p><b>Orden:</b> Passeriformes <b>Familia:</b> Tyrannidae <b>Género:</b> <i>Contopus</i> <b>Especie:</b> <i>C. cooperi</i></p> <p><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b></p> <p><b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> No registra <b>Categoría nacional:</b> No registra</p>	 <p style="text-align: center;">Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/125219022">https://colombia.inaturalist.org/observations/125219022</a></p>
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<p>Mosquero rechoncho que casi siempre se posa visiblemente en una percha alta y expuesta con una postura erguida. Desde el frente, busca los lados oscuros creando un chaleco, con una franja blanca desde la garganta hasta el vientre. Los parches blancos en los lados de la rabadilla a veces son visibles desde atrás. Parecido a otros pewees, pero más grande, con pico más largo y con chaleco más contrastante Hilty &amp; Brown, 2009).</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA:</b>
<p><b>Distribucion mundial:</b> Presente en el norte y occidente de Norte America. Inverna principalmente en el norte y occidente se Sudamérica, desde Venezuela hasta el Sureste de Perú y el Norte de Bolivia.</p> <p><b>Distribucion nacional:</b> presente en la sierra Nevada de Santa Marta, Snia del Perijá y Los Andes Hilty &amp; Brown, 2009)</p>	<p>Migratorio y residente de invierno, relativamente común, Habita en bordes de bosque y áreas abiertas, principalmente piedemontes y montañas (Hilty &amp; Brown, 2009)</p>

Ficha ecológica de aves	
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción de su hábitat.	
<b>Chirlobirlo (<i>Sturnella magna</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Orden:</b> Passeriformes <b>Familia:</b> Icteridae <b>Género:</b> Sturnella <b>Especie:</b> <i>S. magna</i>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>IUCN:</b> NT <b>CITES:</b> No registra <b>Categoría nacional:</b> No registra	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Mide entre 21 y 22,5 cm de longitud. Los adultos tienen las partes inferiores de color amarillo con una "V" negra en el pecho y con flancos blancos con rayas negras. La parte superior es principalmente de color castaño con rayas negras. Tienen un pico puntiagudo. La cabeza presenta franjas de delante hacia atrás, alternando el negro con colores claros, como el blanco, amarillento y el castaño claro (Ossa & Carrera, 2019).	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA:</b>
En Colombia se encuentra desde la Sierra Nevada de Santa Marta (hasta 2700 m) hasta la base oeste de la Cordillera Oriental cerca de Aguachica. Desde tierras altas de la Cordillera Oriental sur hasta las cabeceras del Valle del Magdalena en San Agustín. También se encuentra en la vertiente este de la Cordillera Central en el parque nacional natural Puracé, este de los Andes sur hasta el sur del Meta. (Palacio R. D., 2010)	Habitan en sabanas húmedas desde paramo bajo, límites de vegetación arbórea hacia abajo. (Palacio R. D., 2010)
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción creciente de su hábitat.	
<b>Monjita bogotana (<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>)</b>	
<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Orden:</b> Passeriformes <b>Familia:</b> Icteridae	

Ficha ecológica de aves	
<p><b>Género:</b> <i>Chrysomus</i> <b>Especie:</b> <i>C. icterocephalus bogotensis</i></p>	
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<p><b>IUCN:</b> No registra <b>CITES:</b> No registra <b>Categoría nacional:</b> No registra</p>	
<p>Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021</p>	
CARACTERÍSTICAS	
<p>El macho es un poco más grande que la hembra, su plumaje también es distinto, el macho es negro con capucha amarilla (cabeza y cuello) mientras que la hembra es de color marrón-oliva opaco con el contorno del ojo y la garganta amarillo pálido. Su área facial es café amarilloso también sin brillo. El resto del plumaje, en la parte inferior, es amarillo oliva, un poco más oscura sobre el vientre.</p>	
DISTRIBUCIÓN	HÁBITAT Y ECOLOGÍA:
<p>En el altiplano cundiboyacense existe una población aislada perteneciente a la subespecie <i>C. i. bogotensis</i>, la cual es endémica de esta región.</p>	<p>Común en pantanos de agua dulce, tierras inundadas, humedales y orillas de ríos, especialmente en regiones abiertas.</p>
PRINCIPALES AMENAZAS	
<p>La subespecie endémica <i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>, la cual, pese a no encontrarse amenazada, enfrenta la presión provocada por el parasitismo nidial comprobado, ejercido por parte del Chamón <i>Molothrus bonariensis</i> (Naranjo 1997).</p>	
Buho rayado ( <i>Asio clamator</i> )	
TAXONOMIA	
<p><b>Orden:</b> Strigiformes <b>Familia:</b> Strigidae <b>Género:</b> Asio <b>Especie:</b> <i>A. clamator</i></p>	
ESTADO DE CONSERVACION	


Ficha ecológica de aves	
<p><b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> II <b>Categoría nacional:</b> No registra</p>	 <p>© Grupo Monitoreo Biodiversidad SDA, Bogotá D.C., Colombia,</p> <p>Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/72531020">https://colombia.inaturalist.org/observations/72531020</a></p>
CARACTERISTICAS	
<p>Mide de 30 a 38 cm, el macho pesa de 320 a 350 g y la hembra de 400 a 500 g. Presenta ojos oscuros y pico gris. Tiene disco facial principalmente blanco bordeado de negro con penachos auriculares notoriamente largos de color negro. Sus partes superiores son de color ante canela con estriado y vermiculado negruzco. Sus plumas de vuelo y cola presentan barrado de color café hollín. Su pecho y vientre son de color ante con estrías negras.</p>	
DISTRIBUCIÓN	HÁBITAT Y ECOLOGÍA
<p><b>DISTRIBUCION MUNDIAL:</b> Se encuentra desde el sur de México y por Centroamérica hasta el sur de Brasil, norte de Argentina y Uruguay.</p> <p><b>DISTRIBUCION NACIONAL:</b> Se encuentra hasta 1700 m de altura sobre el nivel del mar en la Costa Caribe desde el Atlántico hacia el oriente hasta la región de Santa Marta y hacia el sur hasta el valle medio y alto del río Magdalena También en el valle medio y alto del río Cauca y al oriente de los Andes en Norte de Santander, Arauca y desde el río Casanare hasta el occidente del Meta</p>	<p>Habita en áreas abiertas y pantanosas con árboles y arbustos dispersos. También utiliza bosques húmedos, bosques riparios y en ocasiones puede ser observada en áreas urbanas y campos de cultivo</p>
PRINCIPALES AMENAZAS	
<p>Destrucción de su hábitat natural.</p>	
Buho sabanero ( <i>Asio flammeus</i> )	
TAXONOMIA	


Ficha ecológica de aves	
<b>Orden:</b> <b>Familia:</b> <b>Género:</b> <b>Especie:</b>	
<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>	Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021
<b>IUCN:</b> <b>CITES:</b> II <b>Categoría nacional:</b> No registra	
<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</b>
<p><b>DISTRIBUCION MUNDIAL:</b> Esta especie se distribuye extensamente por el viejo mundo, Islandia, Norteamérica, Hawaii y Suramérica. Las poblaciones del norte migran hacia Centroamérica, Asia y África.</p> <p><b>DISTRIBUCION NACIONAL:</b> En Colombia se encuentra desde 500 m hasta 2600 m de altura sobre el nivel del mar y ha sido registrado en la parte alta del valle del río Cauca, la Sabana de Bogotá y al oriente de los Andes en el sur del Meta.</p>	<p>Esta especie habita en áreas abiertas como potreros, sabanas y páramos. También en bosques montañosos.</p>
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción de su hábitat natural.	
<b>Currucutú común (<i>Megascops choliba</i>)</b>	
<b>TAXONOMIA</b>	<b>REPORTADO POR ENTREVISTA</b>
<b>Orden:</b> Strigiformes <b>Familia:</b> Strigidae <b>Género:</b> Megascops <b>Especie:</b> <i>M. choliba</i>	
<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>	
<b>IUCN:</b> LC	

Ficha ecológica de aves	
<p><b>CITES:</b> II</p> <p><b>Categoría nacional:</b> No registra</p>	 <p>© Grupo Monitoreo Biodiversidad SDA, Bogotá D.C., Colombia,</p> <p>Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/125161859">https://colombia.inaturalist.org/observations/125161859</a></p>
CARACTERÍSTICAS	
<p>Su longitud total varía de 225 mm (macho) a 240 mm (hembra). Presenta un disco o máscara facial bordeada de negro por detrás y penachos auriculares pequeños, aunque evidentes que puede levantar o replugar como si fueran orejas. Su coloración dorsal es parda con estrías negras y manchitas canelas; por debajo es blanco también con estrías negras y un borrado ondulado con el tono canela difundido en todas.</p>	
DISTRIBUCIÓN	HÁBITAT Y ECOLOGÍA
<p><b>DISTRIBUCION MUNDIAL:</b> Se encuentra desde Costa Rica hasta el nororiente de Argentina, Paraguay y sur de Brasil.</p> <p><b>DISTRIBUCION NACIONAL:</b> Se encuentra en todo el territorio nacional excepto en la vertiente pacífica de la cordillera Occidental (Hilty &amp; Brown, 2019).</p>	<p>Habita en sabanas, bosques de galería y bordes de selva de tierras bajas. También utiliza áreas abiertas con árboles dispersos, plantaciones y en ocasiones áreas suburbanas (Hilty &amp; Brown, 2019).</p>
PRINCIPALES AMENAZAS	
<p>Destrucción de su hábitat natural.</p>	

### *Herpetos*

Ficha ecológica de Herpetos	
<p><b>Serpiente sabanera (<i>Atractus crassicaudatus</i>)</b></p>	
TAXONOMIA	<p><b>REPORTADO POR ENTREVISTA</b></p>
<p><b>Orden:</b> Squamata</p>	
<p><b>Familia:</b> Colubridae</p> <p><b>Género:</b> Atractus</p>	

Ficha ecológica de Herpetos	
<b>Especie:</b> <i>A. crassicaudatus</i>	 <p style="font-size: small; text-align: center;">© Omar Javier López Gómez.</p>
<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>	
<b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> No registra <b>Categoría nacional:</b> No registra	
Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/136832197">https://colombia.inaturalist.org/observations/136832197</a>	
CARACTERISTICAS	
<p>Los adultos alcanzan una longitud entre 400 y 440 mm. Presenta dimorfismo sexual, las hembras exhiben una longitud mayor que los machos y estos presentan la longitud de la cola y el número de escamas subcaudales superior a las hembras. El cuerpo es cilíndrico y la cabeza es pequeña y escasamente distinguible del cuello; el ojo es pequeño con la pupila redonda o verticalmente subelíptica. Esta especie se caracteriza por tener seis escamas supralabiales, siete infralabiales, de las cuales tres entran en contacto con las mentonianas, y generalmente cuatro líneas de escamas gulares. Los hemipenes presentan un surco espermático bifurcado de manera distal, ligeramente bilobulado, semicapitado y semicaliculado, y sin proyecciones lobulares laterales. Presenta una enorme variabilidad en patrones de coloración, con algunos patrones más abundantes, de dorso negro con algunas líneas generalmente transversales distribuidas irregularmente de color amarillo claro, con el vientre en una mezcla equilibrada de amarillo y negro. Algunos individuos presentan el mismo patrón remplazando la parte más clara (amarilla) por rojos, ocre, grises o naranjas o pueden presentar la totalidad del cuerpo en los colores mencionados anteriormente, sin el patrón de diferenciación dorso-ventral, llegando a ser monocromáticos con el pigmento negro muy difuso o totalmente ausente, sin embargo, la región vertebral se mantiene siempre más oscura</p>	
DISTRIBUCIÓN	HÁBITAT Y ECOLOGÍA
<b>DISTRIBUCION NACIONAL:</b> Especie endémica de Colombia, presente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Meta, en tierras altas entre 2000 y 3200 m s. n. m	Suele habitar lugares con cuerpos de agua, como los humedales, laderas de los ríos y potreros con alta humedad. Esta serpiente es de clima frío, se ve normalmente en las épocas lluviosas reptando por el suelo o trepando por los árboles
PRINCIPALES AMENAZAS	
Destrucción de su hábitat natural.	
Rana Sabanera ( <i>Dendropsophus molitor</i> )	
TAXONOMIA	REPORTADO POR DETECCIONES AUDITIVAS
<b>Orden:</b> Anura	
<b>Familia:</b> Hylidae	
<b>Género:</b> <i>Dendropsophus</i>	

Ficha ecológica de Herpetos	
<b>Especie:</b> <i>D. molitor</i>	 <p>© Omar Javier López Gómez, Fuente: <a href="https://colombia.inaturalist.org/observations/138575701">https://colombia.inaturalist.org/observations/138575701</a></p>
<b>ESTADO DE CONSERVACION</b>	
<b>IUCN:</b> LC <b>CITES:</b> No registra <b>Categoría nacional:</b> No registra	
<b>CARACTERISTICAS</b>	
<p>Mide entre 50mm LRC a 70 mm LRC. El dorso presenta manchas arrosetadas que varían desde verde-pardo scuro hasta verde oliva o verde esmeralda, sobre un fondo pardo oscuro o pardo amarillo. En algunos casos es verde en su totalidad, sobre todo en los machos o en los ejemplares jóvenes de ambos sexos</p>	
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</b>
<b>DISTRIBUCION NACIONAL:</b> Es una especie endémica de Colombia. Se encuentra en la Cordillera Oriental de Colombia y su distribución geográfica comprende los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander, entre los 2.000 y 3.600 msnm	Sus hábitats naturales son subtropical o tropical de gran altitud, habita matorrales, arbustos dominada por los humedales, pantanos, agua dulce pantanos, marismas intermitentes de agua dulce, pastos, plantaciones, jardines rurales, áreas urbanas, y tierras agrícolas inundadas estacionales
<b>PRINCIPALES AMENAZAS</b>	
Destrucción de su hábitat natural.	


#### 5.3.3.2.6.2 Mamíferos

En la tabla a continuación, se presenta la ficha ecológica de las especies de mamíferos con importancia reportadas.

Tabla 347 – Ficha ecológica Mamíferos

Ficha ecológica mamíferos	
Murciélago canoso ( <i>Aeorestes cinereus</i> )	
<b>TAXONOMÍA</b>	
<b>Orden:</b> Chiroptera	
<b>Familia:</b> Vespertilionidae	
<b>Género:</b> <i>Lasiurus</i>	



<p><b>Especie:</b> <i>L. cinereus</i></p>	 <p>Fuente: Jose G. Martinez-Fonseca, 2011</p>
<p><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b></p>	
<p><b>IUCN:</b> Preocupación menor (LC) <b>CITES:</b> No registrada <b>Categoría nacional:</b> No registrada <b>Migración:</b> Latitudinal, Longitudinal y Altitudinal.</p>	
<p><b>CARACTERÍSTICAS</b></p>	
<p>Tamaño mediano, largo de cabeza y cuerpo de 62-95 mm, antebrazo entre 45-55 mm y peso entre 17-22 g. El pelaje es suave y largo en el dorso, extendiéndose sobre la membrana caudal. Coloración desde café oscuro, café rojizo a grisáceo, con blanco plateado dando apariencia de escarchado. El rostro es corto y ancho y las orejas con forma de rombo. Especie insectívora que se refugia entre las hojas de los árboles. Común en la zona de los valles interandinos, puna y tierras bajas del bosque seco.</p>	
<p><b>DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>HÁBITAT Y ECOLOGÍA:</b></p>
<p>En Colombia se encuentra desde los 1700 hasta los 3500 m.s.n.m, esta especie habita las regiones norte, centro y occidente del país. Boyacá: Soatá, Cundinamarca: Bogotá, cerro de Monserrate (Sanborn y Crespo, 1957, Tamsitt et al., 1964) Choachí (Sanborn y Crespo, 1957): Fomeque (Sanborn y Crespo, 1957) Magdalena Bonda (Allen, 1900). Tolima: Honda (Sanborn y Crespo, 1957).</p>	<p>Estos murciélagos se localizan en una amplia variedad de hábitats del bosque primario no perturbado, bosques secos y bosques del norte. Viven solitarios entre el follaje que bordea el bosque o pegados a las ramas de los árboles. Se alimentan especialmente de polillas. Los murciélagos de esta especie tienen gran capacidad para resistir los cambios de temperatura y se presume que son migratorios. Algunos especímenes han resultado positivos para el virus de la rabia. Se han encontrado fósiles del Pleistoceno Tardío en México (Kurtén y Anderson, 1980).</p>
<p><b>PRINCIPALES AMENAZAS</b></p>	
<p>Pérdida y fragmentación del hábitat.</p>	

#### 5.3.3.2.7 Fauna reportada en patio de almacenamiento y prefabricados

##### ► Aves

Para la zona, según las fuentes consultadas, se registran 26 especies de 20 familias taxonómicas distribuidas en 11 Ordenes. Lo anterior, denota una representatividad del 10,4% del total de especies de aves registradas para la ciudad de Bogotá, según (Asociación Bogotana de Ornitología, 2019). De las 26 especies presentes en el Patio Taller, 3 están reportadas en los Apéndices CITES (CITES, 2021), además 4 están registradas como aves migratorias según el Plan Nacional de las Especies Migratorias (MAVDT, 2009).

► Mamíferos

Según (Calvachi & Guarnizo, 2003) son veinte las especies de mamíferos observados en el Distrito Capital y que se consideran habitantes de los humedales de la Sabana de Bogotá. Al consultar las fuentes de información secundarias de humedales ubicados en las localidades dentro del área de influencia, se recuperó la información referente a 13 especies.

De acuerdo con las fuentes consultados, para la zona del Patio Taller es posible registrar 13 especies de mamíferos. La familia Muridae sería la de mayor riqueza con 3 especies, seguida de la familia Didelphidae y Phyllostomidae con 2 especies.

► Reptiles

A partir de la información secundaria consultada, se observa que, para la zona del Patio Taller, se pueden observar tres especies de Reptiles, agrupadas en 2 familias taxonómicas. Dichas especies corresponden a las especies *Atractus crassicaudatus*, y *Erythrolamprus epinephalus* de la familia Colubridae, y la especie *Anolis heterodermus* de la familia Dactyloidae.

Todas las especies de Reptiles de Posible ocurrencia son de hábitos carnívoros. La especie *Atractus crassicaudatus*, basa su alimentación principalmente en lombrices de Tierra, aunque pueden consumir también artrópodos como opiliones y otros invertebrados que se encuentran en su microhábitat. (Lynch & Rengifo, 2001). Respecto a la especie *Anolis heterodermus*, es una especie de movimientos lentos y hábitos oportunistas, pues es un forrajeador pasivo que espera pacientemente su presa. Esto limita su dieta a escarabajos y abejas que se acercan a polinizar las flores de los arbustos que utiliza.

► Anfibios

Con el fin de aproximarse a la composición de anfibios en la zona del Patio Taller, se consultó estudios ecológicos, y Planes de Manejo Ambiental de los humedales presentes en las localidades ubicadas dentro del área de influencia. A demás se generó la Alerta temprana de Biodiversidad en la herramienta (Tremarctos Colombia 3.0, 2021). A partir de estas fuentes de información, se obtuvo que para la zona del Patio Taller presumiblemente se pueden registrar tres especies de anfibios. Dichas especies corresponden a *Dendrosophus labialis*, *Hyloxalus subpunctatus* y *Rhinella marina*. Dentro de las especies registradas 2 son endémicas para Colombia.

#### 5.3.3.2.8 Conclusiones

En cuanto al componente de fauna el área de influencia se caracteriza por ser un territorio con alta intervención la cual en su gran mayoría se encuentra ubicada en una matriz urbana, evidenciando que la mayor extensión del All está compuesta por tejido urbano continuo (Ciudad capital – 61.64%) mientras que las zonas verdes están compuestas por parques urbanos (9,53%), otras zonas verdes urbanas (1,32%) y rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas (2,03%). Debido a la alta transformación del área, estas coberturas en conjunto proporcionan hábitat a una cantidad de especies de fauna silvestre no muy diversa (57 especies) siendo en su mayoría especies de aves.

Las aves son el grupo más representativo en el área con 52 especies, concordando con lo registrado en el territorio colombiano, siendo el país con mayor diversidad de especies de aves a nivel mundial; las especies registradas son principalmente generalistas de hábitat y se observaron especialmente en los parques urbanos y las rondas de cuerpos de agua asociados particularmente a elementos arbóreos y arbustivos de estas coberturas, los cuales son utilizados para perchar, descansar, forrajear y construir nidos. Para el grupo de las aves se registraron 12 especies de aves migratorias, ocho (8) migratorias boreales y tres (3) especies migratorias australes.

Por otro lado, los herpetos registran dos especies un anfibio que se detectó auditivamente en el polígono del humedal La Vaca cercano a Tramo 1 y la serpiente sabanera que corresponde al único reptil reportado y cuyo registro se hizo mediante entrevistas informales a la comunidad, para los mamíferos se registraron 3 especies mediante el uso de equipos de grabación bioacústica y dos especies por entrevistas informales, el bajo registro tanto de mamíferos como de herpetos puede deberse a que son especies con una mayor especificidad de hábitat, estando estrechamente relacionadas con hábitats menos perturbados y frecuentemente son más susceptibles a cualquier cambio en su entorno.

Dentro de los análisis de preferencia de hábitat realizados, el grupo de aves es el único que se registró en todos los hábitats evaluados dentro del estudio; adicionalmente, de acuerdo con el índice el Simpson la cobertura de Pastos limpios es la que tiene los registros de riqueza más alto y la cobertura de separadores viales tiene el índice calculado más bajo.

