



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

**DISEÑO CONCEPTUAL DE LA RED DE TRANSPORTE MASIVO
METRO Y DISEÑO OPERACIONAL, DIMENSIONAMIENTO LEGAL Y
FINANCIERO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO EN EL MARCO DEL
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PUBLICO-SITP- PARA LA
CIUDAD DE BOGOTÁ**

NOTA TÉCNICA

Documento complementario de Aspectos técnicos para el DNP

Nota 3 de 5

MB-GC-NT-0034

Rev.1. Mayo de 2010





TITULO DEL DOCUMENTO: NOTA TÉCNICA:

Documento complementario de Aspectos técnicos para el DNP – Nota 3 de 5

DOCUMENTO N°: MB-GC-NT-0034

Referencia: P210C25

Fichero: MB-GC-NT034 - DOC COMPLEMENTARIO ASPECTOS TÉCNICOS -
SENSIBILIZACION FINAL REV1

Revisión: Rev.1.

Fecha revisión : Mayo de 2010

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por	Galo Santamaría		Mayo de 2010
	Juan Camilo Pantoja	 JUAN CAMILO PANTOJA	
	Matías Ramírez		
	Isa Cano Tarruella		
Verificado por	José Enrique Pérez		Mayo de 2010
Aprobado por	Luis M. San Martín		Mayo de 2010
	Esteban Rodríguez		



REGISTRO DE CAMBIOS

REV.	FECHA	SECCIÓN / PÁRRAFO AFECTADO	INICIO DEL DOCUMENTO/ RAZONES DEL CAMBIO
1	Mayo de 2010	1.2.1, 1.2.2	ADICIÓN DE DETALLES



ÍNDICE

0	INTRODUCCIÓN	5
1	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD A LA DEMANDA	6
1.1	Supuestos básicos del análisis	6
1.2	Escenarios a evaluar	13
1.2.1	Escenario 1 - Análisis de sensibilidad sobre la variación en la demanda sólo Metro .	13
1.2.2	Escenario 2 - Análisis de sensibilidad al reparto modal	16
1.3	Resultados de las simulaciones.....	18
1.3.1	Resultados Escenario 1 - Variación demanda sólo Metro.....	21
1.4	Comparación de resultados	28
	ANEXO 1 – ABORDAJES POR MODO	32
1.5	Abordajes diarios por modo – Escenario 1 (Variación demanda sólo Metro)	32
1.6	Abordajes diarios por modo – Escenario 2 (Variación reparto modal)	34
	ANEXO 2 - VIAJES DIARIOS EN EL SISTEMA	37
1.7	Cadenas de viaje – Escenario 1 (Variación demanda sólo Metro).....	37
1.8	Cadenas de viaje– Escenario 2 (Variación reparto modal)	41



0 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene los puntos en desarrollo que complementan el primer y segundo paquete de respuestas solicitado por el Distrito para hacer frente a las observaciones planteadas por el DNP (ver notas técnicas MB-GC-NT-032 y MB-GC-NT-033). En particular, este documento contiene el análisis correspondiente a la sensibilidad de la demanda, y sus implicaciones en la evaluación tarifaria del SITP, en el marco de la implementación del sistema metro.

Para ello, se plantea en primera instancia una descripción general de los supuestos y principales características del presente análisis. En este aparte se describe muy brevemente temas como el modelo de transporte utilizado, los costos operacionales de la evaluación, los parámetros macroeconómicos, los intervalos de la sensibilización, entre otros.

Posteriormente se realiza una descripción de cada uno de los escenarios que se han desarrollado, teniendo en cuenta los requerimientos que el DNP ha planteado.

Luego de hacer la descripción de los supuestos tomados para el presente análisis, y de explicar los escenarios a evaluar, se presentan los resúmenes de los principales resultados que se generaron para dar cumplimiento a los requerimientos del DNP.



