



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**



**“ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR
FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN
CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-
CUNDINAMARCA.”**

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

MOVILIDAD

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1860 DE 2021

ETAPA 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

REDES SECAS

VERSION 2

BOGOTÁ, 2023 – ABRIL 14

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 0	24/03/2023	Versión Inicial	25
Versión 1	28/03/2023	Atención a comentarios interventoria	25
Versión 2	13/04/2023	Atención a comentarios interventoria	25

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. Daniel Niño Especialista	Ing. Carlos Urdaneta Coordinador de Consultoría	Ing. Oscar Rico Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA




REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. Jesús Ortiz Ovalle Especialista	Ing. Diotima Preciado Coordinador de Interventoría	Ing. Abraham Palacio Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	5
2	Antecedentes y justificación del componente.....	5
3	Objetivo general	6
3.1	Objetivos específicos	6
4	Identificación de la infraestructura de redes secas.....	6
5	Localización.....	6
5.1	Localización del área de estudio.....	6
6	Marco Normativo y Regulatorio Aplicable.....	7
7	Relación de la información de soporte obtenida	9
7.1	Definición Del Área De Influencia Directa (Aid) Del Área De Redes Secas	9
7.2	Interferencias De Redes Secas Para La Alternativa Seleccionada.....	9
8	Identificación de puntos críticos y riesgos sobre la alternativa férrea seleccionada.....	11
9	Predimensionamiento y soluciones técnicas a las posibles interferencias	12
9.1	Redes de energía.....	12
9.1.1	Redes Eléctricas De Alta Tensión.....	14
9.1.2	Redes Eléctricas De Media Y Baja Tensión, Redes Telecomunicaciones Y Redes De Gas 16	
9.1.3	Redes de telecomunicaciones.....	17
9.1.4	Redes de gas.....	17
10	Estimación de costos a nivel de prefactibilidad.....	20
11	Plano con identificación de las interferencias.....	21
12	Definición y Calificación de criterios del componente dentro de la matriz multicriterio	21
13	Gestión de Riesgos del proyecto asociados al componente	23
14	Conclusiones y recomendaciones	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la propuesta del Corredor férreo del Sur	7
Figura 2. Red de 115kV Laguneta – S/E Bosa Nova - Fuente Ardanuy.....	11
Figura 3. Red de 115kV Laguneta – S/E Bosa Nova - Fuente: Ardanuy.....	12
Figura 4 Distancias “d” y “d1” en cruce y recorridos de vías. Fuente: Retie	12
Figura 5 Línea de transmisión (círculo rojo) en Av San Marón con Vía Hac La Chucua	14
Figura 6 Línea de transmisión vista en Infracorredos	14
Figura 7 Línea de transmisión (círculo rojo) en Av San Marón con carrera 12.....	15
Figura 8 Línea de transmisión vista en Infracorredos	15
Figura 9 Distancias Mínimas de Seguridad en Zonas de Construcción. Fuente: Retie	16
Figura 10 Diagrama de flujo de intervención de redes secas.	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Normativa aplicable para redes secas.....	8
Tabla 2. Relación de cantidades de interferencias de las redes eléctricas.....	9
Tabla 3. Relación de cantidades de interferencias de la red de telecomunicaciones.	10
Tabla 4. Relación de cantidades de interferencias de la red de gas.....	10
Tabla 5 Estaciones representativas	10
Tabla 6 Redes Totales.....	11
Tabla 7 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.....	13
Tabla 8 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones	17
Tabla 9 Costos por metro lineal de red – según el tipo de red en pesos colombianos.	20
Tabla 10. Componentes de matriz de selección.....	22
Tabla 11. Inputs del área de redes secas que alimenta los componentes e indicadores de matriz multicriterio de selección de corredor.	22
Tabla 12. Factor Complejidad del indicador No. 7 del componente Proceso constructivo.....	23

1 INTRODUCCION

A partir del hecho que existen redes secas a lo largo del área de influencia directa del proyecto (AID) y que ellas son de diferentes naturaleza y uso, se presenta el análisis de las interferencias, predimensionamiento y solución técnica para las redes de electricidad, telecomunicaciones y de gas para alternativa seleccionada, la cual posee una topología subterránea. Para este fin se llevó a cabo las actividades de acuerdo con lo estipulado en los documentos contractuales “CAPÍTULOS TÉCNICOS CONSULTORÍA ADENDA 2” y “Anexo 1 – Anexo Técnico” a nivel de prefactibilidad, como también la guía de maduración de proyectos del IDU.

Las interferencias de las redes en un proyecto ferroviario se refieren a los problemas que pueden surgir cuando los componentes físicos de las redes secas existentes y el sistema ferroviario están muy cerca uno del otro, lo que lleva a ocupar espacios requeridos por el nuevo proyecto ferroviario.

Para eliminar el riesgo por interferencias, es importante tomar medidas para o trasladar o retirar el tipo de red seca que se encuentre dentro de un rango establecido con respecto al trayecto férreo.

En general, es esencial considerar cuidadosamente la proximidad física de la red de energía eléctrica en alta tensión, siendo esta la más compleja de trabajar, por su importancia en la arquitectura de la red eléctrica de la ciudad, como también su costo implícito con respecto a el sistema ferroviario, (trazado férreo, estaciones, patio taller), y tomar las medidas adecuadas para y garantizar el funcionamiento seguro, confiable y eficiente del sistema ferroviario, dando cumplimiento a la normativa técnica actual.

El presente documento está dividido en cuatro (4) capítulos principales donde se expone la I). Identificación de la infraestructura de redes secas, II) identificación de puntos críticos y riesgos sobre la alternativa férrea, III) predimensionamiento y soluciones técnicas a las posibles interferencias y IV) estimación de costos a nivel de prefactibilidad.

2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL COMPONENTE.

Para el desarrollo de un proyecto, en este caso particular, férreo, en una zona construida o urbanizada donde ya existen todo tipo de redes secas (las cuales son objeto de este documento), se requiere desarrollar una serie de actividades con el fin de identificar, relacionar y cambiar las interferencias presentadas según la necesidad, donde inicialmente se pretende conservar la red cambiándola de ubicación o ruta como también reemplazando ya sea el apoyo (poste, torre), la tubería enterrada, o la red aérea, según el tipo de red, y en casos donde se pueda dar suplencia al servicio mediante otra conexión o red cercana, el posible retiro de la misma.

3 OBJETIVO GENERAL

Realizar la identificación de las posibles interferencias de redes secas, para el corredor férreo del sur en la modalidad ferroviaria y el predimensionamiento técnico.

3.1 Objetivos específicos

- ✓ Identificación de la infraestructura de redes secas para el corredor férreo del sur en la modalidad ferroviaria
- ✓ Definición de criterios y predimensionamiento de las redes matrices y troncales afectadas.
- ✓ Estimación de costos a nivel de prefactibilidad para las soluciones técnicas propuestas.

4 IDENTIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE REDES SECAS

La identificación de infraestructura asociada a las redes secas existentes dentro del área de influencia del corredor férreo opción 7 subterráneo, se llevó a cabo mediante un análisis y búsqueda de información de orden secundario como se presentó en el informe 2 y 3, donde se desarrolló el inventario de redes secas existentes en el área de influencia, como también se implementó la definición de criterios y variables para la comparación de alternativas.