En cuanto a los gremios tróficos se evidenció que en su mayoría las especies registradas corresponden a especies insectívoras o granívoras esto es concordante con la estructura vegetal de la zona en donde se ofrecen espacios abiertos cercanos a un cuerpo de agua en donde los animales insectívoros pueden capturar alimento y además una zona amplia de pasto en donde las especies granívoras forrajeaban constantemente. Dentro de las especies de importancia por su distribución o grados de amenaza en el Área de Influencia solo se reporta dos especies endémicas correspondientes a la serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*) y a la rana (*Dendropsophus molitor*) además de la monjita pantanera (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*) y 12 especies de aves migratorias y una (1) especie de mamífero migratoria que corresponde al murciélago canoso (*Aeorestes cinereus*)

Por otro lado, con respecto a las especies vulnerables no se registró ninguna especie en las categorías de amenaza a nivel nacional (Resol. 1912, 2017) y global, (UICN, 2021-2) sin embargo, las especies *Sturnella magna* y *Contopus cooperi* se encuentran incluidas en las listas de la UICN como especies casi amenazadas (NT). En cuanto a especies CITES se registraron nueve (9) especies incluidas en el Apéndice II seis (6) especies de aves rapaces de las familias Accipitridae, Strigidae, y tres (3) especies de colibríes (Trochilidae),

Dentro del área de influencia se identificó el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá el cual se identifica con base en criterios técnicos que consideran la presencia de especies de aves que de una manera u otra son prioritarias para la conservación (Matalla & Areiza, s.f.), dentro de esta área se registraron siete (7) especies que solo fueron avistadas en este sector, las cuales pertenecen a los órdenes *Strigiformes*, *Charadriiformes*, *Passeriformes*.

## 5.4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

En el presente documento se exponen las restricciones ambientales para la ejecución del Proyecto y por medio de la zonificación ambiental, se presenta la identificación de las zonas ambientalmente sensibles e importantes obteniendo como resultado una representación cartográfica. Mediante el software ArcGis Desktop con el programa ArcMap Versión 10.8.1. La zonificación ambiental del medio socioeconómico se aborda en el capítulo 9 Desarrollo del medio socioeconómico.

### 5.4.1 Aspectos metodológicos

La zonificación ambiental se sustentó en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS y ANLA, 2018), en la Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental (Delgado, 2012), y en las consideraciones contractuales establecidas en el Apéndice Técnico AT 15 (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS))

De acuerdo con el (MADS y ANLA, 2018), la zonificación ambiental consiste en la especialización ponderada de variables temáticas, obtenidas de la caracterización ambiental (escenario sin proyecto), analizando y valorando (cualitativa y cuantitativamente) los componentes y medios que conforman las áreas de influencia del proyecto, para posteriormente entrar a realizar la categorización y priorización de aquellos factores que determinan la sensibilidad o significancia ambiental de un lugar, tal proceso descrito anteriormente se desarrolla con el apoyo del programa ArcMap Versión 10.8.1.

Se podría decir que, la zonificación ambiental es la síntesis de la caracterización o línea base, de la cual se obtiene una visión global de las condiciones actuales de los ecosistemas, recursos naturales y en general, de los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos, luego de sectorizar cada uno de los factores que determinan la sensibilidad del área de estudio (ver siguiente figura).

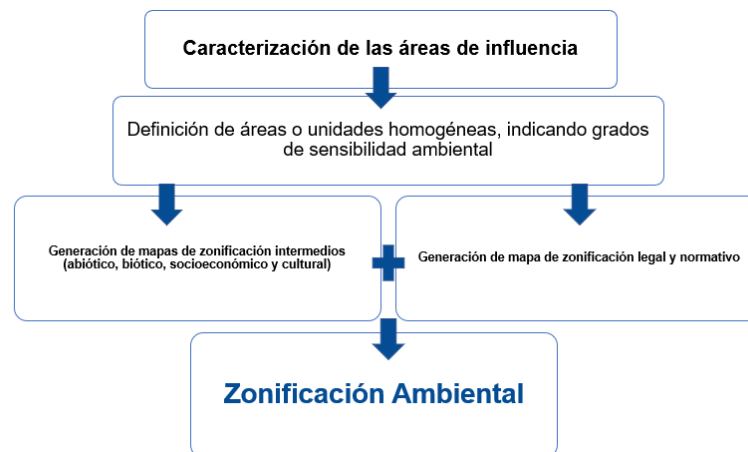


Figura 513 Estructura metodológica aplicada por la Zonificación Ambiental

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Para cada componente sujeto al proceso de zonificación y del marco normativo, se seleccionaron los elementos representativos para las áreas de influencia, los cuales se definen como aquellos que son susceptibles a presentar alteraciones o modificaciones respecto a su estado, funciones ecosistémicas, servicios ambientales y/o sociales actuales; para así establecer una descripción general del área en términos de Sensibilidad e Importancia. Estas categorías de sensibilidad e importancia se presentan a continuación.

De acuerdo con lo expuesto por (Delgado, 2012), en la obtención de la zonificación ambiental final, se tiene en cuenta la suma aritmética de los diferentes medios evaluados para el proyecto, en concordancia con la ecuación siguiente:

$$ZA = \int \left\{ \left( \sum F, B, S, MLN \right) \right\}$$

Dónde

ZA= Zonificación Ambiental.

F= Zonificación del medio físico.

B= Zonificación del medio biótico.

S= Zonificación del medio socioeconómico.

MLN=Zonificación del Marco Legal y Normativo

A partir de la suma anterior, se define una nueva clasificación para la zonificación ambiental que se presenta en la siguiente tabla, de acuerdo con las sensibilidades.

Tabla 348 – Niveles de sensibilidad para la Zonificación ambiental

Rango	Sensibilidad
1 - 4	Muy Alta
5 - 8	Alta
9 - 12	Media
13 - 16	Baja
17 - 20	Muy Baja

Fuente: (Delgado, 2012). Adaptado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021.

#### 5.4.1.1 Sensibilidad ambiental

Para establecer la sensibilidad ambiental de las áreas de influencia del presente EIAS, se considera la capacidad intrínseca del elemento del sistema (Elemento natural, ecosistema, comunidad u otro) a ser alterados o modificados en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él, siendo más sensible el que es alterado con una leve intervención, presentando mayores dificultades para recuperarse o volver a su estado original. De acuerdo con lo anterior se establecieron cinco (5) categorías que explican esta capacidad de la siguiente manera (Ver siguiente tabla).

Tabla 349 – Categorías de Sensibilidad ambiental

Nivel de Sensibilidad	Valor	Descripción
Muy baja	1	Corresponde al elemento del sistema (Elemento natural, ecosistema o comunidad) que es muy poco susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas y que tienen capacidad para retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.
Baja	2	Elementos del sistema (Elemento natural, ecosistema o comunidad) poco susceptibles a ser alterados o modificados en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas; que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Son tolerantes a la perturbación con buena capacidad de recuperación por mecanismos naturales en el mediano plazo de forma natural.
Media	3	Los elementos del sistema (Elemento natural, ecosistema o comunidad) son moderadamente susceptibles de ser alterado o modificados en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas. tienen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el mediano plazo implementando medidas de prevención.
Alta	4	Componentes del sistema (Elemento natural, comunidad o ecosistema), susceptibles de ser alterados o modificados en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves y que poseen baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.
Muy alta	5	Los elementos del sistema (Elemento natural, comunidad o ecosistema) son muy susceptibles de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves; poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.

Fuente: Guía para la Elaboración de Estudios Ambientales Anexo 3. Zonificación Ambiental en áreas de interés petrolero, 2015. Adaptado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.1.2 Elementos de evaluación y análisis

La zonificación ambiental se realiza de acuerdo con los atributos, parámetros y ponderaciones para los medios, asignado a cada uno de ellos, además de tener en cuenta la normatividad ambiental vigente. En este sentido, se tienen en cuenta cuatro (4) aspectos con el fin de desarrollar la zonificación ambiental, y en cada uno se analizaron los criterios representativos mediante la integración espacial y el procesamiento de capas que se desarrolla con el apoyo de las herramientas GIS mediante el programa ArcMap Versión 10.8.1.

Tabla 350 – Medios y Aspectos considerados para la zonificación ambiental

Marco normativo y reglamentario	Abiótico	Biótico	Socioeconómico <sup>3</sup>
Áreas fuente de contaminación ambiental	Amenaza por movimiento en Masa	Coberturas Terrestres	Actividad Dotacional
Reglamentación del Uso del Suelo y Áreas de Actividad	Amenaza por Inundación	Coberturas Asociadas a Hábitats	Dimensión Cultural
	Amenaza por Actividad Sísmica		Áreas de importancia social y vulnerabilidad
	Amenaza por avenidas torrenciales		Sector Económico
			Corredores Viales y Zonas de Movilidad

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.2 Zonificación del marco Legal y Normativo

La zonificación del marco legal y normativo se concibe como una capa inicial, de tal manera que se pueda observar la zonificación con las restricciones o exclusiones que determinan las normas o leyes vigentes, con carácter independiente de la zonificación intermedia.

##### 5.4.2.1 Estructura Ecológica Principal – EPP

La Estructura Ecológica Principal – EEP está definida según el Decreto No. 555 de 29 de diciembre del 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá” Artículo 41 se define la Estructura Ecológica Principal es ordenadora del territorio y garante de los equilibrios ecosistémicos para un modelo de ocupación en clave de sostenibilidad ambiental regional. Esta estructura está constituida por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. Se configura a partir de la integración de las áreas de origen natural y antrópico, las cuales mantienen una oferta ambiental significativa para sus habitantes y de otras formas de vida de la ciudad y la región.

<sup>3</sup> Esta zonificación es abordada en el capítulo 9 Desarrollo del medio socioeconómico.

#### 5.4.2.2 Sistema de áreas protegidas del Distrito Capital

El plan de Ordenamiento territorial (POT) clasifica en su Artículo 55 al Humedal La Vaca como parte de las Reservas Distritales de Humedal., las cuales son áreas definidas geográficamente que, por su funcionalidad ecosistémica, aportan a la conservación del hábitat de especies y poblaciones. Estas áreas se constituyen como una unidad ecológica de manejo, compuesta por la franja acuática, litoral y terrestre. Estas áreas serán reconocidas como sistemas socioecológicos, las cuales según el Artículo 51 están inmersas dentro del Sistema Distrital de áreas protegida. Las áreas protegidas declaradas por los órdenes regional o nacional hacen parte del Sistema Distrital de áreas protegida, para efectos de planificación e inversión, acogiendo el régimen de usos, planes de manejo y reglamentos específicos establecidos para cada una por la autoridad ambiental competente.

En el All se identifica dentro de esta categoría, el Humedal de La Vaca, localizado en la localidad Kennedy, a 38 m del AID (Tramo WF1). Si bien, el humedal no será intervenido por el proyecto, se identifica dentro del All, tal como se relaciona en la tabla y figura siguiente.

Tabla 351 - Sensibilidad por usos según POT en las áreas de influencia

Categoría	Nombre	Nivel asignado de sensibilidad	Área All Biótica
Reservas Distritales de Humedal	Humedal de La Vaca	Muy alta	2,25

\*El All biótica fue definida bajo el criterio de incorporar la totalidad del Humedal: 2,25 Ha

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021



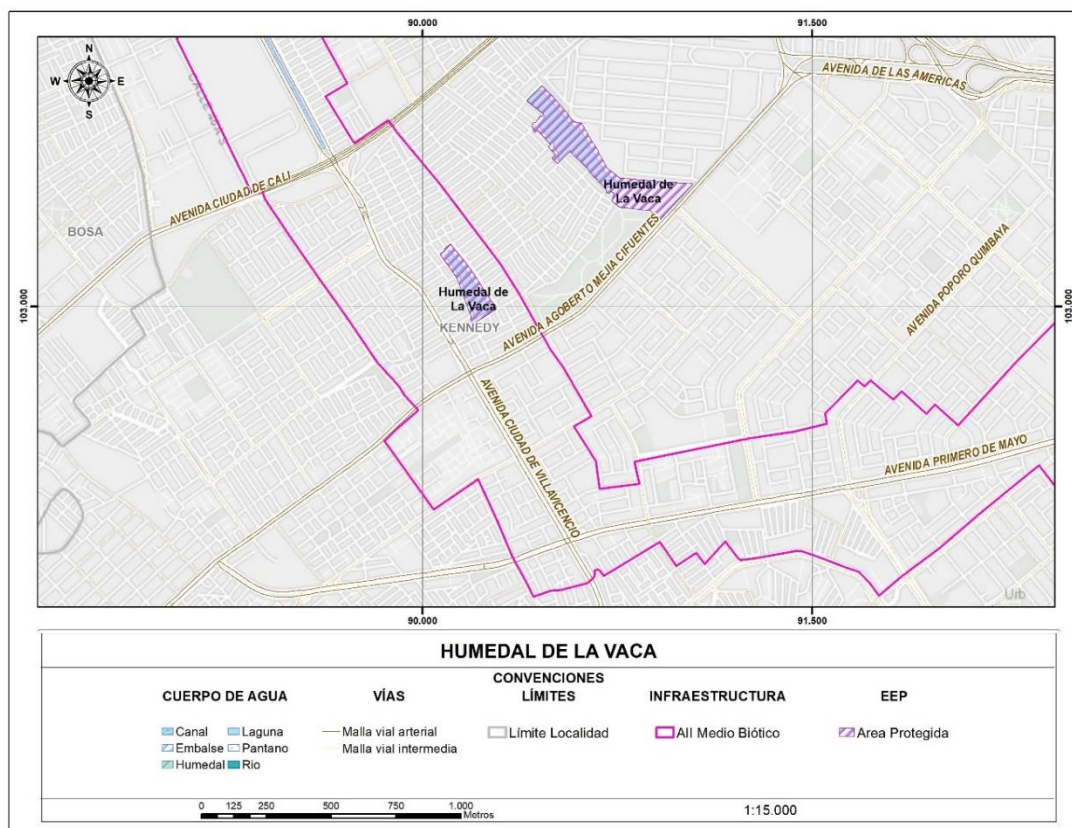


Figura 514 Humedal La Vaca

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

#### 5.4.2.2.1 Parques contemplativos y de la red estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de borde

De acuerdo con el Decreto 555 de 2021, Artículo 67, los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde. Son las áreas destinadas a las actividades de disfrute ambiental y conservación y actividades recreativas y deportivas al interior del suelo urbano y rural, las cuales deben mantener la funcionalidad y la conectividad ecológica de la Estructura Ecológica Principal. En el All se identifican mediante la intersección y espacialización cartográfica con herramientas GIS (ArcGis Desktop) los Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde, tal como se indica en la Tabla 371 y los que se encuentran en el AID se relacionan en la siguiente tabla. En general, estos parques son categorizados con una sensibilidad alta.

Tabla 352 – EEP de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde en el AII del Medio Abiótico y Medio Biótico

Categoría	Nombre	Localidad	Nivel asignado de sensibilidad	All Biótica (ha)
Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Áreas para la adaptación al cambio climático	Kennedy	Alta	47,24
	Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá	Kennedy	Alta	7,74
	El Porvenir	Kennedy	Alta	11,56
	El Porvenir (Gibraltar)	Kennedy	Alta	65,86
	Tercer Milenio	Los Mártires	Alta	14,48
	Parque Nacional (Pm-2a) Enrique Olaya Herrera (Sector Histórico)	Teusaquillo	Alta	6,59

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

Tabla 353 – EEP de Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde en el AID del Medio Físico- biótico

Tramo	Categoría	Nombre	Localidad	AID Biótica (ha)
Tramo WF1	Parques contemplativos y de la Red Estructurante - que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá	Kennedy	0.0002
		Áreas para la adaptación al cambio climático		0.01
		El Porvenir (Gibraltar)		5.08
Tramo WF5		Tercer Milenio	Los Mártires	0.02

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

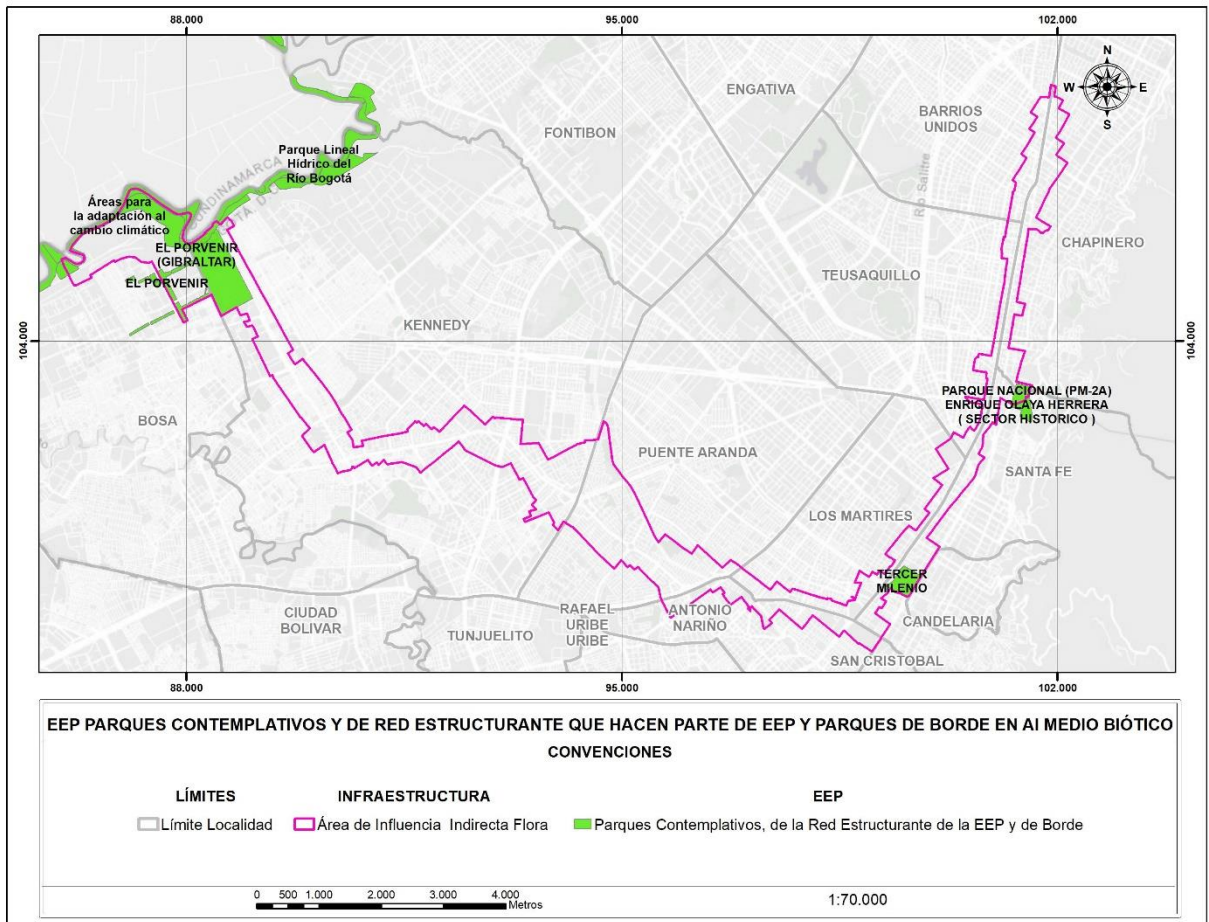


Figura 515 EEP de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde en el Área de Influencia del medio Biótico

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

#### 5.4.2.2.2 Sistema hídrico

El POT vigente (Decreto 555 de 2021), define en su Artículo 60 al sistema hídrico del Distrito Capital como una categoría del componente de áreas de especial importancia ecosistémica de la Estructura Ecológica Principal, el cual está compuesto por los cuerpos y corrientes hídricas naturales y artificiales el cual está compuesto por los cuerpos y corrientes hídricas naturales y artificiales y sus áreas de ronda, los cuales son:

- ▶ Nacimientos de agua y sus rondas hídricas.
- ▶ Ríos y quebradas y sus rondas hídricas.
- ▶ Lagos y lagunas.
- ▶ Humedales y sus rondas hídricas.
- ▶ Áreas de recarga de acuíferos.
- ▶ Cuerpos hídricos naturales canalizados y sus rondas hídricas.

- ▶ Canales artificiales.
- ▶ Embalses.
- ▶ Vallados

En el caso del Área de Influencia se identifican mediante la intersección y espacialización cartográfica con herramientas GIS (ArcGis Desktop), Cuerpos Hídricos Naturales tal y como se especifica a continuación:

#### 5.4.2.2.1 *Cuerpos hídricos naturales*

Según el Artículo 62 del POT (Decreto 555 de 2021) pertenecen a esta categoría los ríos y quebradas que son corrientes de agua naturales canalizadas o en estado natural que hacen parte del sistema de aguas continentales, dominado esencialmente por el flujo permanente o semipermanente de agua y sedimentos y en cuyo proceso se genera un conjunto de geformas asociadas que conforman el sistema fluvial.

Dentro del área de influencia se encuentran los siguientes Cuerpos Hídricos Naturales: Río Bogotá, Río Fucha o San Cristóbal y Río Arzobispo. En general, los cuerpos hídricos son categorizados con una sensibilidad alta.

Tabla 354 - Cuerpos Hídricos Naturales de la EEP en el AII del Medio Abiótico y Medio Biótico

Categoría	Nombre	Nivel asignado de sensibilidad	AII Biótica (ha)
Sistema hídrico Cuerpos Hídricos Naturales	Ríos	Alta	1,05
	Río Fucha o San Cristóbal	Alta	25,33
	Río Arzobispo	Alta	1,98

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

Tabla 355 - Cuerpos Hídricos Naturales de la EEP en el AID del Medio Físico- biótico

Categoría	Nombre	AID Biótica (ha)
Sistema hídrico Cuerpos Hídricos Naturales	Río Fucha o San Cristóbal	1,35

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

#### 5.4.2.2.2 *Cuerpos hídricos artificiales*

Según el Artículo 63 del POT pertenecen a esta categoría los Canales que son cauces artificiales que conducen aguas lluvias.

Dentro del área de influencia se encuentran los siguientes Cuerpos Hídricos Artificiales: Canal Albina, Canal Cundinamarca, Canal del río seco Sector 1 y Canal Arzobispo. En general, cuerpos hídricos son categorizados con una sensibilidad alta.