1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD A LA DEMANDA

Durante las reuniones sostenidas entre el Grupo de Validadores, el equipo técnico del Departamento Nacional de Planeación y el Distrito, y el Grupo Consultor, se evidenció la necesidad de llevar a cabo una sensibilidad a la demanda del modelo de transporte, con el objetivo de analizar sus implicaciones en la evaluación tarifaria que se ha desarrollado en el Producto 30.

Como se evidenció en el Producto 30 cuando se realizó la sensibilización a dicha variable, bajo unos supuestos específicos más sencillos a los que se plantea en el presente documento, la variación en la demanda no sólo del metro, sino del conjunto de modos que participan en el futuro escenario del Sistema Integrado de Transporte Público, implícitamente trae consecuencias sobre los costos e ingresos totales del sistema.

Para la realización de este análisis, se han construido dos escenarios básicos, los cuales reflejan condiciones en la variación de la demanda diferentes.

Por una parte, el Escenario 1 se ha definido como aquel en donde sólo se varía la demanda total del modo metro, para unos intervalos específicos (Variación demanda sólo Metro).

En el Escenario 2, se varía la demanda del modo metro, pero se mantiene el número total de viajes en el sistema (Variación reparto modal). Es decir, hay una redistribución del reparto modal en los viajes del sistema. Los detalles de cada uno de estos escenarios se presentarán más adelante en este documento.

1.1 Supuestos básicos del análisis

Dado que el análisis que aquí se plantea es un ejercicio teórico, ello implica la definición clara de una metodología de análisis y de unos supuestos iniciales, los cuales se presentan a continuación en este documento antes de entrar en detalle acerca de los resultados.

Modelo de demanda

Es importante mencionar que los datos de oferta y demanda que se han utilizado para llevar a cabo el análisis de sensibilidad a la demanda y sus consecuencias sobre la tarifa, corresponde a la última versión del modelo de demanda de transporte desarrollado por el GC, el cual incluye una serie de mejoras, consecuencia de las diferentes reuniones con el Grupo de Validadores y el posterior trabajo en el mismo.

Uno de los principales supuestos que este nuevo modelo de transporte utiliza, es que no incluye la operación del Tren de Cercanías, tanto por el costado norte de la ciudad, como por el occidente de la misma, con lo cual el modo metro se ha visto afectado, toda vez que por el norte de la ciudad,



específicamente en la calle 127 con carrera 9, el modelo anterior consideraba un intercambio modal entre tren de cercanías y metro.

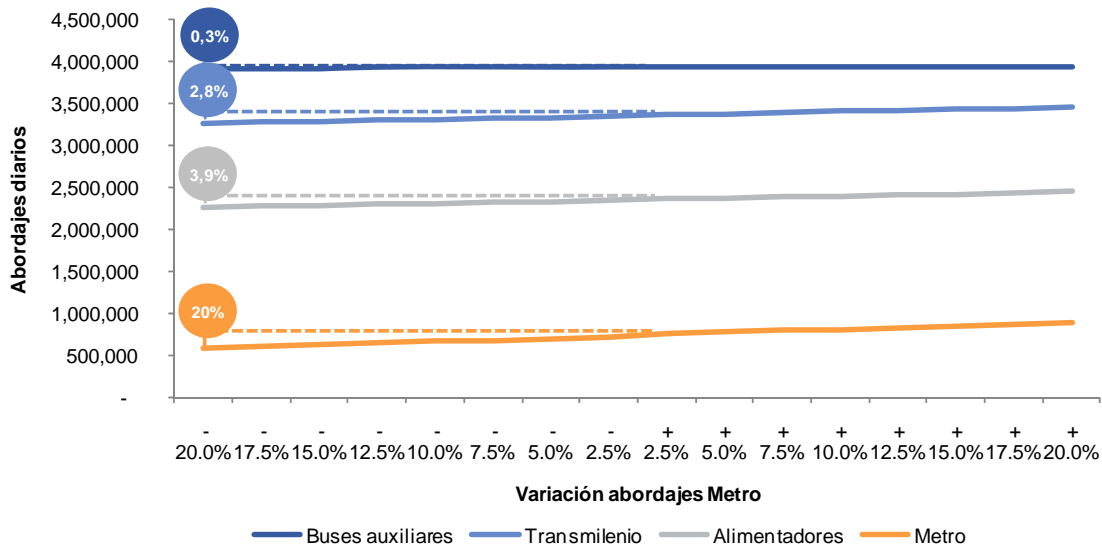
Para el análisis de sensibilidad, se ha partido de una demanda base asignada en el modelo de transporte antes mencionado, y para cada uno de los escenarios a analizar, se ha calculado fuera del modelo los abordajes por modo, y el número de viajes de cada una de las cadenas principales de viaje en el SITP.