5 LOCALIZACIÓN.

5.1 Localización del área de estudio.

El proyecto y el área de estudio se localiza en el Sur de Bogotá y el Municipio de Soacha, Cundinamarca, donde se emplazó el antiguo corredor férreo del Sur. El cual es propiedad del Instituto Nacional de Vías, y cuya titularidad señala que el TRAMO FERREO BOGOTÁ – EL SALTO (CORREDOR DEL SUR) fue transferido por la Empresa Colombiana de Vías Férreas – FERROVÍAS al Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante la Escritura Pública No. 2380 otorgada el 11 de septiembre de 2007 en la Notaría 59 del Círculo de Bogotá.

En la Figura 1, se aprecia la localización de la propuesta del nuevo trazado del corredor férreo del sur, el cual recorrerá en sentido Sur - Norte municipio de Soacha, las localidades de Bosa, Kennedy, Puente Aranda y los Mártires en la Ciudad de Bogotá D.C, terminando en cercanías a la estación central de la calle 26.

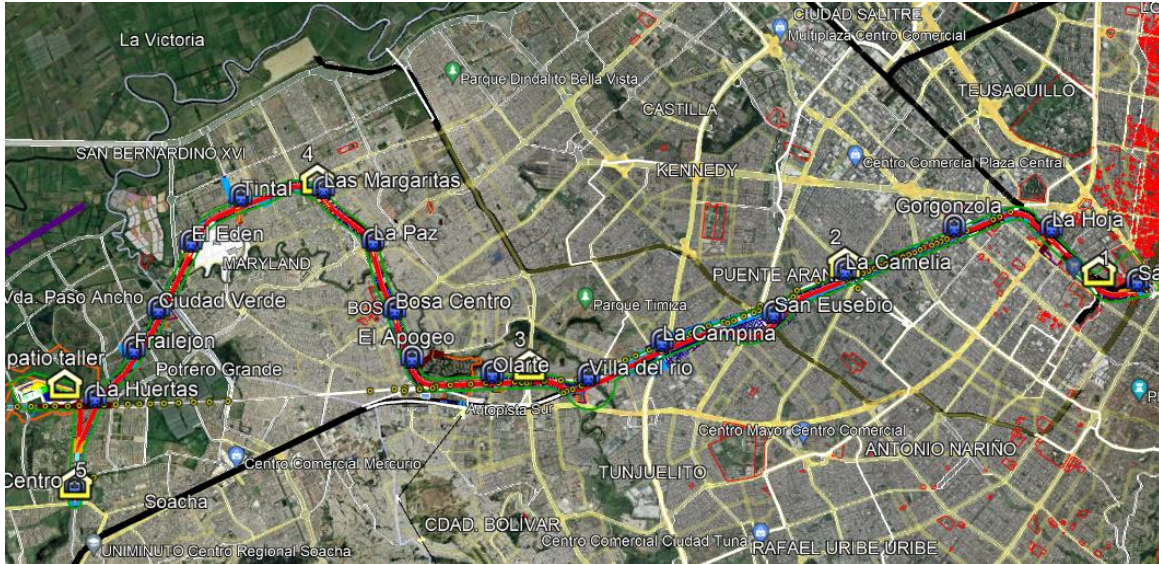


Figura 1. Localización de la propuesta del Corredor férreo del Sur

6 MARCO NORMATIVO Y REGULATORIO APLICABLE

Toda intervención propuesta para redes de energía deberá tener como base las siguientes normas (las principales, entre otras):

NORMATIVA	ENTIDAD	TEMA
NTC 2050	Ministerio de Energía y Minas	Código Eléctrico Colombiano
RETIE agosto 2013 ajustes	Ministerio de Energía y Minas	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas,
RETILAP marzo 2010 ajustes	Ministerio de Energía y Minas	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
NFPA 70	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego	Norma de obligatorio cumplimiento. Premisas, procedimientos, medidas y especificaciones a seguir para el dimensionamiento, diseño y construcción de instalaciones eléctricas.

NFPA 70 E	Asociación Nacional de Protección contra Fuego	de el	Norma de obligatorio cumplimiento. Procedimientos y premisas para trabajos seguros en instalaciones eléctricas, bajo la norma NFPA 70.
La Ley 1715 de 2014	Ministerio de Energía y Minas	de y	Se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, corresponde a la primera iniciativa que permitió que Colombia pusiera sus ojos en las energías renovables. En esta Ley se ofrecieron beneficios tributarios como son la deducción en el pago de impuesto de renta del 50% de las inversiones en un período de 5 años; la exclusión del IVA de los bienes y servicios asociados al proyecto y la exención del gravamen arancelario, entre otros.
Resolución 030 de 2018	Ministerio de Energía y Minas/CREG	de y	Presentada por la CREG el pasado 26 de febrero de 2018, por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. Aún no se encuentra en rigor; pero establece el límite máximo de autogeneración y se indica los máximos excedentes que pueden vender como bonos de energía.
NTC 2505	Ministerio de Energía y Minas	de y	Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales
DECRETO 1078 DE 2015 (mayo 26)	Ministerio de las TIC		Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Resolución del MINTIC 202 de 2010	Ministerio de las TIC		Por la cual se expide el glosario de definiciones conforme a lo ordenado por el inciso 2o del artículo 6o de la Ley 1341 de 2009
TIA-590-A	TIA		Norma para la ubicación física y protección de la planta de cable de fibra óptica subterránea
TIA-758-B	TIA		Norma para la infraestructura de telecomunicaciones de planta externa propiedad del cliente

Tabla 1 Normativa aplicable para redes secas

7 RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE SOPORTE OBTENIDA

7.1 Definición Del Área De Influencia Directa (Aid) Del Área De Redes Secas

El área de influencia directa (AID), se define como el polígono donde se manifestarán los impactos directos de una actividad; que en este caso será una actividad de orden ferroviario para un posible transporte de pasajeros. Estos impactos serán tanto en la fase constructiva como en la operación del posible sistema ferroviario.

Por otro lado, se tiene que el área de influencia indirecta está determinada por los posibles impactos secundarios a manifestarse fuera de los límites del área de influencia directa.

En este sentido, para el presente nivel de prefactibilidad o también conocido como Fase I (Ingeniería conceptual), para el trazado seleccionado y determinado como subterráneo, se propuso un ancho de polígono y/o Buffer de 25 m en las áreas donde se presentan las interferencias de redes secas, definidas como el emplazamiento seleccionado de cada una de las 18 estaciones, como también las zonas donde por tipología y necesidad constructiva del trazado como lo es el patio taller, debido a que estas están en la superficie o a nivel de suelo, lo cual nos presenta las interferencias del proyecto con las redes existentes.

7.2 Interferencias De Redes Secas Para La Alternativa Seleccionada

La información secundaria fue recibida y convertida en formato DWG (por capas según el tipo de red), y una vez definida el AID del corredor, se procedió a identificar toda la infraestructura existente de redes secas que se recopiló (información secundaria) dentro de esta AID, donde se hace una suma directa de redes en metros lineales como también un conteo por unidades en lo que son elementos únicos, como postes, torres, transformadores.

A continuación, se relacionan las cantidades de interferencias para todo el trazado.