Tabla 356 - Cuerpos Hídricos Artificiales del EEP en el AII del Medio Abiótico y Medio Biótico

Categoría	Nombre	Nivel asignado de sensibilidad	AII Biótica (ha)
Sistema hídrico Cuerpos Hídricos Artificiales	Canal Cundinamarca	Alta	23,59
	Canal del río seco Sector 1	Alta	3,65
	Canal Albina	Alta	4,43
	Canal Arzobispo	Alta	2,45

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

Tabla 357 - Cuerpos Hídricos Artificiales del EEP en el AID

Categoría	Nombre	AID Biótica (ha)
Sistema hídrico Cuerpos Hídricos Artificiales	Canal Cundinamarca	2,04
	Canal del río seco Sector 1	0,20
	Canal Albina	0,33
	Canal Arzobispo	0,26

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

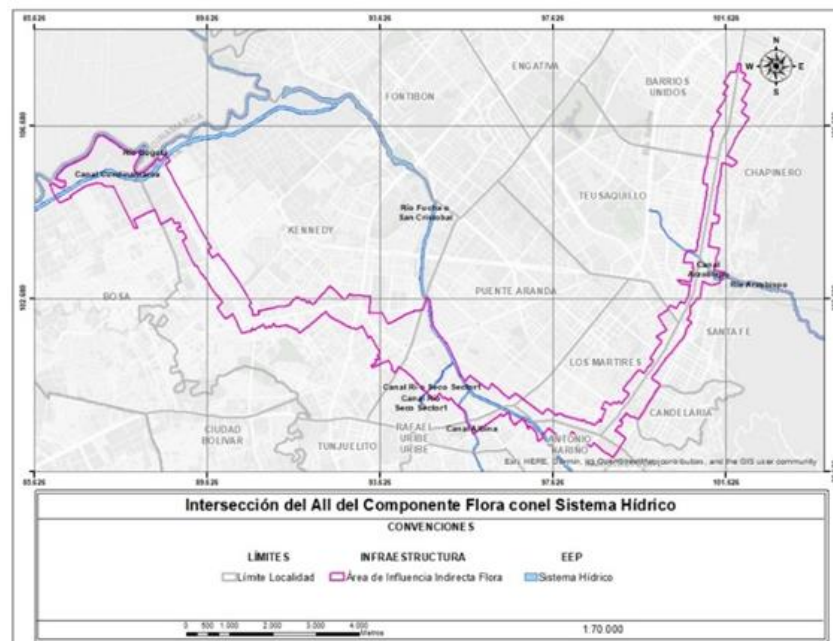


Figura 516 Sistema hídrico en el Área de Influencia (AI)

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

### 5.4.2.3 Conectores ecosistémicos

El POT en el Artículo 11 definió a los Conectores ecosistémico como estrategia de conectividad transversal que articula las tres escalas del modelo de ocupación del territorio, los conectores ecosistémicos están conformados por elementos de la Estructura Ecológica Principal y otras áreas que, por sus condiciones ambientalmente estratégicas, tienen características para conectar los atributos ecológicos del territorio urbano y rural del Distrito Capital y la región, y fortalecer la gestión socioambiental.

Su propósito está orientado a la gestión, manejo y consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incremento de la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital y la recuperación ambiental de los corredores hídricos, a través de acciones incluidas en el contenido programático del presente Plan.

Los Conectores ecosistémicos que se encuentran dentro del Área de Influencia son: Conector ecosistémico subcuena del río Fucha y Conector ecosistémico Virrey – Chicó.

Tabla 358 – Conectores ecosistémicos del EEP en el AII del Medio Abiótico - Biótico

Categoría	Nombre	Nivel asignado de sensibilidad	AII Biótica (ha)
Conectores ecosistémicos	Conector ecosistémico subcuena del río Fucha	Alta	57,93
	Conector ecosistémico Virrey - Chicó	Alta	93,65

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

Tabla 359 – Corredores Ecológicos del EEP en el AID del Medio Abiótico- Biótico

Categoría	Nombre	AID Biótica (ha)
Conectores ecosistémicos	Conector ecosistémico subcuena del río Fucha	1,74
	Conector ecosistémico Virrey - Chicó	13,02

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

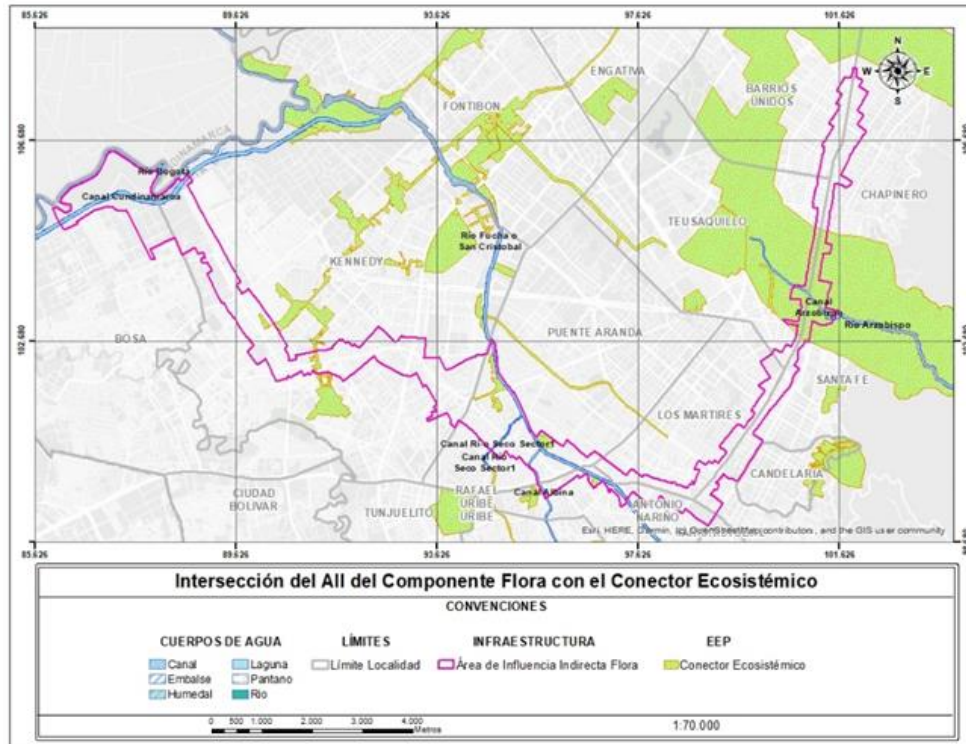


Figura 517 Conectores ecosistémicos en el Área de Influencia

Fuente: Basado en Decreto 555 de 2021

#### 5.4.2.4 Áreas fuente de contaminación ambiental

De conformidad con el decreto 623 de 2011, "Por medio del cual se clasifican las áreas-fuente de contaminación ambiental Clase I, II y III de Bogotá, D.C., y se dictan otras disposiciones." (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C) y de la Reglamentación del uso del suelo y áreas de actividad reglamentadas en el POT (Decreto 555 de 2021). Se clasificaron áreas-fuente de contaminación ambiental en Clase I, Clase II y Clase III, donde la Clase I representa las zonas con mayor contaminación por fuentes fijas de material particulado menor o igual a 10 micras (PM10), mientras que, la Clase III representa las zonas de menor generación de contaminante por fuentes fijas. De acuerdo con lo anterior, se determinaron las clases presentes dentro del área de influencia, y se calificaron con sensibilidad alta, media y baja, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 360 – Clasificación de sensibilidad por fuentes de contaminación ambiental – AII Abiótica

Clase (Decreto 623 de 2011)	Nivel asignado de sensibilidad	Justificación	AII Abiótica (ha)	%
Clase III	Baja	Áreas de contaminación moderada, Clase III, son definidas como aquellas en las que la concentración de contaminantes, dadas las condiciones naturales o de fondo y las de	778,19	25,49

Clase (Decreto 623 de 2011)	Nivel asignado de sensibilidad	Justificación	All Abiótica (ha)	%
		ventilación y dispersión, excede con una frecuencia superior al veinticinco por ciento (25%) e inferior al 50% de los casos, la norma de calidad anual		
Clase II	Media	Zonas en que la concentración de contaminantes, dadas las condiciones naturales o de fondo y las de ventilación y dispersión, excede con una frecuencia superior al cincuenta por ciento (50%) e inferior al 75% de los casos, la norma de calidad anual.	687,44	22,52
Clase I	Alta	Aquellas áreas en la que la concentración de contaminantes, dadas las condiciones naturales o de fondo y las de ventilación o dispersión, con una frecuencia igual o superior al 75% de los casos, excede la norma de calidad anual	1587,35	51,99
<b>Total, Al medio Abiótico</b>			<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Basado en (Decreto 623 de 2011)

En la siguiente figura se presenta mediante la intersección y espacialización cartográfica con herramientas GIS (ArcGIS Desktop) la sensibilidad resultante por las fuentes de contaminación ambiental.

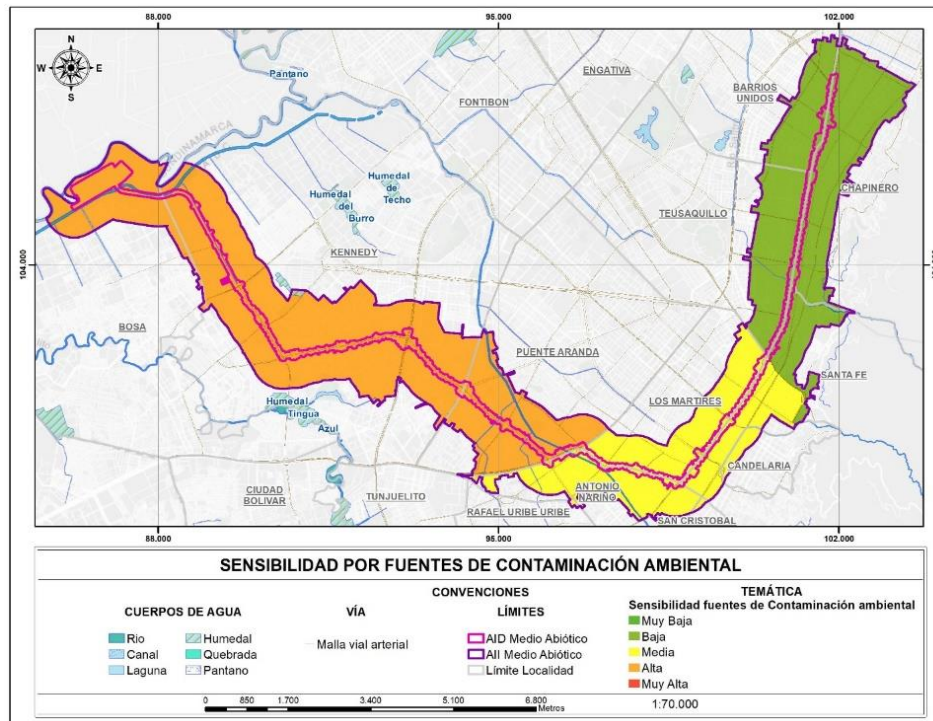


Figura 518 Sensibilidad por fuentes de contaminación ambiental



Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital, www.ideca.gov.co, 2021.

#### 5.4.2.5 Reglamentación del uso del suelo y áreas de actividad

Las restricciones de usos y áreas de actividad fueron definidas por concepto de reglamentación del POT. En la siguiente tabla, se presentan las diferentes categorías establecidas en este instrumento y que se encuentran en las Áreas de Influencia del Proyecto, presentando el contexto de su definición, que permite justificar el criterio de su sensibilidad.

Tabla 361 – Sensibilidad por Áreas de Actividad del suelo en el AII abiótica

Área Actividad	Justificación	Sensibilidad	Área - Ha	%
Área de Actividad de Proximidad - AAP - Receptora de soportes urbanos	Artículo 240 de POT: Área de Actividad de Proximidad. <i>“Corresponde a las zonas cuyo uso principal es el residencial, destinadas a la configuración de tejidos residenciales y socioeconómicos locales que permiten el acceso y cercanía de su población a los servicios y al cuidado inmediato requerido”</i>	<b>Baja</b>	447,05	14,64
Área de Actividad de Proximidad - AAP- Generadora de soportes urbanos	Por lo tanto, su sensibilidad es considerada baja.		460,62	15,09
Área de Actividad Estructurante - AAE - Receptora de actividades económicas	Artículo 240 de POT: Área de Actividad Estructurante. <i>“Corresponde a las zonas interconectadas a través de corredores de alta y media capacidad con el resto de la ciudad, y en las cuales se permite mayor intensidad en la mezcla de sus usos”</i> . Se compone de dos zonas:		542,24	17,76
Área de Actividad Estructurante - AAE - Receptora de vivienda de interés social	a. Zona receptora de vivienda de interés social. b. Zona receptora de actividades económicas.  Por lo tanto, su sensibilidad es considerada baja.		879,84	28,82
Área de Actividad Grandes Servicios Metropolitanos - AAGSM	Artículo 240 de POT: <i>“Corresponde a las áreas destinadas a la localización de usos que promueven el desarrollo económico...que aportan servicios para todos los habitantes, albergan aglomeraciones de servicios sociales especializados, y permiten mayor intensidad de los usos económicos”</i>		142,44	4,67
Otras Áreas			307,30	10,07
Plan Especial de Manejo y Protección -PEMP BIC Nacional	De acuerdo con el Artículo 82 del POT, cualquier intervención que se pretenda realizar en componentes de la Estructura Integradora de Patrimonios, deberá ser autorizada, conforme a lo definido en el respectivo PEMP por el ministerio de cultura para BIC del ámbito	<b>Media</b>	273,50	8,96

Área Actividad	Justificación	Sensibilidad	Área - Ha	%
	nacional. Por lo tanto, obtiene un nivel de sensibilidad media			
<b>Total</b>			<b>3052,99</b>	100

Fuente: (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital,, 2021)

En la siguiente tabla es posible evidenciar que la mayor parte del AID se encuentra en sensibilidad baja, superior al 90% del área, y en los tramos 4 y 5 se identifica el Plan Especial de Manejo y Protección - PEMP BIC Nacional, categorizados con una sensibilidad media.

Tabla 362 – Sensibilidad por áreas de actividad del Suelo en el AID

Área del Proyecto	Sensibilidad	Área- Ha	%
Patio Taller	Baja	32,88	91,84
Tramo 1		14,93	
Tramo 2		25,64	
Tramo 3		33,31	
Tramo 4		23,94	
Tramo 5		15,79	
Tramo 6		27,13	
Tramo 4	Media	6,44	8,16
Tramo 5		8,99	
<b>Total, general</b>		189,06	100

Fuente: (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital,, 2021), adaptado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021.

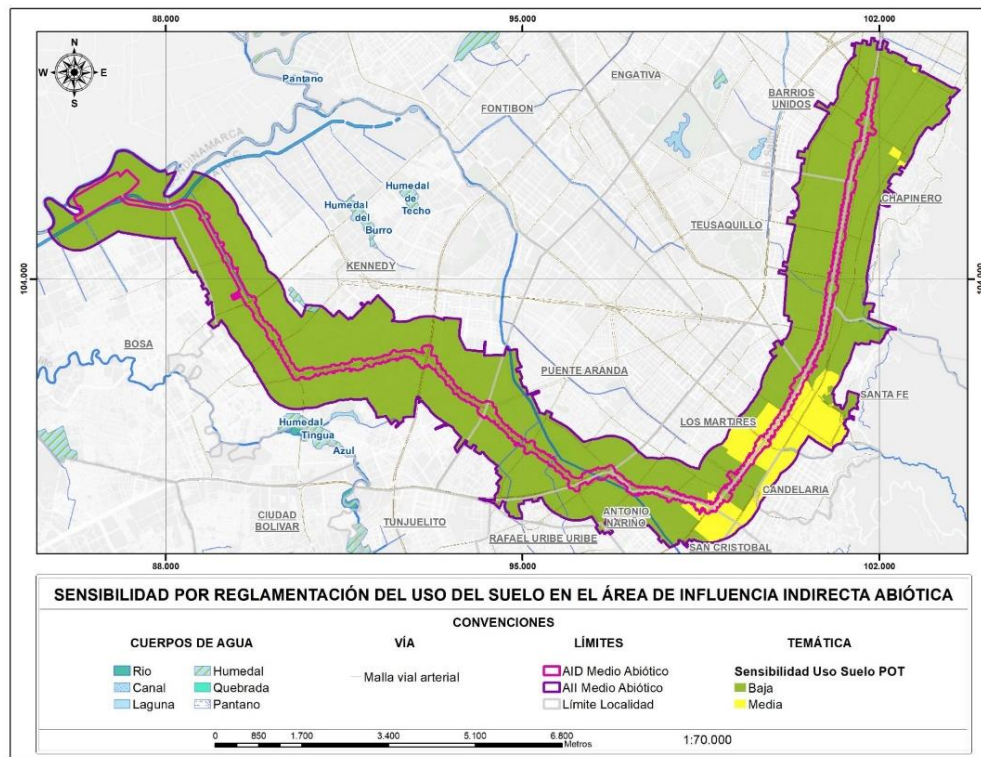


Figura 519 Sensibilidad por Reglamentación del Uso del Suelo en las Áreas de Influencia Abiótica

Fuente: Adaptado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.2.6 Zonificación intermedia del marco legal y normativo

Finalmente, al hacer un cruce mediante la intersección y espacialización cartográfica con herramientas GIS (ArcGIS Desktop) de las sensibilidades clasificadas anteriormente, se obtiene una zonificación intermedia para el marco legal y normativo (ver Tabla 363). Se puede concluir que el mayor porcentaje del área presenta una sensibilidad media (63,8%), seguida de una sensibilidad baja.

De acuerdo con la Tabla 364, los tramos 5 y 6 tienen mayor representatividad con sensibilidad baja (ver siguiente figura).

Tabla 363 – Sensibilidad por Marco Normativo y Reglamentario en el AII Abiótica

Sensibilidad	Área (ha)	%
Baja	761,09	24,93
Media	2291,90	75,07
<b>Total</b>	<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021.

Tabla 364 – Sensibilidad por Marco Normativo y Reglamentario en el AID

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad	Área (ha)	%
Tramo 5	12,00	Baja	39,13	20,7
Tramo 6	27,13			
Patio Taller	32,88	Media	149,93	79,3
Tramo 1	14,93			
Tramo 2	25,64			
Tramo 3	33,31			
Tramo 4	30,38			
Tramo 5	12,78			
<b>Total</b>	<b>170,02</b>			

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

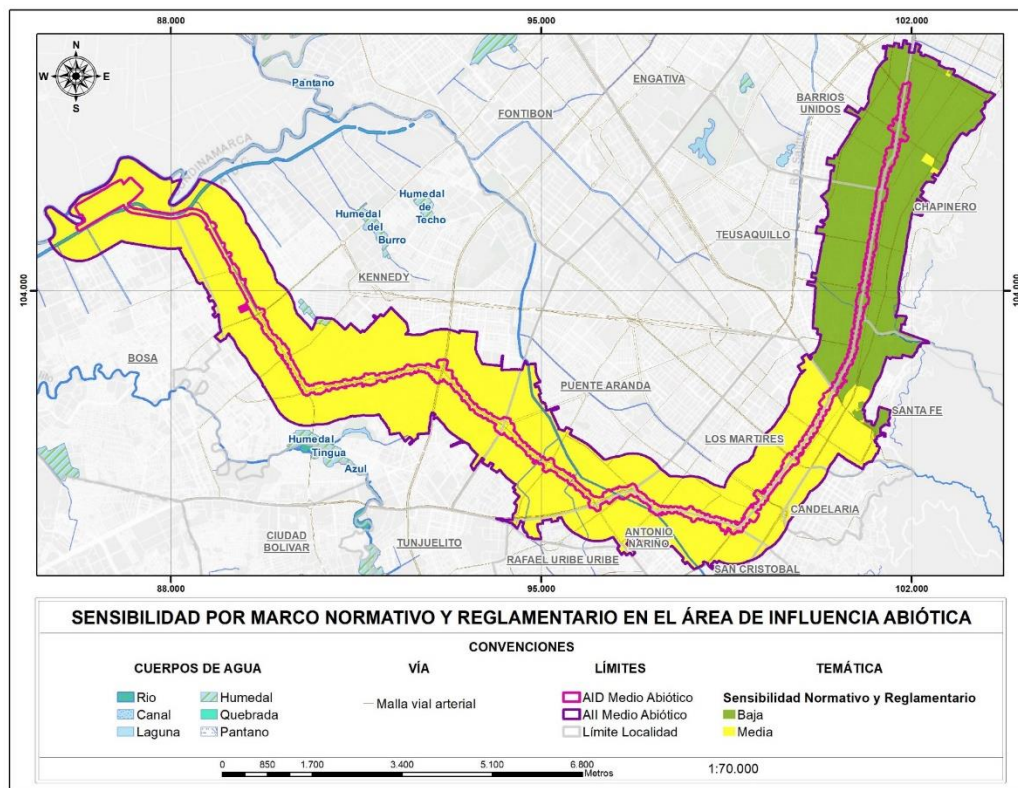


Figura 520 Sensibilidad por Marco Normativo y Reglamentario en el Área de Influencia Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

### 5.4.3 Zonificación ambiental medio Abiótico

A continuación, se presenta la evaluación y análisis de los elementos incluidos para establecer la sensibilidad e importancia ambiental de las Áreas de Influencia de los diferentes medios y Área de Intervención del Proyecto, especificando los resultados obtenidos para cada uno de los medios.

#### 5.4.3.1 Medio Abiótico

Para determinar la sensibilidad del medio abiótico se consideraron los siguientes elementos: Amenaza por movimiento en masa, Amenaza de Inundación, Amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10 y Amenaza por avenidas torrenciales. Algunas de las unidades cartográficas de estos elementos presentan una fragilidad mayor ante cualquier tipo de intervención antrópica, debido a sus condiciones intrínsecas o a la presión que han ejercido sobre ellas los sistemas urbanos y otras actividades humanas desarrolladas en el área.