Costos operacionales y su relación con la oferta operativa, en el año base

Los costos de operación deben reflejar una característica fundamental, y es aquella que asocia el costo operacional a las variaciones de la demanda. Es decir cada vez que se simula una variación de demanda, ésta repercute en la carga de los viajes, y por tanto en los vehículos o coches-km del servicio. En tal sentido, se debe reflejar este impacto solamente en la situación base del proyecto, en concreto para el año de inicio de operaciones, es decir, año 2018.

Los costos operacionales de los autobuses que operarán en el SITP utilizados para el presente análisis, son los mismos que se han utilizado en la última versión del Producto 30, y corresponden a aquellos costos por km recorrido que fueron suministrados por el equipo técnico del SITP en su debido momento. En cuanto a la variación de la oferta del servicio debido a cambios en la demanda, de acuerdo a los datos de demanda obtenidos para cada modo, y para cada una de las sensibilizaciones, se ha observado que dicha variación en los abordajes no es significativa, y por lo tanto no implica, desde el punto de vista técnico, un aumento en la oferta del servicio. Lo anterior se extrae de la siguiente figura, en donde a pesar de la extensa variación en la demanda del modo Metro ($\pm 2.5\%$ a $\pm 20\%$), la variación en los abordajes de los otros modos (troncal, alimentador y auxiliar) representa, en el peor de los casos, un aumento/disminución del 3.92% (caso Alimentador). Es decir, a un aumento de $\pm 20\%$ en los abordajes del metro, los abordajes del modo Alimentador varían en $\pm 3.92\%$, con lo cual la oferta del servicio no se considera que deba variar. Los detalles numéricos de este caso se pueden detallar en el Anexo 1 del presente documento.

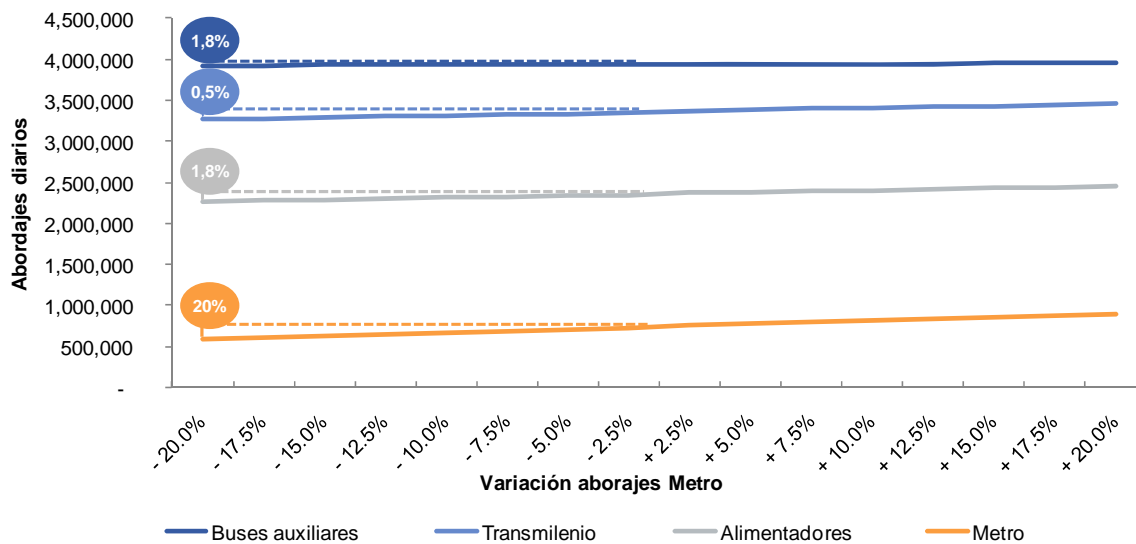
Figura 1-1. Variación de los abordajes del modo Metro y su relación con los otros modos – Escenario 1