Corredor	Redes de Suministro Eléctrico							
	Red BT (m)	Red MT (m)	Red AT (m)	Trafos MT (Un)	Torres AT (Un)	Postes (Un)	Red Aérea (m)	Red Canalizada (m)
Subterráneo	2912	2230	740	11	6	157	1085	854
Redes para modificar por estación (Aprox)	162	124					60	47

Tabla 2. Relación de cantidades de interferencias de las redes eléctricas.

Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia

Corredor	Redes de Telecomunicaciones			
	Redes Comunicaciones (m)	Armarios (Un)	Nodos Inalámbricos	Telefonía (Un)
Subterráneo	2891	1	0	1
Redes para modificar por estación (Aprox)	161			

Tabla 3. Relación de cantidades de interferencias de la red de telecomunicaciones.

Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia

Corredor	Redes de Gas			
	Red gas natural (m)	Válvula Gn (Un)	Estación Gas natural (Un)	Centro administrativo
Subterráneo	7932	26	0	0
Redes para modificar por estación (Aprox)	441			

Tabla 4. Relación de cantidades de interferencias de la red de gas.

Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia

Corredor	Redes de Suministro Eléctrico				
	Area Buffer (m2)	Red BT (m)	Red MT (m)	Redes Comunicaciones (m)	Red gas natural (m)
Estacion 3 (Gorgonzola)	34423	232	220	215	50
Estacion 7 (Villa del Rio)	19638	398	524	511	605
Estacion 13 (Las Margaritas)	23130	78	17	16	400

Tabla 5 Estaciones representativas

Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia

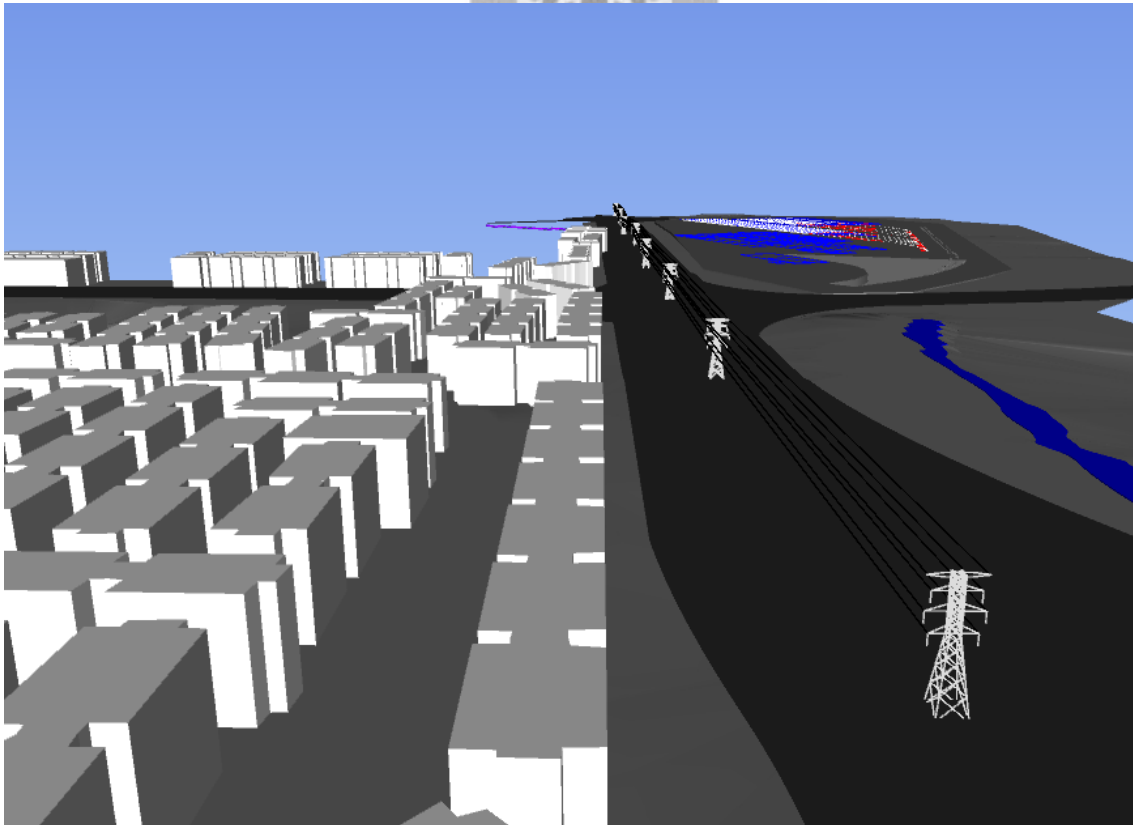
Corredor	Redes eléctricas (m)	Redes de Gas (m)	Redes de comunicaciones (m)	TOTAL (m)
Subterráneo	5882	7932	2891	16705

Tabla 6 Redes Totales*Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia*

8 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y RIESGOS SOBRE LA ALTERNATIVA FÉRREA SELECCIONADA

Para obtener los puntos críticos se identifican las actividades o tareas que tienen el mayor impacto en el cronograma o presupuesto general del proyecto, y que deben completarse a tiempo para evitar retrasos o costos adicionales, las cuales normalmente vienen asociadas a los sistemas de alta tensión.

En las siguientes figuras se muestran las interferencias críticas con las redes secas que más adelante se mostraran en detalle.

**Figura 2. Red de 115kV Laguneta – S/E Bosa Nova - Fuente Ardanuy**

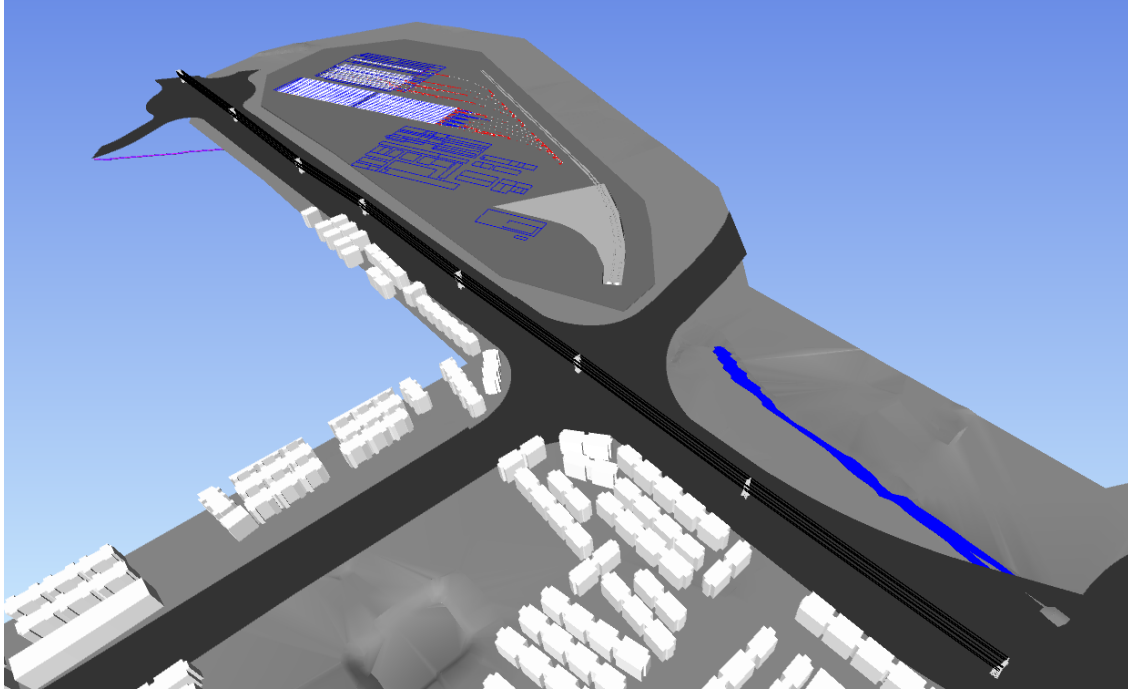


Figura 3. Red de 115kV Laguneta – S/E Bosa Nova - Fuente: Ardanuy.