##### 5.4.3.1.1 Amenaza por movimiento en masa

De acuerdo con la (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD, 2020), los movimientos en masa se refieren al desplazamiento de suelo, roca y/o tierras por acción de la gravedad. En la ciudad de Bogotá el riesgo por la ocurrencia de movimientos en masa se presenta principalmente en los cerros orientales, al suroriente, sur y en Suba, como consecuencia de la localización de asentamientos en zonas de antiguas canteras dedicadas a la explotación de materiales de construcción, en taludes que no fueron intervenidos técnicamente, rellenos e incluso en las rondas de quebradas (en áreas montañosas). Los procesos de remoción en masa por deslizamientos y caída de rocas se concentran principalmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y Suba (Figura 530).

De acuerdo con la (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD, 2020), los movimientos en masa se refieren al desplazamiento de suelo, roca y/o tierras por acción de la gravedad. En la ciudad de Bogotá el riesgo por la ocurrencia de movimientos en masa se presenta principalmente en los cerros orientales, al suroriente, sur y en Suba, como consecuencia de la localización de asentamientos en zonas de antiguas canteras dedicadas a la explotación de materiales de construcción, en taludes que no fueron intervenidos técnicamente, rellenos e incluso en las rondas de quebradas (en áreas montañosas). Los procesos de remoción en masa por deslizamientos y caída de rocas se concentran principalmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y Suba (Figura 530). El trazado de PLMB discurre principalmente sobre la zona plana de la ciudad o de la Sabana de Bogotá, específicamente, sobre la superficie de las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación del río Bogotá, tan solo traslapando la parte occidental de la unidad de paisaje de conos aluviales coalescentes localizada en las áreas adyacentes al canal Arzobispo, los cuales se encuentran dentro del área de influencia indirecta.

A partir de la información anterior, se identificó la amenaza por movimientos en masa en el territorio que conforma el AI del medio abiótico del Proyecto, con el objetivo de definir aquellos sectores con mayor sensibilidad frente a esta amenaza natural, tal y como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 365 – Sensibilidad por movimiento en masa en el AI abiótica

Amenaza	Sensibilidad	Justificación	AI Abiótica (ha)	%
Baja	Baja	La mayor parte del área de influencia se conforma por las unidades de paisaje de terraza alta, terraza baja y llanura de inundación, donde existe una amenaza baja por movimientos en masa.	2983,76	97,73
Media	Media	En el sector nororiental del área de influencia abiótica, se encuentra la unidad de conos aluviales coalescentes que representan una amenaza media de movimientos en masa. Dicha zona se encuentra hacia el costado nor este del proyecto, hacia los cerros orientales, en la localidad de Chapinero, en el tramo 6 y finalizando el tramo 5.	65,30	2,14
Alta	Alta	Se encuentran áreas dispersas en medio de la zona de sensibilidad media, es decir, hacia el costado oriental del AI de los tramos 6 y 5 (finalizando este tramo).	3,93	0,13
<b>Total AI Abiótica</b>			<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

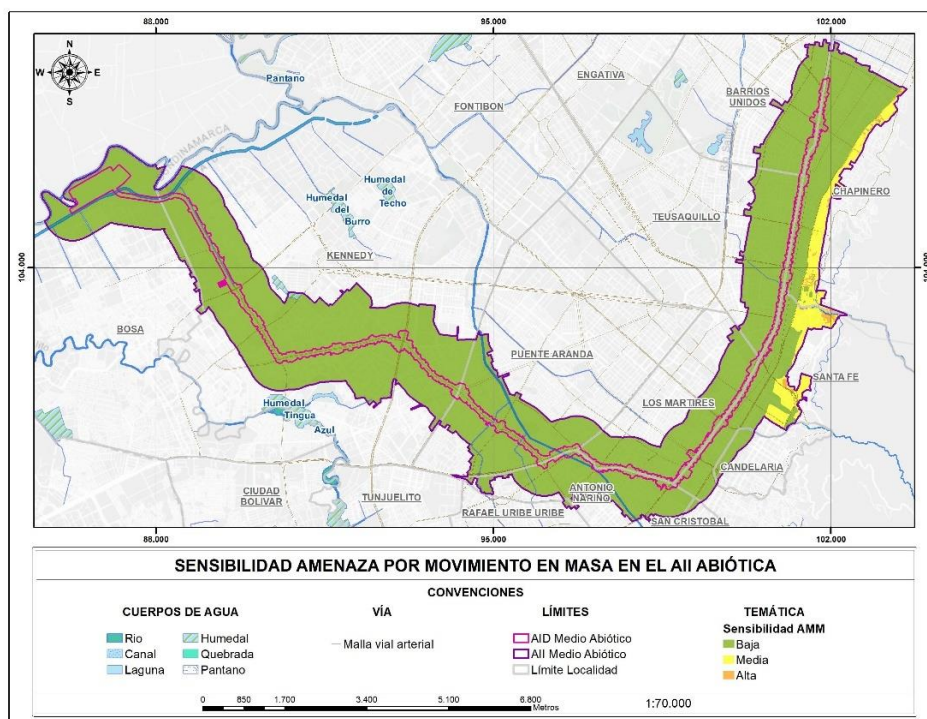


Figura 521 Sensibilidad amenaza por movimiento en masa en el AII Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.3.1.2 Amenaza por inundación

La ciudad de Bogotá se localiza en gran parte sobre la superficie plana de la Sabana de Bogotá, donde se pueden diferenciar una zona baja e inundable correspondiente a la llanura de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Torca, y la zona de terrazas alta y baja.

La zona correspondiente a la llanura de inundación de los ríos que la drenan es susceptible a inundaciones durante las temporadas de lluvias fuertes y prolongadas. La zona de terrazas, por su morfología plana y un poco más alta con relación a la llanura de inundación, es susceptible a inundaciones y encharcamientos por aguaceros torrenciales.

El mapa de isoyetas de la Sabana muestra que al occidente de la ciudad de Bogotá el promedio anual de lluvias es de aproximadamente 500 mm/año, pasando a 800 mm/año en el centro de la ciudad y ascendiendo a 1300 mm/año en la zona de los cerros orientales. Esto indica que, en la zona oriental de la ciudad, son comunes los fuertes y prolongados aguaceros durante las temporadas de lluvias, produciendo encharcamientos e inundaciones frecuentemente. Contribuyen a este fenómeno, el cambio climático puesto de manifiesto por los fenómenos de La Niña y El Niño, y las deficiencias del sistema de alcantarillado. Periódicamente, durante las temporadas de lluvias de mediados de marzo a mediados de junio y de mediados de septiembre a mediados de noviembre, se presentan encharcamiento e inundaciones en Bogotá.

Durante los últimos años, dos (2) eventos de inundación por desbordamiento de grandes proporciones han ocurrido en la ciudad, el primero acaecido en el 2002, por desbordamiento del río Tunjuelo y el segundo en diciembre de 2011, por desbordamiento del río Fucha. El desbordamiento del río Tunjuelo causó la inundación de las partes más bajas de Kennedy y Bosa, en tanto que el desborde del río Fucha produjo inundaciones en Fontibón. Las localidades con afectación directa por inundaciones debidas al desbordamiento de los ríos que drenan la ciudad corresponden a las de Suba, Engativá, Fontibón, Kennedy, Bosa, Tunjuelito, Ciudad Bolívar, Usme, Rafael Uribe Uribe y Usaquén, localizadas al occidente, sur y nororiente de la ciudad. Con base en caudales de creciente de tres periodos de retorno, se han establecido para Bogotá, tres zonas de amenaza por inundación, alta, media y baja, que se muestra en el Mapa de Amenazas por Inundaciones del IDIGER del 2013, con las siguientes características:

En el Mapa de Amenazas por Inundaciones se aprecia que la zona inundable por desbordamiento en la zona de influencia son las correspondientes a las llanuras de inundación de los ríos Bogotá (hacia el patio taller), Tunjuelo y Fucha. La amenaza solo afecta un sector del tramo 1, específicamente hasta la carrera 80 y es clasificada en mayor parte como amenaza intermedia por inundación, a excepción de dos áreas: una en la parte noroccidental clasificada con amenaza alta y otra pequeña área clasificada como amenaza baja (siguiente figura).

A partir de registros se puede deducir que amplios sectores de la localidad de Bosa pueden verse afectados por inundaciones o encharcamientos de aguas residuales, debido al taponamiento de vallados o redes de alcantarillado y drenajes de aguas lluvias, por la ausencia o deficiencia de las redes de alcantarillado o por elevación del nivel de agua y fallas en las estaciones de bombeo de aguas residuales.

Es preciso señalar que, la realidad del territorio es diferente a lo reportado por el IDECA en el cual afirma que la amenaza por inundación es alta; debido a la construcción del jarrillón del río Bogotá, la probabilidad del evento es baja hacia el área de patio taller. De la misma manera, a causa a las obras de canalización del canal Tintal, la probabilidad del evento disminuyó en el tramo 1.

Tabla 366 – Sensibilidad de Amenaza por Inundación en el All del medio abiótico

Amenaza	Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	%
Sin amenaza	<b>Muy Baja</b>	Áreas Sin Amenaza por inundación	58,64	1,92



Amenaza	Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	%
Baja	Baja	La zona de amenaza baja, delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua, calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, sea por causas naturales o por intervención no intencional del hombre; con una profundidad de lámina de agua con efectos leves potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil de las estructuras de protección (jarillones) y probabilidad de ocurrencia menor al 10%. Para estos sectores no hay ningún tipo de restricción, ni tratamiento especial.	2400,74	78,64
Media	Media	La zona de amenaza media, delimitada por la proyección de la línea de inundación con caudal de creciente de periodos de retorno entre 10 y 100 años, con probabilidad del 10% al 65% durante la vida útil de las estructuras de protección (jarillones). Para estos sectores no hay restricción; sin embargo, es importante el manejo adecuado para evitar que se generen situaciones de riesgo alto.	44,98	1,47
Alta	Alta	La zona de amenaza alta, delimitada por la proyección de la línea de inundación producida por el desborde de una corriente de agua, calculado para el caudal creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, sea por causas naturales o intervención no intencional por el hombre, no aptas para el desarrollo de zonas urbanas, restringidas para la construcción hasta tanto no se adelanten las obras de protección.	547,45	17,93
Muy Alta	Muy Alta	Humedal de la vaca: Este es categorizado con sensibilidad muy alta puesto que regula el flujo del agua, evitando inundaciones en otros lugares	1,18	0,04
<b>Total AI Abiótica</b>			<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital, www.ideca.gov.co, 2022

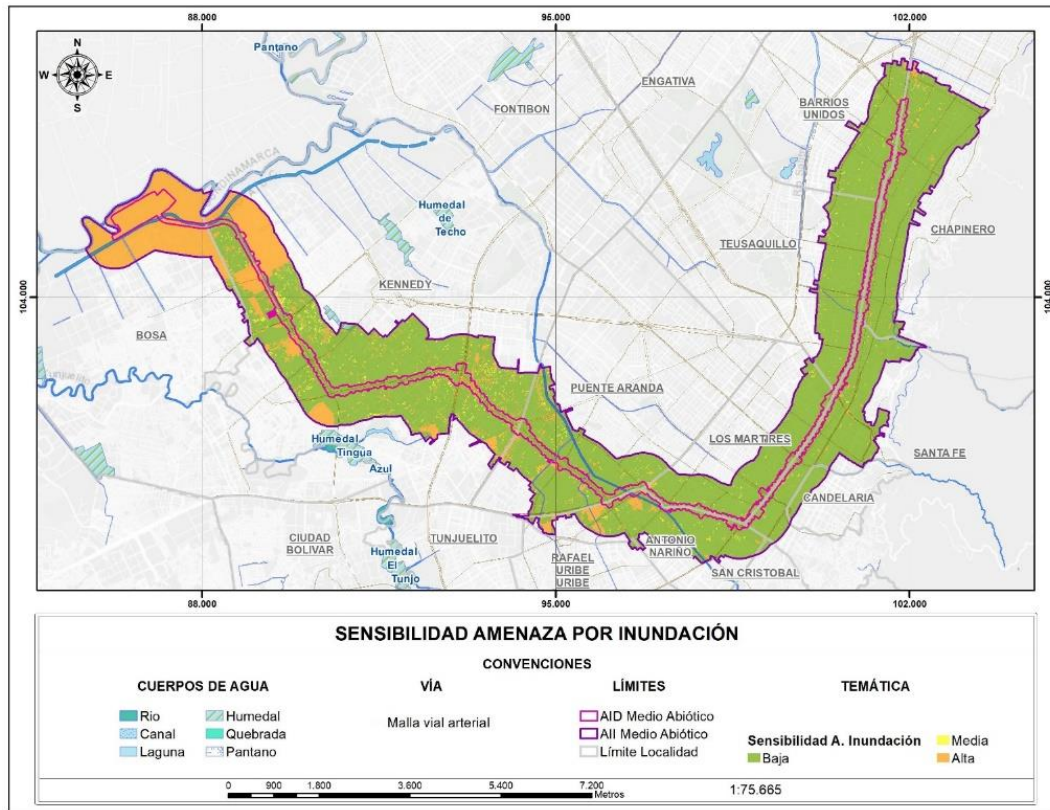


Figura 522 Sensibilidad amenaza por Inundación

Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital,  
www.ideca.gov.co, 2021

#### 5.4.3.1.3 Amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10

El mapa de zonificación de amenaza sísmica se creó por medio de la interpolación de Vecino Natural del programa ArcGIS de los valores de  $A_a$  para un periodo de retorno de 475 años del mapa de valores de  $A_a$ . Esta herramienta se encarga de construir polígonos de Voronoi (Thiessen) de todos los puntos de la grilla dados y después crea nuevos polígonos de Voronoi alrededor de un punto de interpolación.

Por comparación, la herramienta se basa en la distancia inversa ponderada para asignar ponderaciones similares a otros puntos. Así, se obtuvo el mapa de valores  $A_a$  para el área de influencia directa de la PLMB (ver siguiente figura).

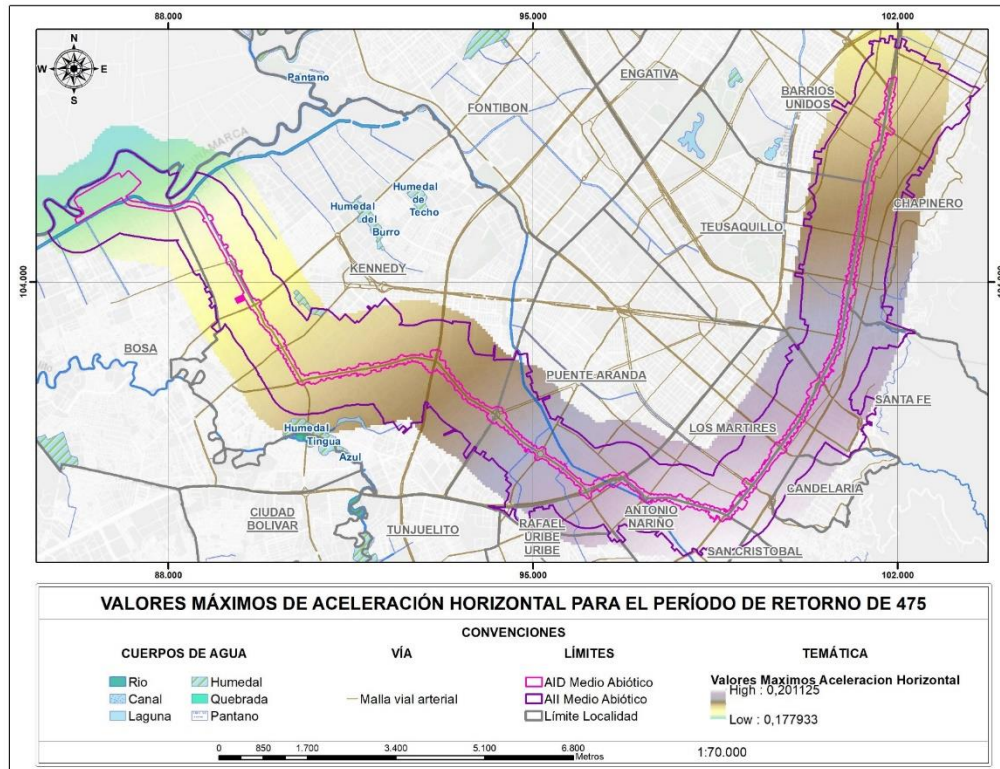


Figura 523 Mapa de valores máximos de aceleración horizontal para el período de retorno de 475 en el Área de Influencia de la PLMB

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021.

Posteriormente, el mapa de valores Aa sirve como base para la elaboración del mapa de amenaza sísmica para la zona de estudio. Se construye bajo la misma metodología de interpolación utilizada para construir el mapa de valores Aa; los valores de Aa se clasifican teniendo en cuenta la siguiente categorización contemplada en el apartado A.2.3 de zonas de amenaza sísmica dentro de la NSR-10.

Tabla 367 – Sensibilidad Amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10 en el AII del medio abiótico

Amenaza	Sensibilidad	Rango de zonificación	Área (ha)	%
Media	<b>Media</b>	0,1 g < Aa < 0,2 g	3002,93	98,36
Alta	<b>Alta</b>	0,2 g < Aa	50,05	1,64
<b>Total, AI Abiótica</b>			<b>3702,75</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se presenta el Mapa de Sensibilidad de amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10 en el área de influencia del medio abiótico:

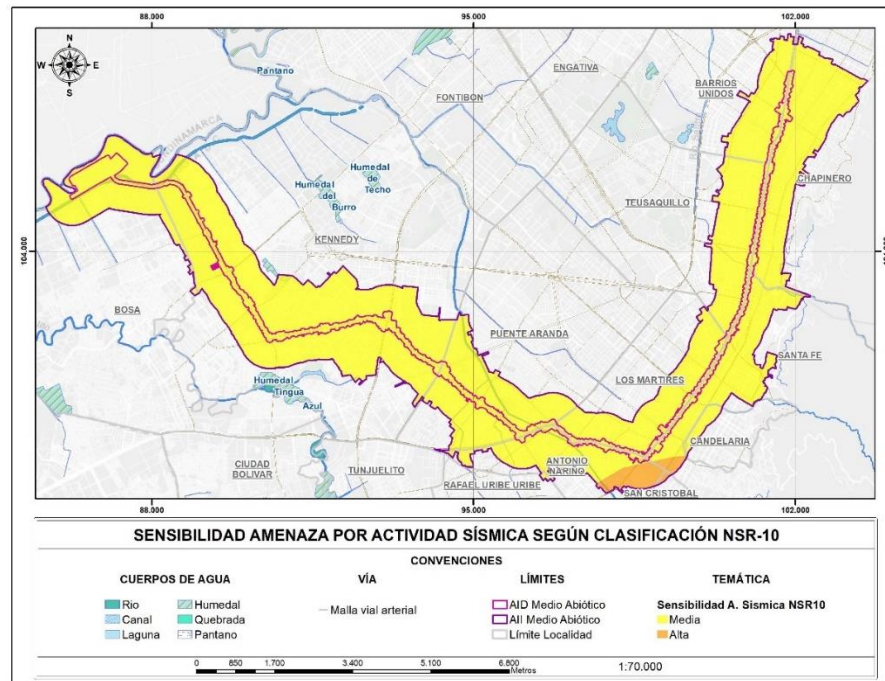


Figura 524 Sensibilidad amenaza por actividad sísmica según clasificación NSR-10.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.3.1.4 Amenaza por Avenidas Torrenciales

Las avenidas torrenciales o crecientes súbitas hacen referencia a la crecida ocasionada por precipitaciones fuertes que aumentan repentinamente el nivel del cauce de los cuerpos de agua, dichas crecientes pueden arrastrar consigo diferentes materiales, dependientes de la condición de la cuenca de cada cuerpo de agua que generan amenaza por flujos torrenciales (IDIGER, 2021). Los Flujos torrenciales derivan un riesgo para la población en general, las viviendas e infraestructura pública, debido a los daños que se pueden generar por el paso de esta.

Dentro del área de estudio se observó, de acuerdo con la siguiente tabla una sensibilidad baja para el 99,8% del área de influencia abiótica.

Tabla 368 – Sensibilidad por avenidas torrenciales en el AII Abiótica

Amenaza	Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	%
Baja	<b>Baja</b>	La zona de amenaza baja comprende áreas con mínima probabilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales ya que no se encuentran próximos cuerpos de agua que presenten crecientes súbitos.	3047,31	99,81

Amenaza	Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	%
Media	<b>Media</b>	La zona de amenaza media hace referencia a las áreas que se encuentran cerca de la ronda de drenajes que presentan una amenaza media de crecidas repentinas. En el AI se identifica en dos (2) áreas específicas: el canal Arzobispo y en el río San Francisco (ver Figura 534)	2,75	0,09
Alta	<b>Alta</b>	Se identifica unas zonas mínimas de amenaza alta (asociados al canal Arzobispo y el río San Francisco) de presentar avenidas torrenciales súbitas, además de tener altos niveles de sedimentación en el área de la cuenca.	2,93	0,10
<b>Total AI Abiótica</b>			<b>3052,99</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la siguiente figura se presenta el Mapa de Sensibilidad de amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia del medio abiótico

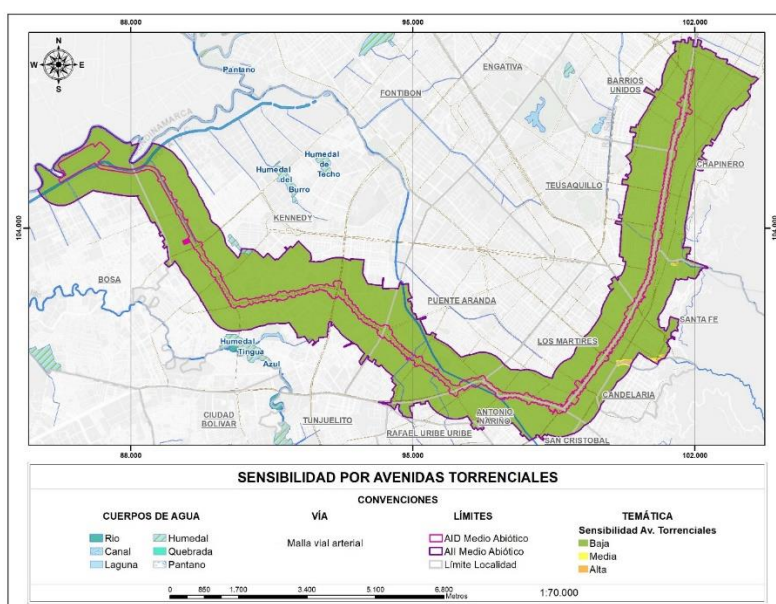


Figura 525 Sensibilidad por avenidas torrenciales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.3.1.5 Zonificación intermedia del medio abiótico

El resultado de sensibilidad del medio abiótico en el AI, evaluada a partir de la amenaza por movimiento en masa, amenaza por inundación, amenaza por actividad sísmica y amenaza por avenidas torrenciales se presenta a continuación.