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del equipo de demanda del GC

Para el caso del Escenario 2, en donde el número total de viajes en el SITP se mantiene constante, pero hay una redistribución de los viajes en los diferentes modos, como se explicará en detalle más adelante, la variación más importante se presenta en el modo Auxiliar, el cual, a una variación del 20% en los abordajes del modo Metro, varía sus abordajes diarios en 2.32%, lo cual es lo suficientemente pequeño, como para considerar que no hay un aumento en la oferta del servicio.

Figura 1-2. Variación de los abordajes del modo Metro y su relación con los otros modos – Escenario 2



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del equipo de demanda del GC

Para el caso del modo metro, el supuesto base con el que se ha desarrollado el presente análisis es que el costo del material rodante será incluido en el convenio Distrito – Nación, y por lo tanto no se tendrá en cuenta para efectos de los costos operacionales de dicho modo. Esto es, los costos de amortización y financiamiento del material rodante no se incluyen para el cálculo de los costos operacionales del modo metro, y por ende, sólo se incluyen los costos básicos del mismo, como se describe en el Producto 25 y 30.

En cuanto a la variación de la oferta de servicio del modo metro, se ha diseñado una plantilla por parte de TMB que determina las principales características operacionales del mismo, en función de la variación de la demanda y considerando la longitud y la velocidad comercial de la línea. En concreto, la plantilla responde a variaciones en la carga crítica del metro, y con esto se estima las variaciones en los coches-km recorridos, la cual es la variable que se desea cuantificar a nivel de costos.

En la siguiente tabla se muestra, a manera de ejemplo, los datos que se obtienen al entrar una carga crítica específica para el modo metro. Para el caso específico que se muestra en la tabla, para una carga crítica de 30,935 pasajeros en la hora punta de la mañana, el modo metro recorre en el día un total de 12,103 tren-km, y requiere de un máximo de 30 trenes comerciales.

Tabla 1-1. Simulación operacional para el caso Base

De	A	% sobre viajeros/hora	Carga Viajeros	Frecuencia	Intervalo	Trenes	Vueltas	Kilómetros
5:00	6:00	92	28.308	17	3,47	28	17,68	960,040
6:00	7:00	100	30.935	19	3,18	30	18,95	1.028,615
7:00	8:00	100	30.935	19	3,18	30	18,95	1.028,615
8:00	9:00	59	18.234	11	5,39	18	11,37	617,169
9:00	10:00	53	16.263	10	6,04	16	10,11	548,595
10:00	11:00	46	14.301	9	6,87	14	8,84	480,020
11:00	12:00	54	16.713	10	5,88	17	10,74	582,882
12:00	13:00	70	21.775	13	4,51	22	13,89	754,317
13:00	14:00	56	17.410	11	5,64	17	10,74	582,882
14:00	15:00	55	17.119	10	5,74	17	10,74	582,882
15:00	16:00	53	16.277	10	6,04	16	10,11	548,595
16:00	17:00	64	19.686	12	4,99	20	12,63	685,743
17:00	18:00	93	28.902	18	3,40	28	17,68	960,040
18:00	19:00	73	22.637	14	4,34	22	13,89	754,317
19:00	20:00	53	16.280	10	6,04	16	10,11	548,595
20:00	21:00	40	12.403	8	7,92	12	7,58	411,446
21:00	22:00	49	15.154	9	6,49	15	9,47	514,307
22:00	23:00	18	5.614	6	10,00	10	6,32	342,872
23:00	0:00			3	20,00	5	3,16	171,436
0:00	1:00							
TOTAL KILOMETROS								12.103,367