9 PREDIMENSIONAMIENTO Y SOLUCIONES TÉCNICAS A LAS POSIBLES INTERFERENCIAS

En el presente capítulo se presentan los criterios para la definición de modificaciones, desplazamientos o retiro de redes que presentan interferencias según lo mencionado en anteriores numerales.

9.1 Redes de energía

Para el desarrollo de las soluciones técnicas de las redes eléctricas en general, se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad en vías, ferrocarriles y ríos, donde:

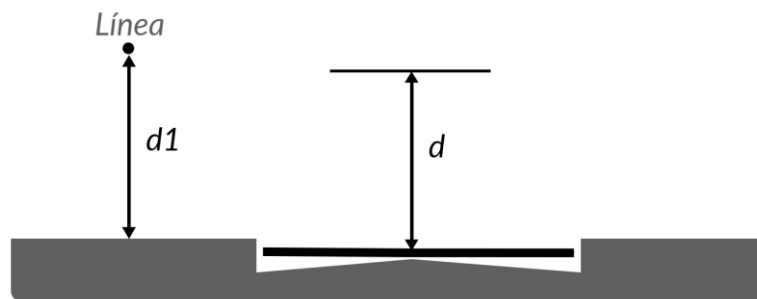


Figura 4 Distancias “d” y “d1” en cruce y recorridos de vías. Fuente: Retie

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES LUGARES Y SITUACIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, aéreas sujetas a tráfico vehicular	500	11,5
	230/220	8,5
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<15,0	
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas	<15,6	
Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles.	500	11,5
	230/220	8,0
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<15,0	
Distancia mínima al suelo "d" en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en las zonas de servidumbre	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<15,0	

Tabla 7 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.
Fuente: Retie

9.1.1 Redes Eléctricas De Alta Tensión

El desarrollo de este componente viene dado principalmente al factor de distancia entre la estructura del apoyo de la red de alta tensión y la construcción o construcciones, cercanas, indicadas como la zona de servidumbre en la normativa eléctrica colombiana, como también la distancia a vías, zonas peatonales, entre otros. De otra parte y teniendo en cuenta que el trazado es soterrado, debemos tener en cuenta la profundidad de las cimentaciones, que en las zonas donde se presenta un cruce con el trazado férreo, serán evaluadas. Para ello se solicitó información de profundidad de cimentaciones para los apoyos de las redes de alta tensión en dos ubicaciones donde se presenta la situación descrita:

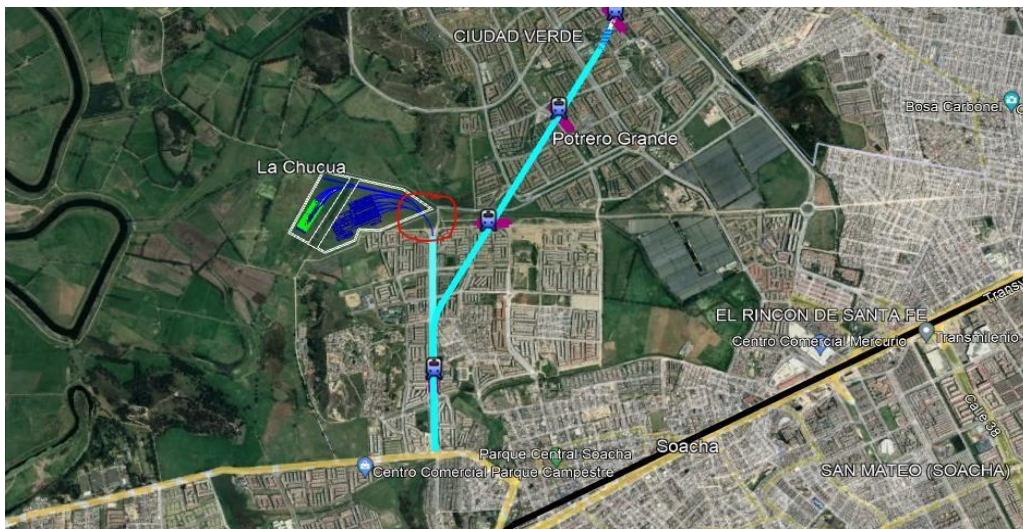


Figura 5 Línea de transmisión (círculo rojo) en Av San Marón con Vía Hac La Chucua

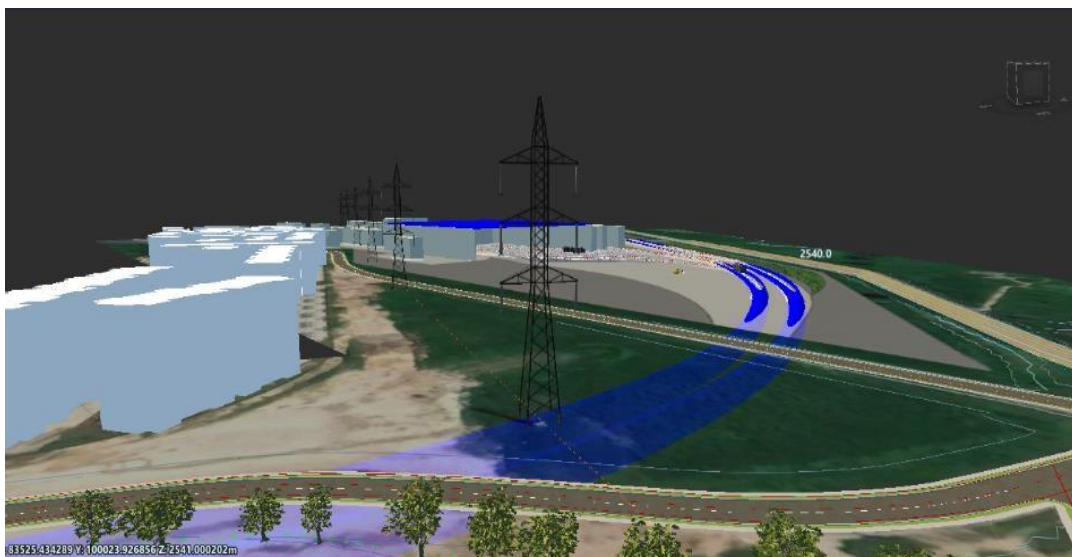


Figura 6 Línea de transmisión vista en Infravorks

En la Figura 6 tomada del diseño que se viene trabajando por el equipo BIM en infraworks, se confirma una profundidad de entre 8 y 10 metros que tiene la cimentación de esta estructura.