Es posible concluir que en el AID se identifica únicamente sensibilidad media. Y en el All el mayor porcentaje (99,27 % del área analizada) presenta una sensibilidad media, con porcentajes mínimos de sensibilidad baja y alta hacia el costado noreste del proyecto, hacia los tramos 5 y 6.

Tabla 369 – Distribución de zonificación ambiental intermedia en el All del medio abiótico

Sensibilidad	Área (ha)	%
Baja	22,18	0,73
Media	3030,55	99,27
Alta	0,25	0,01
<b>Total</b>	<b>3052,99</b>	100

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 370 – Sensibilidad del Medio Abiótico en el AID

Tramo	Área (ha)	%	Sensibilidad
Patio Taller	32,88	17,39	<b>Media</b>
Tramo 1	14,93	7,90	
Tramo 2	25,64	13,56	
Tramo 3	33,31	17,62	
Tramo 4	30,38	16,07	
Tramo 5	24,78	13,11	
Tramo 6	27,13	14,35	
<b>Total</b>	<b>189,06</b>	<b>100,00</b>	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

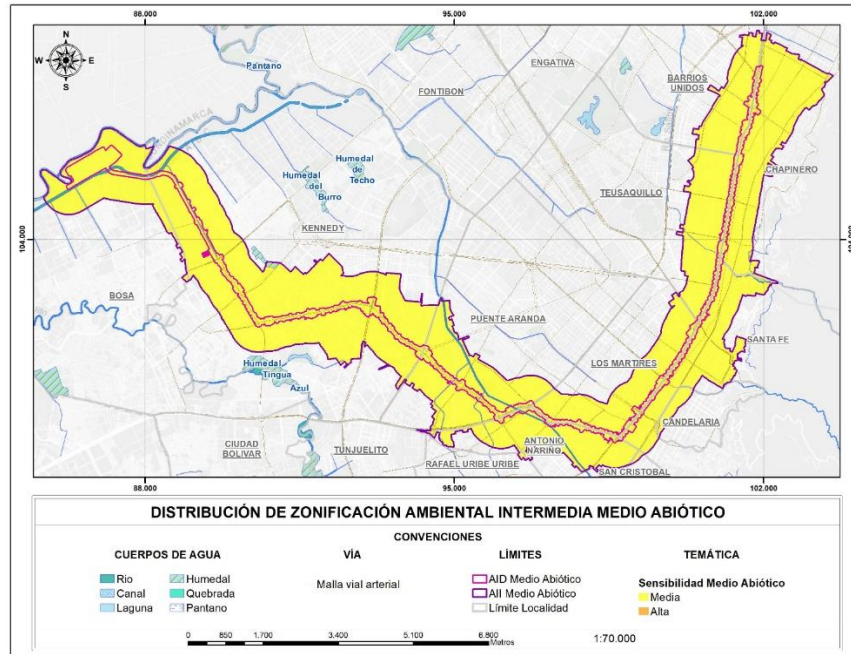


Figura 526 Distribución de zonificación ambiental intermedia medio biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

#### 5.4.4 Zonificación ambiental Medio Biótico

Para determinar la zonificación intermedia del medio biótico se consideró el elemento de coberturas de la tierra. Algunas de las unidades cartográficas espacializadas con la herramienta GIS (ArcGIS Desktop) de este elemento presentan una fragilidad mayor ante cualquier tipo de intervención antrópica, debido a sus condiciones intrínsecas, usos actuales o a la presión que han ejercido sobre ellas diferentes actividades económicas desarrolladas en el área, tales como urbanización, transporte, recreación, establecimiento de infraestructura, entre otros.

Cabe resaltar que la información utilizada para la determinación de la sensibilidad de este medio consideró tanto el Área de Influencia Directa como el Área de Influencia Indirecta, descritas en el capítulo 5.1 Áreas de Influencia.

##### 5.4.4.1 Coberturas terrestres asociadas a la vegetación

Los niveles de sensibilidad definidos para la categorización de las coberturas de la tierra identificadas en las Áreas de Influencia Indirecta del proyecto se observan en la Tabla 390.

Este análisis, integrado con la información de la caracterización ambiental, permitió identificar aquellos ecosistemas donde su integridad se encuentra sometida a diferentes procesos de degradación debido a la presión de uso de las actividades actuales, evidenciando diferentes niveles de resiliencia, entendida según Walker, et.al 2004 como la capacidad de un sistema para absorber las perturbaciones y

reorganizarse mientras se somete a un cambio, de modo que aún conserve esencialmente la misma función, estructura, identidad y retroalimentaciones.

Es importante considerar en este punto que las áreas con vegetación natural son prácticamente inexistentes debido a que, dada la aptitud de los suelos, ha sido completamente sustituida por territorios artificializados.

Tabla 371 – Categorías de Sensibilidad por Coberturas de la Tierra en el AII del Medio Biótico

Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	Área (%)
<b>Muy Baja</b>	<p>Estas coberturas se categorizan con una sensibilidad actual muy baja, debido a que son áreas completamente modificadas por acción antrópica, sin dependencia actual de elementos que aporten dinámicas naturales importantes. Son elementos del sistema que poseen la capacidad de retornar a su estado original (actual) ante una intervención (fenómenos naturales), por esta razón tienen una alta resistencia a sufrir cambios, y se restablecen sus condiciones en el corto plazo mediante intervenciones humanas.</p> <p>En las áreas cubiertas por pastos existe poca diversidad florística y faunística en general.</p> <p>Por lo anterior, estas coberturas se categorizaron con un nivel de sensibilidad muy baja ya que tienen una muy alta capacidad para retornar a sus condiciones actuales y recuperarse después de las intervenciones propuestas.</p> <p>De acuerdo con lo establecido en el Manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de subzonas climáticas Z 1.1, Z 1.2, Z 1.3, Z 2.1, Z 2.2, Z 2.3, Z 3.1, Z 3.2, Z 3.3, Z 4.1, Z 4.2, Z 4.3, Z 5.2, Z 5.3 y Z 6.1.</p>	1303.69	85.59%
<b>Baja</b>	<p>Estas coberturas corresponden a áreas muy antropizadas al interior del tejido urbano continuo, las cuales evidencian una alta capacidad para retornar y recuperarse después de sufrir algún tipo de alteración, por esto se calificaron con una sensibilidad baja. De acuerdo con lo establecido en el Manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de subzonas climáticas Z 1.1, Z 1.2, Z 1.3, Z 2.1, Z 2.2, Z 2.3, Z 3.1, Z 3.2, Z 3.3, Z 4.1, Z 4.2, Z 4.3, Z 5.3 y Z 6.1</p>	165.47	10.86%
<b>Alta</b>	<p>En su mayoría son espacios seminaturales que por su composición están relacionadas con la oferta de recursos alimenticios para la fauna silvestre, no poseen una diversidad florística relevante, por tanto, corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios, estos elementos del sistema poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales en el área. De acuerdo con lo establecido en el Manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de subzonas climáticas Z 1.2, Z 1.3, Z 2.2, Z 2.3, Z 3.1, Z 3.2, Z 3.3, Z 4.1, Z 4.2, Z 4.3, Z 5.2 y Z 5.3</p>	54.08	3.55%
<b>Total, AII Biótica</b>		<b>1523.24</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

En la Tabla 391 se detalla que el 87.63% del AID se encuentra en áreas con sensibilidad muy baja, asociado a que el proyecto se desarrolla en zonas altamente modificadas donde predominan las



coberturas terrestres, reflejando una baja diversidad dado su categoría de áreas artificializadas, donde la vegetación fue sustituida por usos urbanos.

Con relación a la sensibilidad baja (8.86% del AID, están asociadas a áreas que, aunque han sido intervenidas, conservan pequeñas áreas verdes como zonas de separadores viales y parques urbanos.

Finalmente, la sensibilidad que se observa en menor proporción representa el 3.51% del área de influencia directa y corresponde a sensibilidad alta, asociado a coberturas de Canales Rondas y cuerpos de agua presentes en las zonas urbanas, áreas que por su estado favorecen el desarrollo de especies de flora propia de las formaciones vegetales, presentando un significativo grado de complejidad estructural y de composición. Estas coberturas se consideran importantes para la fauna en cuanto a la oferta de alimentos y disponibilidad de hábitats.

Tabla 372 – Categorías de Sensibilidad por Coberturas de la Tierra en el AID del Medio Biótico

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad Coberturas	Área (ha)	%
Patio taller	44.25	<b>Muy Baja</b>	175.39	87.63%
Tramo 1 - Ramal técnico	2.26			
Tramo 1	4.20			
Tramo 2	22.73			
Tramo 3	29.82			
Tramo 4	21.16			
Tramo 5	26.70			
Tramo 6	24.27			
Patio taller	0.03	<b>Baja</b>	17.74	8.86%
Tramo 1 - Ramal técnico	1.20			
Tramo 1	0.79			
Tramo 2	2.91			
Tramo 3	4.85			
Tramo 4	2.47			
Tramo 5	2.84			
Tramo 6	2.65			
Tramo 1 - Ramal técnico	1.63	<b>Alta</b>	7.02	3.51%

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad Coberturas	Área (ha)	%
Tramo 1	4.78			
Tramo 3	0.12			
Tramo 4	0.34			
Tramo 5	0.15			
<b>Total, AID</b>			<b>200.15</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la siguiente figura se observa que la sensibilidad muy baja predomina debido a que persisten pocas áreas de conservación asociadas a los paisajes transformados, se descarta la presencia de zonas urbanizadas con Territorios cubiertos por infraestructura y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano.

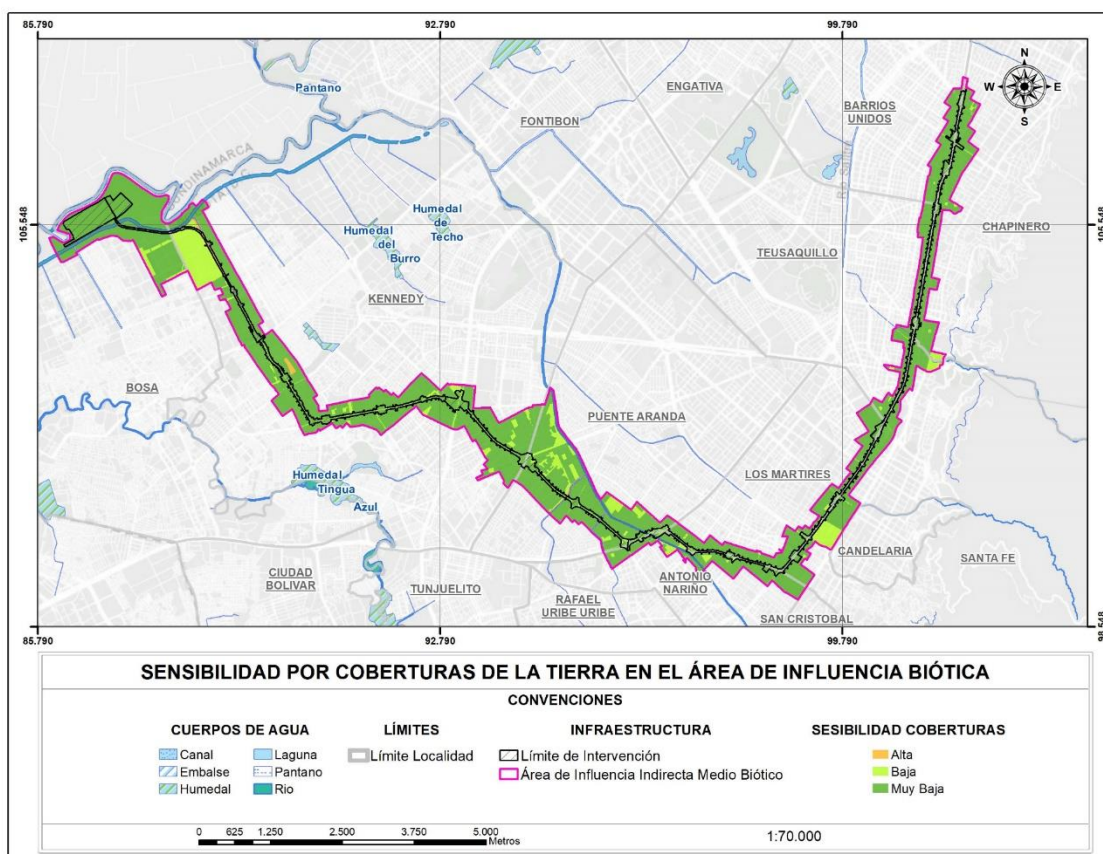


Figura 527 Sensibilidad por Coberturas de la Tierra en el área de influencia Biótica.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

#### 5.4.4.2 Coberturas asociadas a hábitats

Según Jiménez et al. (2001) y Del Río et al. (2003), el conocimiento sobre las diversas características estructurales de las formaciones vegetales multicohortales y su dinámica, es fundamental para garantizar la gestión sostenible de los ecosistemas y el desarrollo adecuado de planes de manejo de los recursos naturales. Por consiguiente, estas características son el resultado de muchos procesos, representando un estado momentáneo de la dinámica del sistema (Webber, 20006) y están condicionadas, en gran medida, por las propias características de los individuos y las especies que integran la base estructural de un determinado hábitat.

En este contexto, esta variable de zonificación ambiental evaluada se definió como la capacidad de las diferentes unidades de cobertura de la tierra como soporte de hábitats para el mantenimiento y desarrollo de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, como parte de su funcionalidad ecosistémica, en el área de influencia del proyecto (ver siguiente tabla)

Para la sensibilidad en el componente fauna se ha contemplado la asociación existente entre las coberturas de la tierra y su capacidad de proveer refugio, alimentación, áreas de concentración y/o corredores de movimiento, tomando en cuenta la información sobre la presencia y representatividad de las especies identificadas dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 373 – Sensibilidad por Hábitats para Fauna asociados a Coberturas en el AII del Medio Biótico

Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	%
<b>Muy Baja</b>	Se consideran de sensibilidad muy baja, dado que son áreas antropizadas cuya restitución se logra solo mediante obras civiles convencionales sin dependencia de dinámicas naturales, las especies de fauna silvestre asociadas a estas; se caracterizan por ser especies generalistas y altamente resistentes a los cambios de sus hábitats por la intervención humana. De acuerdo con lo establecido en el Manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de subzonas climáticas Z 1.1, Z 1.2, Z 1.3, Z 2.1, Z 2.2, Z 2.3, Z 3.1, Z 3.2, Z 3.3, Z 4.1, Z 4.2, Z 4.3, Z 5.2, Z 5.3 y Z 6.1	1309.08	85.94%
<b>Baja</b>	Aunque corresponde a coberturas antropizadas, presentan coberturas mixtas que incluyen árboles y arbustos, lo que representa una mayor oferta de hábitats, por lo cual la intervención a estas coberturas vegetales afectará la presencia de especies de fauna generalistas características de áreas abiertas y su recuperación se dará por mecanismos naturales en el largo plazo, requiriendo implementar acciones de prevención. De acuerdo con lo establecido en el Manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de subzonas climáticas Z 1.1, Z 1.2, Z 1.3, Z 2.1, Z 2.2, Z 2.3, Z 3.1, Z 3.2, Z 3.3, Z 4.1, Z 4.2, Z 4.3, Z 5.3 y Z 6.1	153.33	10.07%
<b>Alta</b>	Coberturas en la que se encuentra presencia de nidos que teniendo en cuenta las especies identificadas en el área corresponden a áreas de importancia reproductiva para la fauna. De acuerdo con lo establecido en el Manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de subzonas climáticas Z 1.1, Z 1.2, Z 1.3, Z 2.1, Z 2.2, Z 2.3, Z 3.1, Z 3.2, Z 3.3, Z 4.1, Z 4.2 y Z 6.1	20.25	1.33%

Sensibilidad	Justificación	Área (ha)	%
<b>Muy alta</b>	Al ser coberturas naturales, poseen la capacidad de brindar una alta variedad de hábitats, por ende, calidad en la oferta de recursos naturales para las especies de fauna tanto generalista como especialistas, permitiendo por ejemplo el mantenimiento de poblaciones viables de aves migratorias, en el caso de los humedales. Son altamente sensibles a la intervención antrópica, por tener una muy baja capacidad de retornar a su estado original y baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación. De acuerdo con lo establecido en el manual de coberturas vegetales se identifica la presencia de Z 1.2, Z1.3, Z 2.2, Z2.3, Z3.1, Z3.2, Z3.3, Z4.1, Z4.2, Z4.	40.58	2.66%
<b>Total, All Biótica</b>		<b>1523.24</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la siguiente tabla se detalla la sensibilidad por hábitat para fauna encontrada en el área de intervención del proyecto, como se explicó esta sensibilidad se determina en función de la cobertura existente en el área, teniendo en cuenta que las áreas muy altas corresponden a área naturales que tienen una mayor capacidad de provisión de hábitat, dada las condiciones que se tienen frente a la disponibilidad de refugio y alimento.

Tabla 374 – Sensibilidad por Hábitats para Fauna asociados a Coberturas en el AID del medio biótico

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad Coberturas	Área (ha)	%
Patio taller	44.23	<b>Muy Baja</b>	176.39	88.13%
Tramo 1 - Ramal técnico	2.50			
Tramo 1	4.92			
Tramo 2	22.73			
Tramo 3	29.87			
Tramo 4	21.16			
Tramo 5	26.71			
Tramo 6	24.27	<b>Baja</b>	3.89	1.94%
Tramo 1 - Ramal técnico	1.20			
Tramo 1	0.68			
Tramo 2	0.10			
Tramo 3	0.73			

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad Coberturas	Área (ha)	%
Tramo 4	0.58			
Tramo 5	0.35			
Tramo 6	0.25			
Tramo 1	0.13	<b>Alta</b>	13.85	6.92%
Tramo 2	2.82			
Tramo 3	4.11			
Tramo 4	1.89			
Tramo 5	2.49			
Tramo 6	2.40			
Tramo 1 - Ramal técnico	1.39	<b>Muy alta</b>	6.02	3.01%
Tramo 1	4.07			
Tramo 2	0.00			
Tramo 3	0.07			
Tramo 4	0.34			
Tramo 5	0.14			
Tramo 6	0.00			
<b>Total, AID</b>			<b>200.15</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

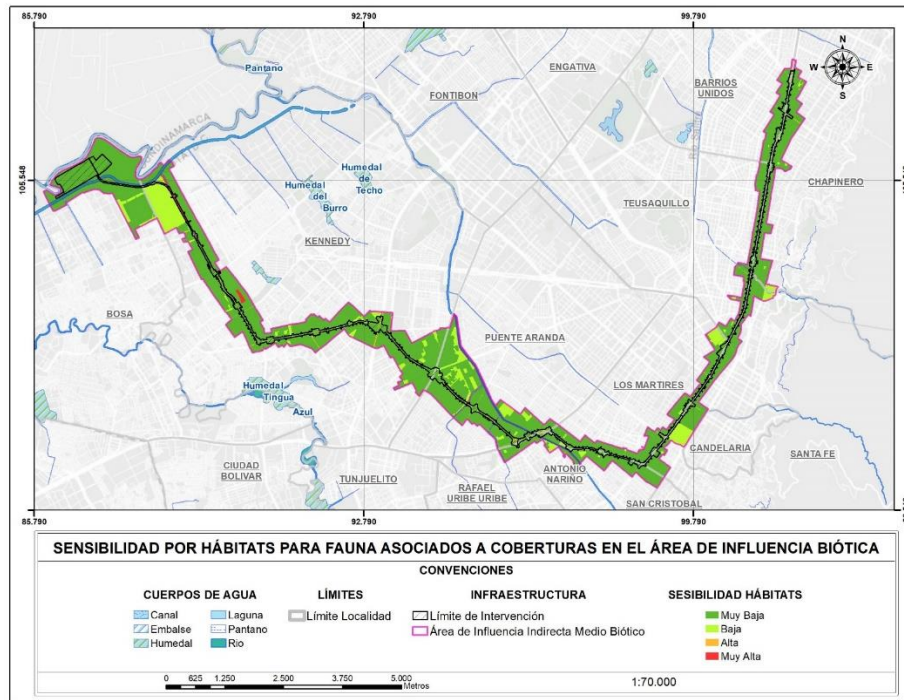


Figura 528 Sensibilidad por Hábitats para Fauna asociados a Coberturas en el área de influencia Biótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022.