Fuente: TMB

Al incrementarse en un 5% la demanda crítica del modo metro, se ha estimado que los kilómetros recorridos aumentan a 12,720 al día. Con este valor de los km recorridos, se calcula más adelante los costos operacionales del modo metro.

Tabla 1-2. Simulación operacional para el caso 5% de incremento en la demanda crítica

De	A	% sobre viajeros/hora	Carga Viajeros	Frecuencia	Intervalo	Trenes	Vueltas	Kilómetros
5:00	6:00	92	29.723	18	3,31	29	18,32	994,328
6:00	7:00	100	32.482	20	3,03	32	20,21	1.097,189
7:00	8:00	100	32.482	20	3,03	32	20,21	1.097,189
8:00	9:00	59	19.146	12	5,13	19	12,00	651,456
9:00	10:00	53	17.077	10	5,76	17	10,74	582,882
10:00	11:00	46	15.016	9	6,55	15	9,47	514,307
11:00	12:00	54	17.548	11	5,60	17	10,74	582,882
12:00	13:00	70	22.863	14	4,30	23	14,53	788,605
13:00	14:00	56	18.281	11	5,38	18	11,37	617,169
14:00	15:00	55	17.975	11	5,47	18	11,37	617,169
15:00	16:00	53	17.091	10	5,75	17	10,74	582,882
16:00	17:00	64	20.670	13	4,75	20	12,63	685,743
17:00	18:00	93	30.347	19	3,24	30	18,95	1.028,615
18:00	19:00	73	23.769	15	4,13	23	14,53	788,605
19:00	20:00	53	17.094	10	5,75	17	10,74	582,882
20:00	21:00	40	13.023	8	7,55	13	8,21	445,733
21:00	22:00	49	15.912	10	6,18	16	10,11	548,595
22:00	23:00	18	5.894	6	10,00	10	6,32	342,872
23:00	0:00			3	20,00	5	3,16	171,436
0:00	1:00							
TOTAL KILOMETROS								12.720,536

Fuente: TMB

Es importante mencionar que, aunque en la práctica la variación en la demanda total de un modo de transporte no se refleja de manera idéntica en la carga crítica de dicho modo, para los efectos del presente análisis teórico, y dada la información disponible a este respecto, se puede asumir que las variaciones se aplican de la misma manera a cada periodo horario y a cada estación, por lo que la carga de hora punta del tramo crítico sí varía linealmente a la demanda total.

Remuneración operador metro

Como consecuencia del anterior supuesto para el modo metro, la remuneración que se pagará al futuro concesionario de la operación del metro deberá ser calculada, no sobre la base del capital invertido, sino de manera alternativa, en donde el privado no asuma los costos del riesgo de inversión en tal importante capital. En tal sentido, la remuneración al operador se ha calculado suponiendo que éste desea obtener un beneficio equivalente a 2 meses de los costos operacionales básicos al año, durante los primeros dos años, y en los siguientes tres años un mes de costo básico operacional. Lo anterior considerando ciclos de 5 años durante la vida útil del material rodante. Para efectos de la sensibilización, y teniendo en cuenta que la evaluación tarifaria de cada uno de las simulaciones se hará a 10 años, los costos imputables corresponden únicamente a los 10 años efectivos que se utilizan para la evaluación, siendo el año 1 el correspondiente al año de inicio de operaciones, es decir, año 2018.