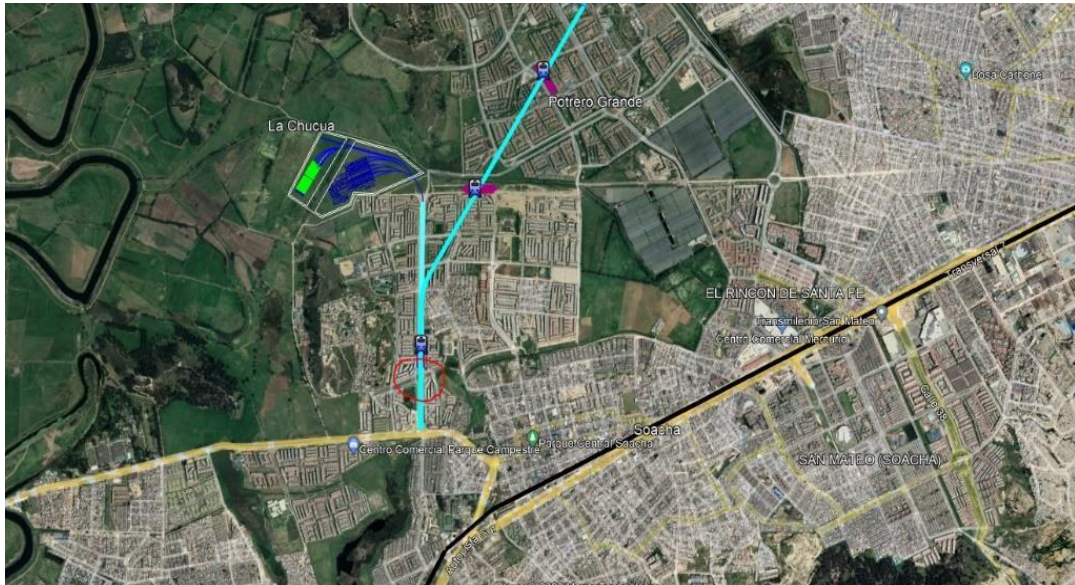


Figura 7 Línea de transmisión (círculo rojo) en Av San Marón con carrera 12

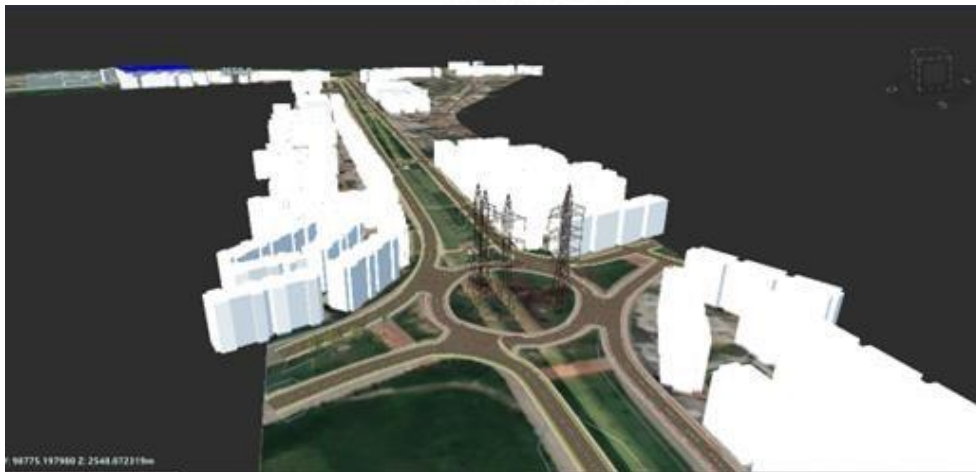


Figura 8 Línea de transmisión vista en Infraworks

En la Figura 8 se visualiza en la glorieta de la Avenida San Marón con Carrera 12, donde existen unos apoyos que al igual que el caso anterior corresponde a realizar un

desplazamiento por el efecto de las cimentaciones de una profundidad de entre 8 y 10 metros, que están muy cerca del túnel ferreo.

9.1.2 Redes Eléctricas De Media Y Baja Tensión, Redes Telecomunicaciones Y Redes De Gas

Para el desarrollo de las soluciones técnicas de las redes eléctricas de media y baja tensión, se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad en construcciones, donde:

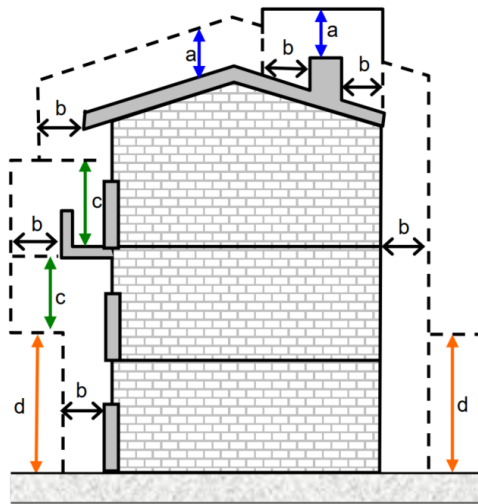


Figura 9 Distancias Mínimas de Seguridad en Zonas de Construcción. Fuente: Retie

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación.	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
	44/34,5/33	4,1

Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura.	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 8 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Fuente: RETIE

Por lo tanto, las redes que se encuentren dentro de estas distancias Figura 9 serán desplazadas o suspendidas según lo indicado en la anterior tabla.

En cuanto a las redes de telecomunicaciones, las cuales a priori no presentan un riesgo como tal para las personas, serán desplazadas utilizando los mismos apoyos de las redes de baja tensión (postes), ya que comúnmente estas redes van dispuestas usando estos postes mediante el alquiler a la empresa de energía.