#### 5.4.4.3 Zonificación intermedia del medio Biótico

La zonificación ambiental del medio biótico se define como la capacidad de respuesta que presentan los atributos específicos que permiten caracterizar el medio tales como las coberturas terrestres, diversidad, entre otros, ante la entrada de un proyecto a la zona objeto de estudio.

De la integración espacial de los atributos indicados para el medio biótico, se genera la zonificación biótica; dicha zonificación proporciona información de sectores críticos, sensibles o vulnerables desde el punto de vista biótico dentro del área de influencia del proyecto.

De acuerdo con la metodología se realizó la superposición de información temática, mediante la obtención de mapas y espacialización cartográfica de capas ambientales a través de la herramienta GIS (ArcGIS Desktop), obteniendo como resultado las siguientes áreas de sensibilidad Muy alta, Alta Baja y Muy baja (Véase siguiente tabla).

Tabla 375 – Distribución de zonificación ambiental intermedia – medio biótico

Zonificación Biótica	Área de influencia All biótica	
	Ha	%
Muy alta	40.58	2.66%

Zonificación Biótica	Área de influencia All biótica	
	Ha	%
Media	20.25	1.33%
Baja	158.72	10.42%
Muy baja	1303.69	85.59%
<b>Total, All Biótico</b>	<b>1523.24</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio ambiental metro L1, 2022

En la tabla anterior se detalla la Zonificación Biótica para el área de influencia indirecta biótica, donde se destaca que el 85.59% del área se encuentra en muy baja sensibilidad, lo que significa que son áreas con una alta potencialidad a la intervención por lo que a nivel biótico, no ocasionarían mayor impacto esto asociado a que la mayoría de esta área corresponde a zonas fuertemente alteradas debido a factores de carácter antrópico, Por otro lado, el 2.66% del área de influencia presenta una zonificación muy alta esto consecuencia de áreas asociadas a humedales y zonas pantanosas, ríos y rondas de cuerpos de agua urbanas.

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta la zonificación biótica para el área influencia directa de cada uno de los tramos, destacando que el área de zonificación muy baja es la que predomina en cada uno de los tramos, por otra parte, la zonificación muy alta únicamente se presenta en los tramos 1, 3, 4 y 5, esto debido a que en esas zonas se encuentran áreas asociadas a humedales y zonas pantanosas. Destacándose que la zonificación alta se relaciona directamente con los separadores viales y canales que se encuentran en el área.

Tabla 376 – Zonificación biótica por tramos en el AID Medio Biótico

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad Coberturas	Área (ha)	%
Patio taller	44.25	<b>Muy Baja</b>	175.39	87.63%
Tramo 1 - Ramal técnico	2.26			
Tramo 1	4.20			
Tramo 2	22.73			
Tramo 3	29.82			
Tramo 4	21.16			
Tramo 5	26.70			
Tramo 6	24.27			

Tramo	Área (ha)	Sensibilidad Coberturas	Área (ha)	%
Tramo 1 - Ramal técnico	1.43	<b>Baja</b>	4.89	2.45%
Tramo 1	1.39			
Tramo 2	0.10			
Tramo 3	0.78			
Tramo 4	0.58			
Tramo 5	0.36			
Tramo 6	0.25			
Tramo 1	0.13	<b>Media</b>	13.85	6.92%
Tramo 2	2.81			
Tramo 3	4.11			
Tramo 4	1.89			
Tramo 5	2.49			
Tramo 6	2.41			
Tramo 1 - Ramal técnico	1.39	<b>Muy alta</b>	6.02	3.01%
Tramo 1	4.07			
Tramo 2	0.00			
Tramo 3	0.07			
Tramo 4	0.34			
Tramo 5	0.14			
Tramo 6	0.00			
<b>Total, AID</b>			<b>200.15</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Consorcio ambiental metro L1, 2022

En la siguiente figura se presenta la espacialización geográfica con herramientas GIS (ArcGIS Desktop) sobre el proyecto para la zonificación biótica del área de influencia evaluada a través de la intersección y utilización de herramientas GIS como ArcMap versión 10.8.1., de acuerdo con lo anterior, para el medio biótico, predomina la susceptibilidad muy baja asociada a coberturas de tipo antrópico que se distribuyen en forma dispersa en el área de estudio, con bajo potencial de conectividad, debido a que en la actualidad el área se encuentra principalmente intervenido por urbanizaciones, corredores viales,



instalaciones recreativas y demás coberturas que han fraccionado la continuidad en las coberturas seminaturales.

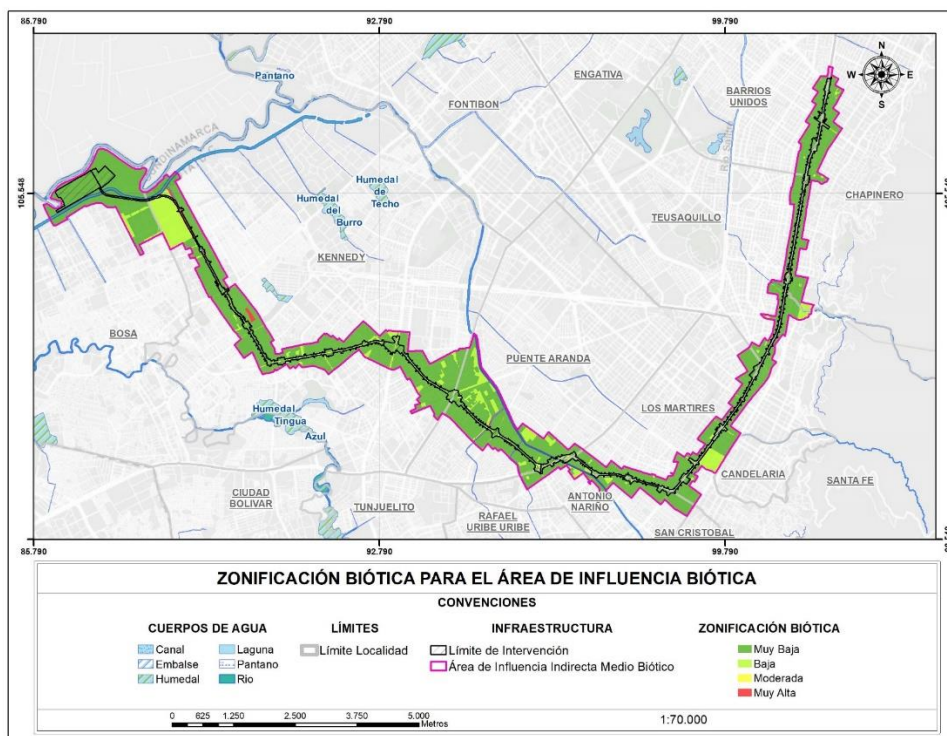


Figura 529 Zonificación Biótica para el área de influencia biótica

Fuente: Consorcio ambiental metro L1, 2022

### 5.4.5 Zonificación ambiental final

Teniendo en cuenta lo expuesto por (Delgado, 2012), se realiza la sumatoria aritmética de las sensibilidades obtenidas en los diferentes medios clasificados, como se muestra en la siguiente tabla, la sensibilidad ambiental obtenida se encuentra distribuida entre los rangos alto, medio y bajo.

Tabla 377 - Rangos de sensibilidad en la zonificación ambiental final

Rango	Sensibilidad
5 - 8	Alta
9 - 12	Media
13 - 16	Baja

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por lo anterior, se realiza un cruce de las sensibilidades intermedias de cada ítem calificado, para obtener una zonificación ambiental para el área del estudio evaluada a través de la intersección y utilización de herramientas GIS como ArcMap versión 10.8.1., teniendo como resultado una calificación

de sensibilidad acorde a los medios abiótico y biótico, además del marco legal y normativo mediante la especialización geográfica sobre el proyecto, como se observa en la Figura 539.

De acuerdo con la siguiente tabla, la sensibilidad media fue predominante en el área de intervención del proyecto (aproximadamente el 80 %), seguida de sensibilidad baja (alrededor del 18%), y un porcentaje menor (3 %) presenta sensibilidad alta.

Algunos tramos, como el Tramo 1 presenta dos categorías de zonificación debido a que comparten diferentes condiciones en un mismo tramo. En este caso, alrededor de 9,4 ha está en categoría de zonificación media y 5,5 ha en zonificación alta. La zonificación alta en tramo 1 corresponde al área de inundación, sin embargo, la realidad de las obras que se han desarrollado tanto en el Río Bogotá como en el canal Tintal han reducido significativamente la probabilidad del evento, considerándose menor. Los demás valores de sensibilidad alta en tramos 3, 4 y 5 abarcan áreas mínimas y están asociadas a áreas dispersas de amenaza.

Tabla 378 - Zonificación ambiental Final en el Área de intervención del proyecto

Tramo	Área (ha)	Zonificación Ambiental	Área (ha)	%
Tramo 5	9,61	<b>Baja</b>	33,65	17,80
Tramo 6	24,05			
Patio Taller	32,88	<b>Media</b>	149,58	79,12
Tramo 1	9,43			
Tramo 2	25,64			
Tramo 3	33,25			
Tramo 4	30,14			
Tramo 5	15,15			
Tramo 6	3,09			
Tramo 1	5,50	<b>Alta</b>	5,82	3,08
Tramo 3	0,06			
Tramo 4	0,25			
Tramo 5	0,02			
<b>Total</b>	<b>189,06</b>	<b>Total</b>	<b>189,06</b>	<b>100</b>

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

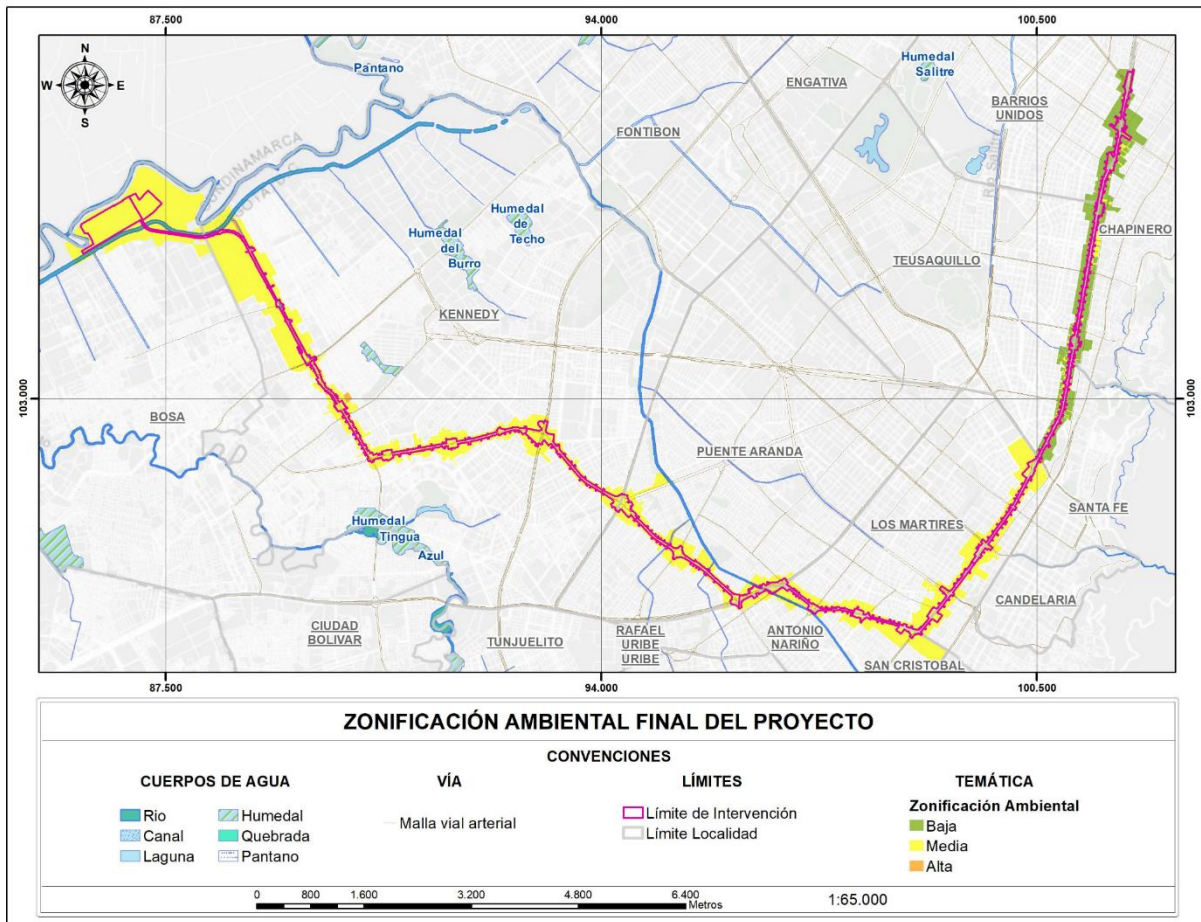


Figura 530 Zonificación ambiental Final del proyecto

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

## CONCLUSIONES

### Áreas de Influencia

- i. Se definieron áreas de influencia preliminar y definitivas, tanto directas como indirectas, en el marco de un proceso iterativo de limitación espacial de los impactos a causa de las actividades del EIAS. En ese sentido, se puede concluir:
- ii. Las áreas definitivas se definieron a partir del resultado de la evaluación de impactos, para identificar las posibles variaciones en las áreas de influencias definidas preliminarmente. Para este ejercicio se tuvieron en cuenta los impactos significativos de cada componente y si estos presentaban algún aspecto definitorio para las áreas de influencia definitivas. Sin embargo, todos los polígonos definidos preliminarmente y que no obtienen una calificación significativa, de igual manera, se integraron para efectos de generar el área de influencia definitiva, con el fin de no omitir impactos irrelevantes pero que presentarán una espacialización del impacto.
- iii. Particularmente, el **AID para el medio abiótico** está asociada al área de intervención por las actividades del proyecto, y el **AID del medio biótico** es mayor ya que se extiende hasta el límite de la cobertura.
- iv. Las áreas de influencia del medio abiótico se delimitaron a partir de los posibles impactos derivados de las actividades para los componentes geosférico, hidrosférico y atmosférico. En ese sentido, el **All del componente geosférico** es asociado al paisaje, el cual se ha delimitado como las manzanas aferentes a las áreas de directa intervención por el proyecto y en donde se anticipa generar un cambio en la calidad del paisaje. El **All del componente hidrosférico** es definido tanto para fuentes superficiales como para fuente subterránea. La primera es delimitada mediante un búfer de 100 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo de las fuentes hídricas a interceptar y que requieren un trámite de permiso de ocupación de cauce o lineamientos en área de protección o conservación aferente, en los cursos de agua como el Canal Cundinamarca, Río Seco, Canal Albina, Río Fucha y canal Arzobispo. Esta área es delimitada previendo una posible re suspensión de material particulado a causa las obras, que si bien, no intervendrán el cauce y se encuentran en áreas antrópicas, se encuentran localizadas en áreas del sistema hídrico. Respecto a la segunda fuente mencionada, se establece una franja de 600 metros por posible área de afectación a este sistema.
- v. El **All del componente atmosférico** es definida tanto para el escenario de construcción, como el de operación. En el escenario de construcción se delimita a partir de resultados de modelaciones de calidad de aire y ruido. Teniendo en cuenta que las concentraciones de contaminantes (PM10, PM2.5, CO, NO2, SO2) en los modelos de dispersión realizados no exceden los niveles máximos permisibles; y basados en que, la mayoría de los días monitoreados no superaron los niveles máximos para cada uno de los contaminantes, se considera que el All para la calidad del aire es el mismo al área de directa intervención por las actividades del proyecto.
- vi. El **All por ruido** es definida mediante la ecuación de decaimiento del ruido, a partir Estimaciones

de la Generación de Ruido realizadas en el EIAS elaborado para la Estructuración Técnica del Tramo 1 de la PLMB a cargo del (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019) y del presente estudio. Para la definición del AII definitiva se optó por tener en cuenta el escenario más crítico, es decir, basados en el estudio anterior, definiendo un búfer de 84 metros entorno al AID, soportados en la distancia a la cual se cumple el límite permisible de ruido ambiental más restrictivo, establecido en la (Resolución 0627 de 2016) por el MAVDT para los sectores A) Tranquilidad y Silencio, y sector C) Ruido Intermedio Restringido, con estándar máximo de 45 dBA en horario nocturno (sectores y horario más restrictivo).

- vii. Con respecto al componente biótico, se tuvo en cuenta para la definición del área de influencia los impactos asociados con la **cobertura vegetal y las especies de fauna** que se puedan ver afectadas por las actividades del proyecto y que adicionalmente afecten sus **hábitats**, teniendo en cuenta los aspectos definitorios de cobertura de la tierra, la estructura ecológica principal y las áreas de conectividad espacial. De esto se pudo concluir que a pesar de que las afectaciones sobre el medio biótico se manifiestan sólo en las áreas donde se realizarán las actividades de construcción, excavación, o manejo silvicultural, por lo que no se modificaría el área de influencia preliminar, pues los impactos se presentarán sólo en las áreas de intervención del proyecto.
- viii. Finalmente, las áreas de influencia definitivas corresponden a: El AID es de 189,06 Ha para el medio abiótico y 200,15 Ha para el medio biótico. El AII para el medio abiótico es de 3052,99 Ha, para el medio biótico es de 1523,24 Ha y el social es de 13629,00 Ha.

### Medio Abiótico

- i. El componente de Geología dónde se encuentra enmarcado el proyecto está constituido en su mayoría sobre materiales de edades recientes (Cuaternarios) compuestos por sedimentos medianamente consolidados de origen fluvial, lacustre y coluvial. Así mismo, es importante resaltar que durante el levantamiento de campo y en la información secundaria consultada, no se encontraron evidencias de actividad neotectónica que afecte los materiales sobre los cuales estará construido el proyecto; lo anterior representa que desde este componente no se presentan afectaciones o limitaciones para la correcta ejecución del proyecto.
- ii. El proyecto se encuentra construido sobre geoformas de origen fluvial principalmente que se caracterizan por presentar morfometrías planas, las cuales se encuentran asociadas bajas incidencias en temas de amenaza por movimientos en masa. Así mismo, se puede evidenciar que no existen procesos morfodinámicos activos dentro del área de influencia directa por lo que no se tendrían que implementar obras o estrategias de mitigación para la ejecución del proyecto.
- iii. Los suelos analizados en el área de influencia del proyecto Estructuración Técnica de la Primera Línea del Metro de Bogotá (Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), reportan concentraciones que se ajustan a los criterios que establece en las normas vigentes.
- iv. De acuerdo con La Guía Canadiense para la Calidad del Suelo para la Protección de la Salud Ambiental y Humana, se cumple con los parámetros de pH (PT-HOSPITALES y PT-PLMB-PT-

01 ), conductividad, relación de adsorción de sodio, plata total, a excepción de los análisis de pH en los puntos PT-CALLE 72, PT-CALLE 45, PT-VIBLA-01, PT-PLMB-AGRO-02 S, PT-PLMB-AGRO 02-M, PT-PLMB-AGRO-02-F y PT-AV Primero de Mayo BOYACA y de la relación de adsorción de sodio en los puntos identificados como PT CALLE 45, PT HOSPITALES, PT-VIBLA-01 y PT-AV Primero de Mayo BOYACA.