Tabla 1-3. Estimación de remuneración alternativa a operador Metro. Valores en COP 2009

Año	Remuneración anual (\$COP 2009)		
1	\$19,739,176,834	costo básico anual Metro	\$118,435,061,001
2	\$19,739,176,834	costo básico mensual Metro	\$9,869,588,417
3	\$9,869,588,417	costo básico coche-km	\$4,401
4	\$9,869,588,417	costo básico coche-km + remuneración (11.67%)	\$4,914
5	\$9,869,588,417	Diferencia	\$513
6	\$19,739,176,834	Coche-km annual	25,688,186
7	\$19,739,176,834	Valor promedio anual de remuneración	\$13,817,423,783
8	\$9,869,588,417		
9	\$9,869,588,417		
10	\$9,869,588,417		
11	\$19,739,176,834		
12	\$19,739,176,834		
13	\$9,869,588,417		
14	\$9,869,588,417		
15	\$9,869,588,417		
16	\$19,739,176,834		
17	\$19,739,176,834		
18	\$9,869,588,417		
19	\$9,869,588,417		
20	\$9,869,588,417		
21	\$19,739,176,834		
22	\$19,739,176,834		
23	\$9,869,588,417		
24	\$9,869,588,417		
25	\$9,869,588,417		
total remuneración	\$345,435,594,587		
Total costos básicos Metro (25 años)	2,960,876,525,034		
Total Remuneración/Total costos básicos	11.67%		

Fuente: elaboración propia

Es preciso aclarar que el cálculo exacto de esta remuneración lo hace el interesado en prestar dicho servicio, en el momento de ofertar su tarifa técnica en una licitación pública en el escenario hipotético que este esquema se lleve a cabo. Por lo anterior, el supuesto que aquí se presenta es sólo una estimación del posible valor que se debería cargar a los costos y gastos del SITP, teniendo en cuenta que existe un menor riesgo para el interesado.

De igual manera, es preciso aclarar que estos valores de remuneración presentados año a año, se calculan sólo para el año base (2018). Con los valores base del 2018, la remuneración se afecta sólo por la inflación para los años siguientes.

Parámetros generales de cálculo

El desarrollo del análisis de sensibilidad a la demanda se ha basado en los parámetros definidos para el caso Base del Producto 30. Esto es, la tasa de inflación y el alza en la tarifa usuario anual son iguales, la tasa de crecimiento a los usuarios es de 1.26%, la tasa de descuento se mantiene en el 12%, la remuneración a los operadores de autobuses es del 12% al capital invertido, entre otros.

La única diferencia que existe, es que remuneración al operador del metro, la cual se explicará con detalle más adelante. Para efecto del presente análisis, la remuneración al operador metro no se ha calculado en función al capital invertido, sino que se ha calculado utilizando una remuneración alternativa en donde el privado no incurre en la compra del material móvil.

Tabla 1-4. Parámetros utilizados para el caso Base

PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN				
PERÍODE DE EVALUACIÓN: AÑOS	10			
TASA ANUAL DE DESCUENTO	12.0%			
TASA DE INFLACIÓN A TARIFAS USUARIO	3.34%			
TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DE USUARIOS	1.26%			
SENSIBILIDAD A TARIFAS BASE	0.0%			
OPERADORES EN ANÁLISIS:	METRO	Troncales	Alimentadores	Auxiliares
TASA INFLACIÓN AL OPERADOR:	3.34%	3.34%	3.34%	3.34%
REMUNERACIÓN AL OPERADOR (DEL K medio)	en f (costo)	12.00%	12.00%	12.00%
TASA INFLACIÓN OTROS OPERADORES	3.3%			
OTROS INGRESOS (% de costos de operc.):	0.0%			

Fuente: Elaboración propia

Intervalos de variación

Para los dos escenarios de evaluación se ha utilizado intervalos de variación sucesivos de $\pm 2.50\%$, hasta $\pm 20.00\%$. Bajo este supuesto, y teniendo en cuenta que se tiene dos escenarios básicos para analizar, en



total se han construido 32 simulaciones, con sus respectivas evaluaciones tarifarias. Esto es, 16 para el Escenario 1, y 16 simulaciones para el Escenario 2.