9.1.3 Redes de telecomunicaciones

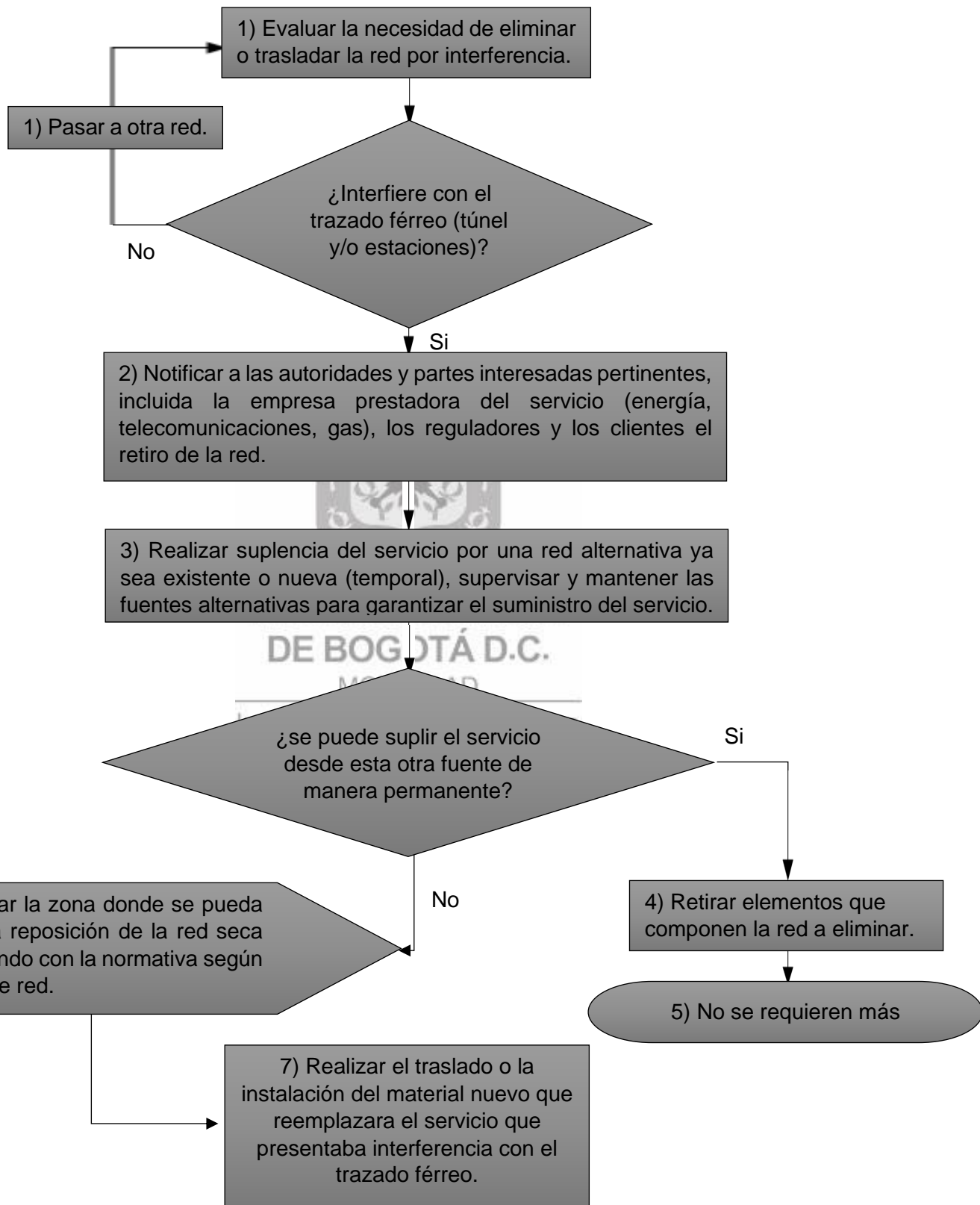
Las redes de telecomunicaciones de fibra óptica ya sea aérea o subterránea que presenten interferencias se les buscará un cambio de dirección pertinente para evitar el cruce con la estructura de las estaciones usando la misma filosofía de diseño y dando cumplimiento a la normativa respectiva como la indicada en la Tabla 1 Normativa aplicable para redes secas.

9.1.4 Redes de gas

Para las redes de gas se implementará lo descrito en la normativa técnica pertinente, en este caso la NTC 2505, la cual explica como se deben efectuar las instalaciones de gas, pero de igual manera la filosofía de desplazamiento de la red será la misma que las presentadas tanto para redes de baja y media tensión, como para las de telecomunicaciones.

9.1.5 Diagrama de flujo proceso de intervención de redes secas

Lo descrito anteriormente se pueden resumir en el siguiente diagrama de flujo donde se plantea el proceso de eliminación o traslado de red seca:



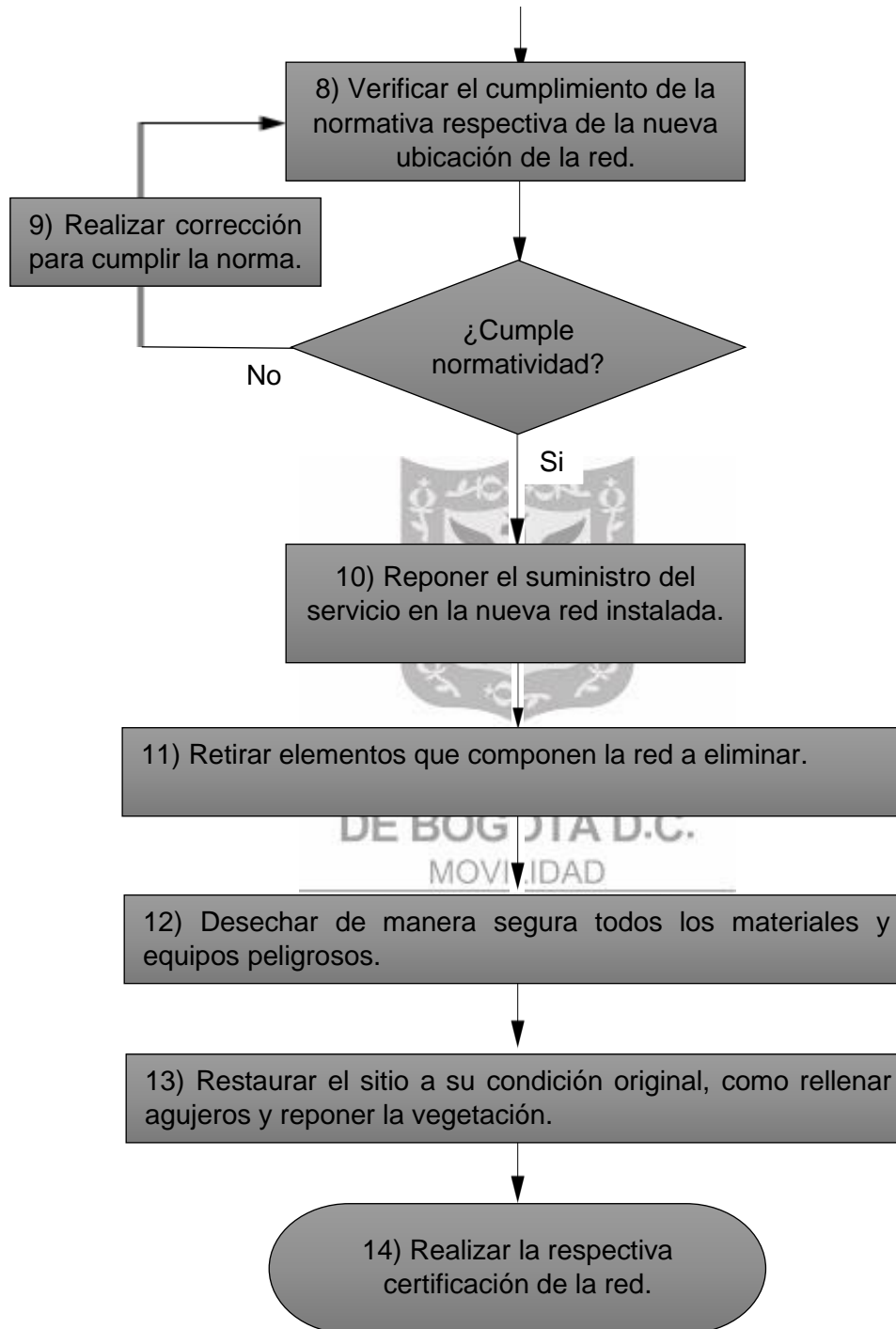


Figura 10 Diagrama de flujo de intervención de redes secas.