- v. De acuerdo con La Guidelines British Columbia Criterio Nivel A, los análisis cumplen con los parámetros hidrocarburos totales (PT CALLE 45, PT-VIBLA-01 y PT-AV Primero de Mayo BOYACA), arsénico, bario, cobre, cromo, mercurio, plomo, selenio, zinc, se excluyen los análisis de hidrocarburos totales PT CALLE 72, PT HOSPITALES, PT-PLMB-AGRO-02-S, PT-PLMB-GRO-02-M y PT-PLMB-AGRO-02-, Bario en el punto PT-AV Primero de Mayo BOYACA, zinc total en los puntos PT-CALLE 72, PT HOSPITALES, PT-PLMB-PT -01, PT-VIBLA-01, PT-PLMB-AGRO-02- S, PT-PLMB-AGRO-02- F.
- vi. El análisis de amenaza por fenómenos de inundación demuestra con claridad que existen porciones tanto del AII como del AID del proyecto que se encuentran dentro de la categorización de amenaza media y baja. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de estos eventos oscila entre el 10% y el 65% para la categoría de amenaza media y una probabilidad menor al 10% para las zonas de amenaza baja; sin embargo, es importante resaltar que se cuentan con obras de mitigación a lo largo de las fuentes hídricas involucradas (jarillones) y, actualmente, no presentan restricciones constructivas en estas zonas.
- vii. Las zonas categorizadas como amenaza nula por fenómenos de inundación no tienen restricciones constructivas y, por ende, no tienen interferencias para la ejecución del proyecto.
- viii. El análisis de Amenaza Sísmica tanto de AII y AID del proyecto demuestran que la mayoría del área evaluada (>90%) se encuentra zonificada como amenaza media. Los datos utilizados para la determinación de este parámetro fueron obtenidos a partir de los valores de aceleración sísmica en roca obtenidos de la base de datos del Servicio Geológico Colombiano. A pesar de que la zonificación está dada como media, no se presentan restricciones o afectaciones a la ejecución del proyecto dentro de esta amenaza siempre y cuando se tengan presentes las recomendaciones de diseño estipuladas en la NRS-10.
- ix. En el área de influencia de paisaje predomina la calidad visual del paisaje baja, esto teniendo en cuenta que el área de desarrollo del proyecto es un área que se encuentra fuertemente intervenida y predominan las características de tipo antrópico lo que ha provocado una reducción y transformación de los espacios naturales que a largo plazo generaron un cambio en la percepción del paisaje, transformando las características naturales en una condición urbana de alta densidad y ocupación, característico de las áreas en las cuales se propone el desarrollo del proyecto.
- x. De acuerdo con las variables evaluadas para la caracterización por paisaje, se encontraron valores bajos: debido a la falta de presencia de parques locales, zonales o metropolitanos y la presencia de arbolado y jardines urbanos, adicionalmente pese a que en el área existe la

presencia de recursos históricos y arquitectónicos que son de gran importancia no es muy común encontrarlos a lo largo del proyecto. Por otra parte, se identificaron áreas verdes y parques en los que los habitantes pueden interactuarlo que determina que existen áreas destinadas para recreación,

- xi. Se identifica la ausencia de estaciones medidoras de caudal, esto teniendo en cuenta la localización de los sitios de cruce. Las estaciones de caudal para la zona de estudio no son de utilidad para las cuencas hidrográficas trazadas, se observa que las estaciones se encuentran en la parte alta de las cuencas, por lo cual, el realizar transposición de caudales para la relación de áreas de mayor al 50% no es aceptable desde la metodología, por tal motivo la utilización de los modelos hidrológicos de lluvia escorrentía es la metodología utilizada.
- xii. De los análisis morfométricos realizados a las cuencas hidrográficas, se observa que la mayoría son cuencas hidrográficas con pendientes fuertes en el sector oriental, mientras que, al costado sur y occidente de Bogotá, la pendiente disminuye. Lo anterior se ve reflejado en los cálculos de tiempo de concentración y tiempo de desfase, insumos utilizados en la modelación hidrológica.
- xiii. Se observa que la cobertura vegetal para las hoyas hidrográficas es mínima, análisis adecuado y correcto para la condición de suelo urbano. Las implicaciones técnicas de un suelo urbano con poca vegetación implican el aumento de caudales máximos instantáneos, esto teniendo en cuenta la formación de escorrentía superficial, lo anterior se vio reflejado en el cálculo de caudales máximos instantáneos.
- xiv. De los análisis presentados para el cálculo de caudales medios y mínimos, se identifica que esta metodología depende de la adecuada información en los insumos, esto implica información confiable de precipitación y caracterización morfométrica. Cabe resaltar que, para los análisis de estudios presentados de precipitación, se utiliza los métodos estadísticos convencionales para el análisis de homogeneidad y datos anómalos. Por otra parte, los cálculos morfométricos de las cuencas hidrográficas están definidos con información en escala 1:25000, y caracterización de suelo hidrológico en escala adecuada. Se concluye que los análisis de Pos Campo son adecuados y correctos para la escala de trabajo de los estudios hidrológicos.
- xv. Se evidencia que en la mayoría de los parámetros analizados en calidad del agua superficial, reportan sus mayores concentraciones en los puntos del Canal Albina, Río Bogotá y el Canal Río Seco en orden de predominancia, mientras que las menores concentraciones se presentan en su mayoría en el Canal Río Fucha y el Canal Arzobispo excepto por los valores de coliformes que presenten la mayor presencia en el Canal Arzobispo.
- xvi. Parámetros como los detergentes presentan casos en los puntos Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo y Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo que superan el límite máximo de 0.5 mg/L establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 del MADS para consumo humano y doméstico, por otro lado las variables microbiológicas presentan valores altos, específicamente los coliformes

totales en todos los puntos superan los límites máximos permisibles de 1000, 5000 y 20000 NMP/100mL establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 del MADS para consumo humano y doméstico y uso agrícola, de igual forma los coliformes termotolerantes en la mayoría de los puntos exceptuando el Canal Cundinamarca aguas arriba superan los límites máximos permisibles de 1000 y 2000 NMP/100mL establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015 del MADS para consumo humano y doméstico y uso agrícola.

- xvii. La clasificación de las aguas según su uso establecido en los artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4., 2.2.3.3.9.5., 2.2.3.3.9.6. y 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, se evidencia que el Canal Albina aguas arriba y aguas abajo permite los usos pecuarios y para preservación de flora y fauna, ya que los resultados de detergentes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y los resultados de coliformes totales y termotolerantes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y uso agrícola.
- xviii. El Canal Arzobispo aguas arriba y aguas abajo permite los usos pecuarios y para preservación de flora y fauna, ya que los resultados de coliformes totales y termotolerantes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y uso agrícola; el Canal Río Fucha aguas arriba y aguas abajo permite los usos pecuarios y para preservación de flora y fauna, ya que los resultados de coliformes totales y termotolerantes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y uso agrícola;
- xix. El Canal Río Seco aguas arriba y aguas abajo permite los usos pecuarios y para preservación de flora y fauna, ya que los resultados de detergentes y pH no permiten el uso de consumo humano y doméstico y los resultados de coliformes totales y termotolerantes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y uso agrícola; el Canal Cundinamarca aguas arriba y aguas abajo permite los usos pecuarios y para preservación de flora y fauna, ya que los resultados de coliformes totales y termotolerantes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y uso agrícola;
- xx. Por último, el Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo permite los usos pecuarios, ya que los resultados de detergentes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y los resultados de coliformes totales y termotolerantes no permiten el uso de consumo humano y doméstico y uso agrícola, el resultado de oxígeno disuelto es contraproducente para la preservación de flora y fauna.
- xxi. Los Índices de contaminación del agua ICOS el cual caracteriza el nivel de contaminación según la conjunción de diferentes parámetros, para el índice ICOSUS se evidencia que no existe un grado de contaminación en la mayoría de los casos por material en suspensión sólido, excepto grados de contaminación bajos en el Canal Albina aguas arriba y aguas abajo, en el Canal Arzobispo aguas abajo y Canal Cundinamarca aguas arriba y un grado de contaminación muy alto en el Canal Cundinamarca aguas abajo; el ICOMO registra en los puntos del canal Río Fucha aguas arriba y aguas abajo un grado de contaminación medio, en los puntos del Río



Bogotá aguas arriba y aguas abajo se clasifica como contaminación muy alta y en el resto de los puntos se clasifica como contaminación alta por materia orgánica, seguidamente el ICOPH no presenta ningún grado de contaminación en la mayoría de las muestras evaluadas excepto por el punto del Canal Río Seco aguas arriba que se clasifica como un grado de contaminación bajo por pH y finalmente a partir del contenido de fosforo en los cuerpos de agua, se establece un grado de Eutrofia para la mayoría de los puntos evaluados excepto por los puntos del Canal Albina aguas arriba y aguas abajo y el Río Bogotá aguas arriba y aguas abajo que se clasifica como hipereutrofia.

- xxii. La normatividad nacional ambiental no contempla un valor normativo para la capacidad buffer, esta propiedad puede ser usada como herramienta de seguimiento de la calidad de los cuerpos de agua, toda vez que su decrecimiento es sinónimo de alteraciones en el equilibrio iónico del agua, el cual puede estar ligado a procesos de contaminación por descarga de metales pesados, ácidos y/o sales.
- xxiii. Para los puntos de ruido ambiental localizados en sector de restricción B, subsector “Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.” en horario diurno, se registraron niveles de presión sonora que oscilaron entre 53,1 dB y 67,7 dB en día hábil, donde el menor valor se registró en el punto M2 (Av Villavicencio con calle 49 sur) punto cercano al canal el Tintal que es una zona residencial con bajo flujo vehicular y con actividad de reciclaje los cuales no generan altos Niveles de Presión sonora.
- xxiv. El mayor NPS fue en el punto M3 (67,7dB) el cual superó el valor permisible de la Resolución 627 de 2006, este punto fue ubicado en la acera del frente del portal de la Américas; Las principales fuentes de emisión de ruido que influyen en la medición corresponde a las vehiculares de la Av Villavicencio y la Av ciudad Cali, el tránsito constante de personas, vendedores informales y comercio del sector.
- xxv. El mayor NPS fue en el punto M3 el cual fue tomado en la cera del frente del portal de la Américas en este sector se encuentra un alto flujo vehicular, peatonal y comercial, el cual influye en la generación de NPS. Por otra parte.
- xxvi. Los NPS en los días No hábil los resultados variaron de 53,7 dB (M2) y 66,8 dB (M14) en este punto que se encuentra en la Av. Primero de Mayo con carrera 39 (Canal Albina) los incrementos son por lo general causados al incremento de flujo vehicular sobre la avenida Primero de Mayo presentando sobrepasos de 0,2 dB a 2,7 dB en día hábil y de 1,7 dB a 1,8 dB en día no hábil, con respecto al límite máximo permisible (65 dB) establecido en la Resolución N° 627 del 7 de abril de 2006. En horario nocturno los sobrepasos fueron de 1,9 dB a 15,7 dB en día hábil y de 2,7 dB a 16,0 dB, con relación al límite máximo permisible establecido en la Resolución N° 627 del 7 de abril de 2006 (50 dB), al registrar datos en un rango de 45,9 dB a 65,7 dB en día hábil, correspondiendo a los puntos M19 y M18, respectivamente, mientras, en día no hábil los NPS fluctuaron entre 46.1 dB (M19) a 66,0 dB (M18).

- xxvii. Con respecto a los puntos clasificados en subsector “Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre”, en horario diurno los resultados se encuentran en un rango de 54,1 dB (M21 Parque Tercer Milenio) a 72,9 dB (M6 Parque La Amistad) en día hábil.
- xxviii. En cuanto al comportamiento en día no hábil los valores variaron entre 55,0 dB en el punto M21(Parque Tercer Milenio) y 73,7 dB en el punto M6 Parque La Amistad, exhibiendo sobrepasos de 0,8 dB (M9 Parque Las Américas Occidental sector 4) a 7,9 dB (M6 Parque La Amistad) en día hábil y de 2,2 dB (M9 Parque Las Américas Occidental sector 4)) a 8,7 dB (M6 Parque La Amistad) en día no hábil respecto al límite permisible (65 dB);
- xxix. Por otro lado, en horario nocturno los NPS oscilaron entre 46,1 dB y 55,7 dB en día hábil, en los puntos M6 y M9, respectivamente, mientras, en día no hábil, los datos estuvieron comprendidos de 47,6 dB (M6) a 56,8 dB (M9), evidenciando sobrepasos de 5,7 dB en día hábil y de 6,8 dB en día no hábil en el punto M9, respecto al límite permisible (50 dB) establecido en la Resolución N° 627 del 7 de abril de 2006.
- xxx. De acuerdo con los puntos analizados en sector de restricción C, en horario diurno se evidenciaron niveles de presión sonora en un rango de 52,1 dB a 83,9 dB en día hábil; en día no hábil los resultados oscilaron entre 52,2 dB a 83,2 dB, respectivamente, presentando sobrepasos de 3,9 dB en día hábil y de 3,2 dB en día no hábil. El mayor NPS se registró en el punto M29 y el menor en el punto M7
- xxxi. Asimismo, en jornada nocturna los NPS fluctuaron entre 47,0 dB y 71,8 dB en día hábil, donde el menor dato se alojó en el punto M22 y el mayor en el punto M26, mientras en día no hábil, los valores variaron de 46,8 dB (M22) a 71,8 dB (M26), exhibiendo sobrepasos de 1,8 dB (M26) en día hábil y de 0,4 dB (M25) a 1,8 dB (M26) en día no hábil, respecto al límite permisible (70 dB) establecido en la Resolución N° 627 del 7 de abril de 2006.
- xxxii. Una vez se ejecuta el monitoreo de ruido ambiental en el trazado de la primera línea del Metro, se evidencia que los niveles de presión sonora registrados en la campaña provienen de fuentes de emisión de ruido esporádicas, tales como: el paso y los pitos de los vehículos, el control policiaco con silbatos, el paso de ambulancias, la presencia de vendedores informales, el comercio que se encuentran a lo largo del trazado (desde el punto M3 hasta M29). Es importante destacar que, durante el monitoreo no se percibieron fuentes permanentes de ruido, por ende, se infiere que los resultados son acordes a las características normales del entorno y a las labores cotidianas desarrolladas en la zona de estudio.
- xxxiii. En relación con la calidad del aire de las condiciones proyectadas, se observe en general el cumplimiento de los niveles maximos permisibles para los contaminantes que establece la normatividad Ambiental local. Sin embargo, según el modelo implementado, el dióxido de nitrógeno presentaría un valor de 82,60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir 22,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por encima de los 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecidos por norma (Resolución 2254 de 2017). Por su parte, bajo el criterio de la Corporación Financiera Internacional (IFC), la situación es muy similar y se da cumplimiento del material particulado (2.5 y 10) y dióxido de azufre, siendo el dióxido de nitrógeno el

contaminante que nuevamente excede el valor límite con una concentración de 82,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año, es decir 42,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por encima de valor permitido. Lo anterior, permite inferir que los límites permisibles entre la normatividad local y la IFC, se encuentran relativamente alineados siendo más exigentes los de la Corporación, la cual no solo establece valores más bajos si no que considera que todo proyecto en donde se tengan fuentes significativas, es decir aquellas que contribuyen y aumentan las concentraciones de PM10, NOx y SOx, no se deben superar las permitidas por norma guías de calidad del aire, en aplicación de la legislación nacional o la organización mundial de la salud (OMS).

### Medio Biótico

- i. En el área de influencia indirecta biótica se identifican elementos de la Estructura ecológica principal (EEP), en su mayoría las estructuras afectadas pertenecen a Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde (146,88 ha), en donde la mayor área está representada por el parque Porvenir (Gibraltar) – 65,86 ha el cual se encuentra al inicio de la WF1 y actualmente posee una cobertura de pastos con poca distribución de elementos arbóreos.
- ii. Adicionalmente se identifican elementos del sistema hídrico como el Río Fucha o San Cristóbal con 25,33 ha, elementos de Reservas Distritales de Humedal el cual corresponde específicamente a un pequeño polígono del Humedal La Vaca que se encuentra cercano a la intervención que se realizará en WF2, finalmente se tiene un cruce con dos conectores ecosistémicos identificados en el Decreto 555 de 2021, el conector ecosistémico Virrey – Chico y el conector ecosistémico subcuena del río Fucha.
- iii. Es importante aclarar que previo a las actividades de ejecución del EIAS a la fecha ya se encuentran en actividad las obras asociadas al Intercambiador Vial de la Calle 72; el Traslado, Protección, Reubicación y/o Gestión de Redes; la Construcción de los Puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 y las obras del Patio Taller de la fase previa, las cuales cuenta cada una con instrumento ambiental (PMAS) para su ejecución; en dichos instrumentos se realizó la caracterización biótica y el inventario forestal al 100% para cada una de las áreas de influencia asociadas a las obras anteriormente nombradas. Para el presente EIA, se estructuró el inventario forestal al 100% para el área de influencia directa para un total de 3808 individuos arbóreos, entre los que se identifican individuos presentes tanto en espacio público como en propiedad privada, se destaca que los individuos en propiedad privada no harán parte de la demanda pues la solicitud de permisos de tratamiento silvicultural que se presenta a la Secretaría Distrital de Ambiente solo contempla individuos ubicados en espacio público.
- iv. Inicialmente para el Tramo WF1, se registraron setenta y tres (73) individuos arbóreos al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso pimiento (*Schinus molle*) por ser la más abundante y dominante, Adicionalmente, el total de los individuos inventariados se calculó un total de 10,344  $\text{m}^3$  de volumen total y 7  $\text{m}^3$  de volumen comercial.

- v. En lo que corresponde al Tramo WF2, se registraron setecientos ochenta y dos (782) individuos arbóreos, en cuanto Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso pimiento (*Schinus molle*) por ser la más abundante y dominante, consecuentemente, del total de los individuos inventariados se calculó un total de 198,465 m<sup>3</sup> de volumen total y 15,948 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- vi. En el Tramo WF3 se registraron seiscientos noventa y ocho (698) individuos arbóreos, En lo referente al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso pimiento (*Schinus molle*). Del total de los individuos inventariados se calculó un total de 142,98 m<sup>3</sup> de volumen total y 13,742 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- vii. Para el Tramo WF4 en total se identificó un total de seiscientos noventa y nueve (699) individuos, en lo referente al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso Pimiento (*Schinus molle*) por ser la que tiene mayor frecuencia de aparición y la mayor suma de área basal. Así mismo, del total de los individuos inventariados en este tramo se calculó 263,138 m<sup>3</sup> de volumen total y 58,784 m<sup>3</sup> de volumen comercia.
- viii. En cuanto al Tramo WF5, se registraron quinientos sesenta y cuatro (564) individuos arbóreos, entre los que, con ayuda del índice de valor de importancia, se identificó la especie con mayor importancia que corresponde a Caucho sabanero (*Ficus soatensis*). En total se presenta un volumen total de 520,989 m<sup>3</sup> de volumen total y 92,800 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- ix. Para el Tramo WF6 se registraron seiscientos trece (613) individuos arbóreos, en lo referente al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Caucho Sabanero (*Ficus soatensis*) por ser la que tiene mayor frecuencia de aparición y la mayor suma de área basal. Se calculo 439,993 m<sup>3</sup> de volumen total y 110,022 m<sup>3</sup> de volumen comercial
- x. Las especies de árboles *Ficus soatensis* (*Caucho sabanero*), *Fraxinus chinensis* (Urapán) y *Pittosporum undulatum* (Laurel huesito) fueron de los que más abundancia de epifitas presentaron gracias a las características físicas de la corteza, que favorecen el crecimiento y establecimiento de estas.
- xi. De las epifitas no vasculares, las especies del grupo de líquenes *Chrysothrix xanthina* y *Canoparmelia sp*, presentaron el rango de abundancia descrito por Braun Blanquet como Muy abundante (>20%) al igual que las especies epifitas vasculares la bromelia *Tillandsia recurvata* y el helecho *Pleopeltis macrocarpa*; estas tuvieron una mayor representatividad dentro del área de influencia, por lo cual son especies que presentan mejores adaptaciones a las condiciones que se presentan en el medio para lograr el establecimiento y supervivencia de sus individuos.
- xii. Con respecto a la abundancia por tramos se observó una mayor abundancia de individuos en tramo WF4 y tramo WF5 con una representatividad de 9 especies mientras que el tramo 6 se presentaron 10 especies con una abundancia total de 194 ind.
- xiii. En general se observa que en los 6 tramos hay una alta dominancia de especies y una baja

diversidad.

### Medio Biótico

- i. En el área de influencia indirecta biótica se identifican elementos de la Estructura ecológica principal (EEP), en su mayoría las estructuras afectadas pertenecen a Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde (146,88 ha), en donde la mayor área está representada por el parque Porvenir (Gibraltar) – 65,86 ha el cual se encuentra al inicio de la WF1 y actualmente posee una cobertura de pastos con poca distribución de elementos arbóreos.
- ii. Se identifican elementos del sistema hídrico como el Río Fucha o San Cristóbal con 25,33 ha, elementos de Reservas Distritales de Humedal el cual corresponde específicamente a un pequeño polígono del Humedal La Vaca que se encuentra cercano a la intervención que se realizará en WF2, finalmente se tiene un cruce con dos conectores ecosistémicos identificados en el Decreto 555 de 2021, el conector ecosistémico Virrey – Chico y el conector ecosistémico subcuenca del río Fucha.
- iii. Es importante aclarar que previo a las actividades de ejecución del EIAS a la fecha ya se encuentran en actividad las obras asociadas al Intercambiador Vial de la Calle 72; el Traslado, Protección, Reubicación y/o Gestión de Redes; la Construcción de los Puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 y las obras del Patio Taller de la fase previa, las cuales cuenta cada una con instrumento ambiental (PMAS) para su ejecución; en dichos instrumentos se realizó la caracterización biótica y el inventario forestal al 100% para cada una de las áreas de influencia asociadas a las obras anteriormente nombradas. Para el presente EIA, se estructuró el inventario forestal al 100% para el área de influencia directa para un total de 3808 individuos arbóreos, entre los que se identifican individuos presentes tanto en espacio público como en propiedad privada, se destaca que los individuos en propiedad privada no harán parte de la demanda pues la solicitud de permisos de tratamiento silvicultural que se presenta a la Secretaria Distrital de Ambiente solo contempla individuos ubicados en espacio público.
- iv. Inicialmente para el Tramo WF1, se registraron setenta y tres (73) individuos arbóreos al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso pimiento (*Schinus molle*) por ser la más abundante y dominante, Adicionalmente, el total de los individuos inventariados se calculó un total de 10,344 m<sup>3</sup> de volumen total y 7 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- v. En lo que corresponde al Tramo WF2, se registraron setecientos ochenta y dos (782) individuos arbóreos, en cuanto Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso pimiento (*Schinus molle*) por ser la más abundante y dominante, consecuentemente, del total de los individuos inventariados se calculó un total de 198,465 m<sup>3</sup> de volumen total y 15,948 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- vi. En el Tramo WF3 se registraron seiscientos noventa y ocho (698) individuos arbóreos, En lo referente al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso pimiento (*Schinus molle*). Del total de los individuos inventariados se calculó un

total de 142,98 m<sup>3</sup> de volumen total y 13,742 m<sup>3</sup> de volumen comercial.

- vii. Para el Tramo WF4 en total se identificó un total de seiscientos noventa y nueve (699) individuos, en lo referente al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Falso Pimiento (*Schinus molle*) por ser la que tiene mayor frecuencia de aparición y la mayor suma de área basal. Así mismo, del total de los individuos inventariados en este tramo se calculó 263,138 m<sup>3</sup> de volumen total y 58,784 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- viii. En cuanto al Tramo WF5, se registraron quinientos sesenta y cuatro (564) individuos arbóreos, entre los que, con ayuda del índice de valor de importancia, se identificó la especie con mayor importancia que corresponde a Caucho sabanero (*Ficus soatensis*). En total se presenta un volumen total de 520,989 m<sup>3</sup> de volumen total y 92,800 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- ix. Para el Tramo WF6 se registraron seiscientos trece (613) individuos arbóreos, en lo referente al Índice de valor de importancia se identificó que la especie con mayor importancia fue el Caucho Sabanero (*Ficus soatensis*) por ser la que tiene mayor frecuencia de aparición y la mayor suma de área basal. Se calculó 439,993 m<sup>3</sup> de volumen total y 110,022 m<sup>3</sup> de volumen comercial.
- x. Las especies de árboles *Ficus soatensis* (*Caucho sabanero*), *Fraxinus chinensis* (Urapán) y *Pittosporum undulatum* (Laurel huesito) fueron de los que más abundancia de epifitas presentaron gracias a las características físicas de la corteza, que favorecen el crecimiento y establecimiento de estas.
- xi. De las epifitas no vasculares, las especies del grupo de líquenes *Chrysothrix xanthina* y *Canoparmelia sp.*, presentaron el rango de abundancia descrito por Braun Blanquet como Muy abundante (>20%) al igual que las especies epifitas vasculares la bromelia *Tillandsia recurvata* y el helecho *Pleopeltis macrocarpa*; estas tuvieron una mayor representatividad dentro del área de influencia, por lo cual son especies que presentan mejores adaptaciones a las condiciones que se presentan en el medio para lograr el establecimiento y supervivencia de sus individuos.
- xii. Con respecto a la abundancia por tramos se observó una mayor abundancia de individuos en tramo WF4 y tramo WF5 con una representatividad de 9 especies mientras que el tramo 6 se presentaron 10 especies con una abundancia total de 194 ind.
- xiii. En general se observa que en los 6 tramos hay una alta dominancia de especies y una baja diversidad.