10 ESTIMACIÓN DE COSTOS A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

En el presente numeral se determina el costo asociado de eliminar una red y hacer la instalación de una nueva red de tal manera que no interfiera en los lugares mencionados.

Este valor puede variar dependiendo de varios factores, como la ubicación, el tamaño de la red, la condición de la infraestructura existente, el alcance del trabajo necesario para eliminar la red y los costos de mano de obra.

Se debe discriminar el tipo de red a trabajar, pero en general para todas las redes (energía, gas y telecomunicaciones) se incluyen:

- Costos de mano de obra.
- Costos de equipos o maquinarias especializadas.
- Costos de eliminación, que es básicamente el costo de desechar cualquier material removido, como cables, postes, tuberías, entre otros, los cuales pueden requerir métodos especiales de manejo y eliminación.

Costos de permisos e inspección: El costo de obtener los permisos e inspecciones necesarios de las autoridades locales, que pueden ser necesarios para garantizar que el trabajo de remoción se realice de manera segura y cumpla con las regulaciones locales.

A continuación, se presenta una tabla de costos asociados según el tipo de red por metro lineal de red a intervenir de manera estimativa y que pueden variar según la fecha en la que se realice el trabajo debido a factores como inflación, valor del dólar, entre otros.

Corredor	Redes Alta Tensión *	Redes Media Tensión **	Redes Baja Tensión **	Redes de Gas ***	Redes de comunicaciones ****
Costo Instalación por Metro (\$)	1.212.850,00	194.750,00	172.950,00	350.000,00	235.000,00
Costo Remoción por metro (\$)	202.000,00	65.000,00	58.000,00	117.000,00	78.000,00
Metros de interferencia (m)	740	2230	2912	7932	2891
Costo Remoción (\$)	149.560.800,00	144.924.000,00	168.919.200,00	928.044.000,00	225.482.400,00
Costo por red (\$)	897.994.140,00	434.214.600,00	503.699.580,00	2.776.200.000,00	679.338.000,00
Costo Total por red (\$)	1.047.554.940,00	579.138.600,00	672.618.780,00	3.704.244.000,00	904.820.400,00
Costo total	6.908.376.720,00				

Tabla 9 Costos por metro lineal de red preliminar – según el tipo de red en pesos colombianos.

* Precios de alta tensión incluyen el metal de la estructura de apoyo (torre), conductor de un circuito trifásico, un cable de guarda, cimentación, vestida, y sistema de puesta a tierra estimado.

** Los precios de media y baja tensión incluyen estructura de apoyo (posteo), conductor de un circuito trifásico para media tensión, un circuito trifásico tetrafilar para baja tensión un cable de guarda, cimentación, vestida, y sistema de puesta a tierra estimado.

*** Los precios de las redes de gas incluyen la tubería, obras de excavación al aire libre y accesorios, como también un porcentaje de tubería en acero del 5% del total.

**** Los precios de las redes de telecomunicaciones incluyen los coaxiales, fibras ópticas y obras de excavación donde en los casos soterrados.

11 PLANO CON IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERFERENCIAS

Los pasos involucrados en la identificación y mitigación de interferencias de redes secas y el enfoque conceptual para resolverlas inicia con la discriminación de las redes solicitadas en la etapa 2 del proyecto en las zonas descritas en el numeral 7 del presente documento, y son presentadas en el plano del Anexo 2 por tipo de red: redes de energía en baja, media y alta tensión, redes de telecomunicaciones y redes de gas. Para efectos de visualización se presentarán 2 e incluso 3 estaciones por plano.

12 DEFINICIÓN Y CALIFICACIÓN DE CRITERIOS DEL COMPONENTE DENTRO DE LA MATRIZ MULTICRITERIO

Aquí se especifican los criterios y variables para la comparación de alternativas, teniendo en cuenta el entregable 2 – evaluación multicriterio de alternativas, realizado por la Unión Temporal Egis Steer (IDU, 2022), junto con el documento de la matriz multicriterio establecida para la línea 2 del Metro de Bogotá.

Con base en los lineamientos de los Términos de referencia y la matriz multicriterio establecida para la línea 2 de Metro de Bogotá, se proponen los criterios de evaluación que estarán divididos en ocho (8) componentes principales los cuales se presentan a continuación, a su vez estos cubren con la totalidad de las 10 disciplinas incluidas en el numeral 1.3.1.16 del documento Capítulos Técnicos:

- Afectación Ambiental.
- Proceso Constructivo.
- Urbano – Paisajístico.
- Afectación Social.
- Uso franja existente
- Beneficios Sociales por Mejoras en Transporte.
- Financiero
- Riesgos

Cada uno de los componentes citados, tienen definido un peso para su evaluación; estos pesos se indican a continuación.

Componente	Porcentaje (%)
Afectación Ambiental.	12%
Proceso Constructivo.	13%
Urbano – Paisajístico.	9%
Afectación Social.	4%
Beneficios Sociales por Mejoras en Transporte.	17%
Financiero.	24%
Riesgo	14%
Uso corredor férreo	7%
TOTAL	100%

Tabla 10. Componentes de matriz de selección

De los componentes presentados el área de redes secas alimentará y/o entregará los inputs para el componente “proceso constructivo”, de acuerdo con lo establecido en el documento “METODOLOGIA MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DEL CORREDOR”. En la siguiente tabla se presentan los objetivos e indicadores seleccionados, para el área de redes secas.

Componente	Indicador	Objetivo	Porcentaje (%) *
Proceso Constructivo.	Redes	Identificar y cuantificar la longitud de redes (según tipología y operador) que puedan presentar interferencia con la construcción y/o operación del proyecto para cada alternativa presentada.	16%

* El porcentaje presentado obedece al total dentro del componente evaluado, no al total de los ocho (8) componentes de la matriz.

Tabla 11. Inputs del área de redes secas que alimenta los componentes e indicadores de matriz multicriterio de selección de corredor.

A continuación, se describen detalladamente los indicadores propuestos para cada criterio de la matriz multicriterio, para medir el desempeño de cada alternativa propuesta frente a los objetivos definidos en cada componente de análisis. Para ello, se procede a describir la metodología de cálculo de cada indicador y detallar su unidad de medición, signo de valoración, tipo de naturaleza, visualización y modo de calificación.

Análogamente, es importante que los indicadores que están definidos para la matriz arrojen resultados diferenciales entre las alternativas, puesto que el multicriterio tiene como fin determinar cuál es la mejor alternativa de desarrollo.

Variables del indicador (Entradas): Red Matriz de redes de alta tensión, redes de comunicaciones y redes de gas. La información de cada red se obtuvo del IDECA y de la empresa de ENEL, de acuerdo con lo señalado en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Metodología de cálculo: Para cada tipo de red de servicio público, se realizó el cálculo de metros lineales de infraestructura principal que interfieren con cada una de las alternativas de trazado, según se describe a continuación:

- Energía: se estiman los metros lineales de infraestructura de alta tensión que requerirán ser intervenidos.
- Comunicaciones: se estiman los metros lineales de infraestructura de redes de comunicaciones que requerirán ser intervenidos.
- Gas: se estiman los metros lineales de tuberías con diámetros de más de 4" que requerirán ser intervenidos.

Se incluyó un "Factor de Complejidad" en la cuantificación de las interferencias lineales, definido por la EMB:

Factor por metro lineal de interferencia identificada	Factor de complejidad
Otras	1
Redes de alta tensión	1,5

Tabla 12. Factor Complejidad del indicador No. 7 del componente Proceso constructivo

Unidad de medición: Metros lineales de redes principales posiblemente interferidas.

Naturaleza: Indicador Cuantitativo

Visualización: Cuantificación de la longitud de los tramos de redes interceptadas con los corredores de afectación de cada alternativa.

Calificación: La alternativa que arroje menos cantidad de metros lineales de redes principales interferidas por el trazado es la que resulta mejor puntuada en el presente indicador.

Nota: En la presente etapa de prefactibilidad se menciona que, durante el desarrollo de las fases de factibilidad y diseño detallado, se debe considerar las modificaciones que podrá incorporar el desarrollo de la malla interurbana de la ciudad de Bogotá, donde se establecerán los espacios en los que se dificulta su crecimiento y expansión, generando nuevos polos de desarrollo. Esta cuestión cobra especial relevancia, ya que las posibles interferencias con redes secas no serán las mismas y se deberá actualizar la información con datos de campo.

13 GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO ASOCIADOS AL COMPONENTE

El desarrollo de un plan de gestión de riesgos para varios movimientos de redes secas existentes implica un proceso similar al de una sola transferencia, pero con consideraciones adicionales. Estos son algunos pasos para desarrollar un plan de gestión de riesgos para varios movimientos de redes existentes:

- El primer paso es identificar los riesgos potenciales asociados con cada movimiento de las redes eléctricas. Primero debe realizar una evaluación del sitio antes de la instalación, evaluar el sitio para detectar cualquier peligro potencial, como líneas eléctricas aéreas, servicios públicos subterráneos, agua, gas y otros factores ambientales que puedan afectar la instalación.
- Se deben revisar las especificaciones de cada tipo de elemento que se modificará y las normas y regulaciones requeridas según lo indicado en la Tabla 1 Normativa aplicable para redes secas.
- Identificar los peligros potenciales que pueden surgir durante el proceso de replanteo, como descargas eléctricas, electrocución, arco o incendios eléctricos, escapes de gas entre otros. Este es un desarrollo mancomunado con la empresa de servicios respectiva, la cual normalmente se encarga del desarrollo del traslado debido al rigor del desarrollo de los trabajos, como también el cuidado de su infraestructura y arquitecturas propias.
- Una vez identificados los anteriores apartados se deben revisar los procedimientos de trabajo, revisar cualquier peligro asociado con el proceso de instalación, como trabajo en alturas, trabajar en espacios confinados o trabajar con equipo pesado, dando también cumplimiento a la regulación y normativa más reciente de salud y seguridad en el trabajo.
- Es importante coordinar con todas las partes interesadas involucradas en cada movimiento, incluidos los contratistas, los empleados y los organismos reguladores. Se deben comunicar los riesgos y las estrategias de mitigación a todas las partes involucradas y se debe asegurar de que todos entiendan sus roles y responsabilidades.
- Monitorear la implementación del plan de gestión de riesgos durante cada movimiento y revisarlo regularmente para asegurarse de que siga siendo efectivo. Es posible que deba hacer ajustes a medida que surjan nuevos riesgos o cambien las condiciones.
- Documentar el plan de gestión de riesgos para cada movimiento y hacerlo fácilmente accesible para todas las partes interesadas involucradas. Esto ayuda a garantizar que todos estén en la misma página y trabajando hacia los mismos objetivos.

Al seguir estos pasos, puede desarrollar un plan integral de gestión de riesgos que mitigue los riesgos asociados con movimientos de las redes secas.

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que el trazado férreo en su totalidad ira en túnel soterrado a unos 25 metros bajo el nivel de suelo, podemos decir que las interferencias debido a redes secas se reduce a solo las zonas donde se tiene que salir a superficie, básicamente las zonas donde quedaran las estaciones del mismo sistema férreo, y que basados en la información de la Tabla 2, Tabla 3, y Tabla 4 del capítulo 7.2 Interferencias De Redes Secas Para La Alternativa Seleccionada encontramos cerca de 170 metros de interferencia por red eléctrica en baja tensión, 150 metros en media tensión, 170 metros en telecomunicaciones, y redes de gas con aproximadamente 450 metros, para cada una de las 18 estaciones; se tomó el cálculo exacto para 3 estaciones escogidas aleatoriamente con datos que se pueden observar en la Tabla 5 Estaciones representativas.

Para las zonas puntuales que se presentan interferencia con las redes de alta tensión, se cuenta con alrededor de 1 km de sustitución en la zona cercana al patio taller como se describe en 9.1.1 Redes Eléctricas De Alta Tensión.

Se puede concluir entonces que:

- Se redujo la cantidad de redes a modificar o reemplazar debido al trazado subterráneo, por consiguiente, el coste asociado a este.
- Este informe se desarrolló usando la información secundaria suministrada por el IDECA y las diferentes entidades prestadoras de servicios, por lo tanto aunque es una información fiable, se recomienda que en etapa de factibilidad se haga un levantamiento de información más riguroso en sitio y tomando medidas independientes, y comprobando ubicaciones de redes que complete de manera eficaz la información de estas, puesto que pueden variar, cambiando así los costes finales planteados en el presente informe.
- Las redes estimadas para trasladar aparte de las redes de alta tensión se pueden considerar no críticas no esenciales con una obra simple y que se podrá cuantificar de mejor manera una vez se tenga la definición de la arquitectura de las estaciones en factibilidad.
- Se realiza mesa de trabajo con los diferentes componentes que desarrollan actividades en el proyecto, donde a día de la entrega del presente informe y teniendo en cuenta la información disponible suministrada desde el IDECA, no se evidencian cruces o interferencias entre especialidades, como tampoco cruces o interferencias en diseños y trabajos de construcción posteriores ya que donde se podrían llegar presentar interferencia, el diseño flexible planteado desde las diferentes especialidades desde la prefactibilidad, incluyen cambios debido a estas situaciones que se pueden llegar a presentar.
- Se debe realizar la solicitud de traslado de redes a cada entidad prestadora de servicios según lo indicado en la resolución 11 de 2012 *“Por la cual se adoptan las normas técnicas y urbanísticas para las redes áreas, la postería y la subterranización de redes de los servicios públicos domiciliarios y las tecnologías de la información y las comunicaciones, ubicados en el espacio público de Bogotá, Distrito Capital.”* Una vez se tenga el diseño completo en posteriores etapas (factibilidad).
- El traslado de la red de alta tensión cerca al patio taller debe contemplar los proyectos a futuro planteados de vías, como también el terreno, ya que en la zona disponible para la ubicación de los apoyos existen fuentes hídricas cercanas.
- En factibilidad se debe tomar medidas en sitio de profundidad de cimentaciones para los diferentes apoyos de red eléctrica o telecomunicaciones al final del trayecto cerca de la zona de indumil en Soacha, con el fin de determinar con precisión la necesidad del traslado de estos apoyos debido a posible interferencia con el túnel férreo.