### Zonificación ambiental

- i. A partir de la zonificación ambiental es posible concluir que a prevalecen las áreas de intervención con sensibilidad media.
- ii. **Para La zonificación del marco legal y normativo**, el resultado arrojó una sensibilidad media en la mayor parte del AII (desde el patio taller hasta el tramo 4) y sensibilidad baja hacia el costado noreste del proyecto (tramos 5 y 6).

- iii. La **zonificación del medio abiótico** analizó amenazas por movimiento en masa, por inundación, por actividad sísmica y por avenidas torrenciales y se concluyó la presencia de una sensibilidad media a lo largo del AID.
- iv. La **zonificación del medio biótico** fue realizada a partir de las coberturas terrestres asociadas a la vegetación y asociadas a hábitats. La mayor parte del AID biótico obtuvo una sensibilidad muy baja (alrededor del 85.59%), lo que significa que son áreas con una alta potencialidad a la intervención por lo que a nivel biótico. Por otra parte, el 2.66% del área de influencia presenta una zonificación muy alta esto consecuencia de áreas asociadas a humedales y zonas pantanosas, ríos y rondas de cuerpos de agua urbanas, mientras que la sensibilidad baja obtuvo el 10.42% de presencia dentro del área de influencia y la caracterización media únicamente cuenta con el 1.33% de presencia dentro del área.
- v. La **zonificación ambiental final** arrojó una sensibilidad media predominante en el área del proyecto, con un 79,12 % del área de intervención, de la cual, el tramo 3, el tramo 5 y patio taller, presentaron los mayores porcentajes de cobertura. La sensibilidad alta se presentó en los tramos 1, 3, 4 y 5.

## BIBLIOGRAFÍA

- (MADS), M. d. (2017). *Resolución 2254 de 2017 "Por la cual se adopta la norma de calidad de aire y se dictan otras disposiciones"*. Bogotá.
- Adhilla Ainun Musir, N. A. (2021). The Piling Installation Vibration Damage Behaviour on Drainage at Construction Site. *Civil Engineering and Architecture*, 7.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2012). *Boletín No. 40 Sobre el consumo y la producción de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá D.C.* Obtenido de Secretaría Distrital de Planeación: <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/dice123-boletinconsprodaguasusores-2012.pdf>
- Amaya-Espinel, & Zapata. (2014). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas* (Vol. 3). Bogotá D.C, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia.
- (s.f.). *Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)*.
- (s.f.). *Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)*.
- ANLA. (2018). *Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA. Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR- 17*. Recuperado el 19 de Marzo de 2020, de [http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/comunicaciones/SIPTA/Terminos\\_referencia/tdr\\_eia\\_sist\\_trans.pdf](http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/comunicaciones/SIPTA/Terminos_referencia/tdr_eia_sist_trans.pdf)
- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2005). *Microbiología de agua. Conceptos básicos*. Buenos Aires: Solar Safe Water.
- Arias-Aguilar, A., Hintze, F., Aguiar, L., Rufay, V., Bernard, E., & J, R. (2018). Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research*, 63, 231–253.
- Bader, E., Jung, K., Kalko, E. K., Page, R. A., Rodriguez, R., & Sattler, T. (2015). Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. *Biological Conservation*, 186, 97–106. doi:10.1016/j.biocon.2015.02.028
- Bahamón, J., Martínez, K., & Pescador, M. (2019). *ECOSISTEMAS TERRESTRES*. Bogotá.
- Bascompta, R. R. (2020). Vibration Analysis and Empirical Law Definition for Different Equipment in a Civil Construction. *Applied sciences*, 19.
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies: Las interacciones entre plantas y los animales que las polinizan y dispersan sus semillas forman complejas redes de



- interdependencias que constituyen la arquitectura de la biodiversidad. *Investigación y Ciencia*, 50-59.
- Beadle, L. (1981). *Inland Waters of Tropical África: Introduction to Tropical Limnology (Second edition)*. London/New York: Prentice Hall Publisher.
- Behita, W., & Barahona, M. (2010). Físicoquímica de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa. Costa Rica. *Cuadernos de investigación UNED Vol. 2*.
- Beita, W., & Barahona, M. (2010). Físicoquímica de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa. Costa Rica: Cuadernos de investigación UNED Vol. 2(2).
- Bolaños Alfaro, J., Cordero Castro, G., & Segura Araya, G. (Mayo de 2017). Determinación de nitritos, nitratos y sulfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30(4). doi:10.18845/tm.v30i4.3408
- CAR. (2018). *ESTUDIOS DE SOPORTE REQUERIDOS PARA LA SOLICITUD DE SUSTRACCIÓN PARA LA RESERVA FORESTAL PRODUCTORA REGIONAL THOMAS VAN DER HAMMEN EN CONTEXTO CON LA UPR NORTE Y CON LA RED DE PAISAJE CIRCUNDANTE*. Bogotá.
- Carvajal. (2005). *Mapa geomorfológico de la Sabana de Bogotá. Versión 1.0*. Bogotá.
- Castillo, J., Díaz, N., & Torres, C. (s.f.). *Efectos de fuerzas dinámicas aplicadas por equipos de construcción sobre suelos blandos de la sabana de Bogotá*. Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil.
- Caycedo Rosales, P. C., Ruiz Muñoz, J. F., & Orozco Alzate, M. (2013). Reconocimiento automatizado de señales bioacústicas: Una revisión de métodos y aplicaciones. *Ingeniería y ciencia*, 171-195.
- Chafik Ingeniería. (29 de Noviembre de 2021). *Chafik Ingeniería*. Obtenido de Rehabilitación de Canal Tintal II, la entrega del canal Cundinamarca: <http://www.chafikingeneria.com.co/tintal-ii/>
- Chaux, L. (2018). *EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA (RUIDO AMBIENTAL) EN ZONAS ALEDAÑAS AL HOSPITAL UNIVERSITARIO BARRIOS UNIDOS, A LA FUNDACION HOSPITAL INFANTIL UNIVERSITARIO DE SAN JOSE UBICADOS EN LA UPZ DOCE DE OCTUBRE*. Bogota: Universidad Libre.
- Chow, V. T. (1984). *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw Hill Book Company.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. New York, U.S.A: McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.
- CITES. (2021). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
- Concesionario ML1. (2022).

- Consortio Ambiental Metro de Bogotá. (2022). *Actualización Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Primera Línea del Metro de Bogotá*. Bogotá D.C.
- Consortio L1, 2. (2014). *Estudio metro subterráneo L1*.
- Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN. (2019). *Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) - Estudio de Impacto Ambiental y Social*. Bogotá D.C.
- Consortio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN. (2019). *Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) - Estudio de Impacto Ambiental y Social*. Bogotá D.C.
- Cryan, P. (2003). Seasonal distribution of migratory tree bats (*Lasiurus* and *Lasionycteris*) in North America. *Journal of Mammalogy*, 84(2), 579–593. doi:10.1644/1545-1542(2003)084<0579:SDOMTB>2.0.CO;2
- Decreto 190 de 2004, Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, que conforman el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C (El Alcalde Mayor de Bogotá D.C).
- Decreto 555 de 2021, Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.).
- Decreto 555 de 2021, Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.).
- Decreto 623 de 2011, Por medio del cual se clasifican las áreas-fuente de contaminación ambiental Clase I, II y III de Bogotá, D.C., y se dictan otras disposiciones (Alcaldesa de Bogotá).
- Delgado, F. A. (2012). *Guía Metodológica; Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Petrolero*. Bogotá D.C.
- Deng, G., & Yimam, I. (2020). Ecosystem roles of birds: a review on birds' conservation insight. *International Journal of Zoology and Animal Biology*, 3(4): 000236.
- EAAB . (2020). *Norma Técnica de Servicio NS -085”, Subcomité de Diseño de Alcantarillado, V 4.1*. Bogotá D.C.
- EAAB. (2019). *Contrato de Consultoría No. 1-2-25500-0951-2018 - Actualización del Diseño Definitivo de la Estructura de Descarga del Túnel de Emergencia del Interceptor Tunjuelo-Canoas y Diseño Definitivo de la Descarga a Gravedad del Canal Cundinamarca*. Bogotá D.C.
- EAAB ESP. (2014). *Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá*. Obtenido de <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y-alcantarillado/la-infraestructuraAcueducto/plan-maestro-de-abastecimiento/demanda!/ut/p/z1/7Vhdb->

I4FP0rmUpluw8hjp2EpG98LZQd2kJhKHlY5DgOeDYf1HFgmF8\_Dky7haZkRojVaJcl5Dj33nOd  
42NH15qrPWpujFdsjgVLYh

- EAAB y Estudios Técnicos y Construcciones S.A.S. (2019). *Contrato de Consultoría No. 1-2-25500-0951-2018 - Actualización del Diseño Definitivo de la Estructura de Descarga del Túnel de Emergencia del Interceptor Tunjuelo Canoas y Diseño Definitivo de la Descarga a Gravedad del Canal Cundinamarca*. Bogotá D.C.
- Ecopetrol. (s.f.). *Diagnóstico ambiental Plan Parcial de Renovación Urbana del Centro Empresarial Ecopetrol*.
- Eduardo Trujillo, V. M. (2008). Ajuste del Equilibrio Químico del Agua Potable con Tendencia Corrosiva por Dióxido de Carbono . *Información Tecnológica*, 90.
- EN 50121, Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética.
- EN 61000, Compatibilidad electromagnética .
- Esteves, F. (2011). *Fundamentos de limnología (3a. Ed.)*. Rio de Janeiro, Brasil : Interciencia.
- Fernandez, L., & Lopez, D. (25 de enero de 2021). *Presencia de fenoles en aguas cubanas*. Obtenido de <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3596/071%20%20PRESENCIA%20DE%20FENOLES%20ENAGUAS%20CUBANAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fondo de Desarrollo Local de Puente Aranda – Continental de Fumigaciones Ltda. (2014). *Observatorio Ambiental de Bogotá*. Obtenido de Diagnóstico Sanitario Ambiental Canal Albina y Canal Río Seco: [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dln\\_download&p=3489](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dln_download&p=3489)
- FOPAE, & UNAL. (2011). *Estudio de modelación geotécnica del fenómeno de subsidencia en la ciudad de Bogotá D.C*. Bogotá.
- Franco, A., Bravo, G., Rosselli, L., Romero, M., Múnera, C., Rodríguez, A., . . . Chaves, J. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. En A. Franco, & G. Bravo, *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales* (págs. 117-282). Conservación Internacional, Birdlife.
- Galeano, S., Urbina , J., Alfonso, P., & Rivera, M. (2006). *Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento*. Bogotá.
- Gallina, S., & López, C. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. México: Instituto de ecología, A.C. - INECOL.
- Gonzales, L. (2013). Nitrogeno amoniacal, importancia de su determinación.
- González, L. (2013). Nitrógeno amoniacal, importancia de su determinacion . *UPTC*.

- Gutierrez Rey, H. (1991). *Clasificaciones climáticas*. Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT.
- Hammen, V. d. (1960). *Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano Continentales y Tectogénesis de los Andes Colombia*. *Servi. Geol. Nal. Geol. No 6 Bogotá, Colombia*. Bogotá.
- HELMENS, K. & VAN der HAMMEN T. (1995). *Memoria explicativa de los mapas del Neógeno y Cuaternario de la Sabana de Bogotá-cuenca alta del río Bogotá*. IGAG.
- Helmens, K. (1990). *Neogene-Quaternary geology of the High Plain of Bogotá, Eastern*. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- HIMAT. (mayo de 1990). *Técnicas Estadísticas Aplicadas en el Manejo de Datos Hidrológicos y Meteorológicos*. Obtenido de Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras : <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/009198/009198.pdf>
- Hjelmfelt, J., & Cassidy, J. J. (1976). *Hydrology for Engineers and Planners*. Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- HUBACH, E. (1957). *Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores; Serv. Geol. Nal. Bol. Geol.* (Vol. Vol. 5). Bogotá.
- IDEAM. (1989). *Estudio del Régimen de Temperaturas en Colombia*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2001). *El Medio Ambiente en Colombia: El Agua*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente.
- IDEAM. (2007). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2007). *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua*.
- IDEAM. (2017). *Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación. En Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación,.*
- IDEAM. (2019). *Glosario Meteorológico*. Bogotá D.C.: Subdirección de Meteorología.
- IDEAM. (2020). *Instructivo de toma y preservación de muestras sedimentos y agua superficial para la red de monitoreo de calidad del IDEAM*.
- IDEAM. (27 de octubre de 2021). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- IDEAM. (24 de octubre de 2021). *Atlas de Viento de Colombia*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co>
- IDEAM. (2021). *Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA) - Hoja metodológica versión 1,1*. Obtenido de

<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/646961/3.02+HM+%C3%8Dndice+Calidad+Agua.pdf/310580af-1ed1-4cbf-ade3-9d8c529c4220>

IDEAM. (s.f.). *Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010*. Bogotá D.C.

IDIGER. (Septiembre de 2022). *Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/riesgo-por-avenidas-torrenciales>

IDIGER, I. D. (Marzo de 2021). *Secretaría distrital de planeación*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/documentos>

Imran1, A., J. D. Dietz, M., Mutoti, G., Taylor, J. S., M.ASCE, & Randall5, A. A. (2005). Modified Larsons Ratio Incorporating Temperature, Water Age, and Electroneutrality Effects on Red Water Release. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING © ASCE*, 1514.

*Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital*,. (2021). Obtenido de <https://www.ideca.gov.co/>

INGETEC. (2018). *Estructuración técnica del tramo 1 de la primera línea del Metro de Bogotá, Informe de diseño geotécnico de cimentaciones del proyecto*.

Jiménez Cisneros, B. E. (2002). *La contaminación ambiental en Mexico*. México D.F: Limusa.

Julivert, M. (1961). El papel de la gravedad y la erosión en las estructuras del borde oriental de la Sabana de Bogotá. *Boletín de Geología*, 5-20.

Jung, K., Molinari, J., & Kalko, E. (2014). Driving factors for the evolution of species-specific echolocation call design in new world free-tailed bats (Molossidae). *PLOS ONE*, 9(1), 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0085279

MADS. (s.f.). Decreto 1076 de 2015. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.

MADS y ANLA. (2018). *Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia*.

MADS y ANLA. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá D.C.

Martín, M. E., & Rodríguez, M. (2017). *ECOLOGÍA DE ANUROS*. Bogotá.

Martínez-Polanco, F. (2016). *EL CUY (Cavia SP.), Un Recurso Alimenticio Clave en Aguazuque, Un sitio Arqueológico de la Sabana de Bogotá, Colombia*. Bogotá: Latin American Antiquity.

MAVDT. (s.f.). Resolución 0627 de 2016. *Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*.

Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE*.

Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Bogotá D.C: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Morrison, M., Marcot, M., & Mannam, R. (2006). *Wildlife- habitat relationships. Concepts and applications*. Washington DC: Island Press.
- Murillo-Moreno, F. J., & Trivas-Lara, T. S. (2006). Caracterización taxonómica y aspectos ecológicos de la fauna de ofidios de la cuenca hidrográfica del río Cabí, Chocó-Colombia. *Revista Institucional*, 24, 43-53.
- Navarro, Á., Padilla, J., & Prías, J. (2013). *Construcción de un sistema de instrumentación para la medición de la Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo condiciones de estanque artificial*. 18(2), 403.
- Nemerow, N., & Dasgupta, A. (1998). Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos.
- Nestor, R., & Galvis, B. (2005). Relación entre PM2.5 y PM10 en la ciudad de Bogotá. *Revista de Ingeniería Universidad de Los Andes*, 54-60.
- Ofstad, E. G., Herfindal, I., Solberg, E., & Sæther, B.-E. (2016). Home ranges, habitat and body mass: simple correlates of home range size in ungulates. *The royal society publishing*.
- Organización Meteorológica Mundial, OMS. (24 de octubre de 2021). *Capítulo 15. Observación de las nubes*. Obtenido de [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4074](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4074)
- Paternina, R., & Capera, V. (2017). *Atractus crassicaudatus - Serpiente Sabanera* Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. 7-13.
- Peña Guzmán, C. A. (2016). El ciclo urbano del agua en Bogotá, Colombia: estado actual y desafíos para la sostenibilidad. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(6), 57-71. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222016000600057&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000600057&lng=es&tlng=es).
- Peraza, R., & Delgado, V. (2012). Determinación de la concentración letal media (LC50) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en *Laeoneresis culveri*.
- Pérez López, E. (2016). Control de calidad de aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. Costa Rica.
- Ponce, V. M. (1989). *Engineering Hydrology, Principles and Practices*. New Jersey, USA: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Poveda Jaramillo G, V. U. (2000). *Atlas Hidrológico de Colombia*. Medellín: UN Medellín.
- Pulido, Navia, Torres, & Prieto. (2005). *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua*. Obtenido de <http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/47>
- QUALITAT, B. (ENERO de 2020). *BILANZ QUALITAT*. Obtenido de <https://bilanzqualitat.es/langelier.html>
- Ramírez, A., Restrepo, R., & Cardeñosa, M. (1997). Indices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulaciones. Ciencia, Tecnología y Futuro.

- Ramos Olmos, R. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. Plaza y Valdes.
- Ramos, R. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. Plaza y Valdes.
- Resolución 3703 de 2019, Por medio de la cual se modifica la Resolución No. 2771 de 2010 y se toman otras determinaciones (Alcaldía Mayor de Bogotá).
- Resolución 627 de 2006, Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (MAVDT 7 de Abril de 2006).
- Rocha, E. (2010). *INGENIERIA DE TRATAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DE AGUAS*. Chihuahua: UACH.
- Rodier, J. (2009). *Análisis de agua*. Omega.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín.
- Romero. (2009). *Calidad del agua*.
- Romero Rojas, J. (2009). *Calidad del agua*. Bogotá D. C.: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. (2009). *Calidad del agua*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. A. (2009). *Escuela Colombiana de ingeniería*.
- Rosas, H. (2001). *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Tesis doctoral, UPC, Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals. ISBN 8469956558*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/94296>
- Sawyer, C., McCarty, P., & Parkin, G. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental*. Mc Graw Hill.
- Sawyer, McCarty, & Parkin. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental*. Mc Graw Hill.
- SDA. (2018). *Concepto Técnico No. 07011. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad*. Bogotá D.C.
- SDA. (s.f.). *Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2020*. Obtenido de Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá RMCAB: <http://rmcab.ambientebogota.gov.co/Pagesfiles/120721%20Informe%20Anual%20de%20Calidad%20del%20Aire%20A%C3%B1o%202020%20v2.pdf>
- Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). (2019). *Informe Anual de Calidad del Aire 2019 (2020 ed.)*. Bogotá, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2012). *Sistema de Modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital - 2012*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Ambiente SDA. (2021). *Informe Anual de Calidad de Aire de Bogotá año 2020*. Bogotá D.C.: Secretaría Distrital de Ambiente.

- Servicio Geológico Colombiano. (2004). *Cartografía geológica aplicada a la zonificación geomecánica de la Sabana de Bogotá*.
- Servicio Geológico Colombiano. (2004). *Cartografía geológica aplicada a la zonificación geomecánica de la Sabana de Bogotá*. Pg,71.
- SGC. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía en Colombia*. Bogotá.
- SGC. (2015). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 228 BOGOTÁ NORESTE*. Bogotá.
- Sierra Ramírez, C. (2011). *Calidad del Agua. Evaluación y Diagnóstico*. Medellín: Ediciones de la U.
- SIRE. (Septiembre de 2022). *Sistema de Información Para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático*.  
Obtenido de <https://www.sire.gov.co/documents/82884/507561/AVENIDAS+TORRENCIALES.pdf/9afa875a-0fc0-47a1-86f4-62fad97d719c>
- Turner, B. S. (1993). Outline of a Theory of Human Rights, en *Sociology*. 489-512.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (19 de Agosto de 2020). Obtenido de Riesgo por movimientos en masa en Colombia : <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Riesgo-por-movimientos-en-masa-en-Colombia.aspx#:~:text=%E2%80%8BLos%20movimientos%20en%20masa,de%20la%20fuerza%20de%20gravedad>.
- Van der Hammen. (1990). *Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, cordillera oriental de Colombia*. Bogotá.
- VAN der HAMMEN, T. (2003). *La estratigrafía e historia del Neógeno y Cuaternario de la cuenca alta del río Bogotá: una evaluación después de completar el mapeo*. IGAG.
- Vargas, M. R., & Díaz Granados, D. M. (s.f.). *Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia*.
- Vélez, J. J., Puricelli, M., & López, U. F. (2009). *Parameter Extrapolation to Ungauged Basins*. *Hydrology and Earth System Sciences* 13.
- Vermouth, N. T. (2007). *QUIMICA TEORÍA Y PRACTICA VIRTUAL*. Codoba Argentina: UNIVERSITAS.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdona, S., Escobar, F., Fragua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota, Colombia: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación*. Bogotá: IGAC.