1.2 Escenarios a evaluar

Como se comentó con anterioridad, para la evaluación de la sensibilidad se han definido dos escenarios básicos cuyas características se presentan a continuación. Estos escenarios se han construido de acuerdo a los requerimientos impartidos por el Grupo de Validadores del proyecto.

Es importante mencionar que cada uno de los dos escenarios que se han construido parte de una información base proporcionada por el equipo técnico de la demanda del GC. Esta información es ingresada al modelo de evaluación tarifaria EVT-Bog09, y es modificada en función de: las tasas de simulación entre un rango $\pm 2.5\%$ a $\pm 20\%$ de cada uno de los escenarios.

Para evaluar los mencionados escenarios, en forma general se hace uso del modelo EVT-Bog09, pero con algunas adaptaciones específicas producto de las características particulares de este proceso.

1.2.1 Escenario 1 - Análisis de sensibilidad sobre la variación en la demanda sólo Metro

Para este caso, los viajes totales del SITP varían en la medida en que se sumen o resten los viajes utilizando el modo metro en los intervalos establecidos. Esto significa que al variar la demanda del modo metro en dichos intervalos, los viajes que se generan o se suprimen, también se adicionarán o suprimirán del total de viajes del SITP.

Como resultado de las variaciones sucesivas de la demanda del metro en intervalos de $\pm 2.5\%$ hasta $\pm 20\%$, se obtienen unos nuevos valores de viajes en las cadenas principales que involucran el modo metro. Esto es, los viajes de la asignación base que utilizan el metro en una de las posibles etapas del desplazamiento, viajes que son recogidos en las cadenas principales en las que aparece el modo metro, aumentan o disminuyen en la proporción del intervalo considerado. Las cadenas modales restantes que no involucran el modo metro se mantienen con el mismo número de viajes que en la simulación base. Todos estos nuevos valores de cadenas principales de viaje se introducen al modelo de evaluación tarifaria, para su posterior análisis.

En el caso de un aumento en la demanda del metro, se suma el aumento de todos los viajes involucrando metro a los abordajes al modo metro de la simulación base. Para los otros modos, se ha estimado las variaciones en abordajes que se aplica a cada modo dentro de la cadena que contiene el modo metro y algún otro modo. En concreto, para cada cadena modal en la que aparece el modo metro, se ha identificado el número de etapas que dicho desplazamiento realiza también mediante otros modos, y el



número de viajes en una cadena determinada se traduce en un número de abordajes por modo utilizado en dicha cadena. Con estos valores, se obtienen los abordajes adicionales que se generan en los viajes adicionales involucrando metro, y de esta manera, se suman a los abordajes originales por modo. El procedimiento en caso de una disminución de la demanda metro se hace de manera similar, restando de los abordajes originales por modo los abordajes que se suprimen debido a menores viajes involucrando metro y otros modos.

Para la estimación de las variaciones en los abordajes por modo, se han tomado los abordajes diarios de cada modo establecidos para el escenario básico, y se le suman o restan proporcionalmente las variaciones calculadas con las cadenas modales según el procedimiento detallado en el apartado anterior.

Como se presentó en el apartado relacionado con los supuestos, para el caso de los autobuses que operan en el SITP no se ha considerado variaciones en la oferta base (año 2018), toda vez que el cambio en la demanda de estos modos (Troncal, Alimentador, Auxiliar) no amerita un cambio en la oferta de servicio. Para el caso del metro, se utiliza la tabla de cálculo provista por el equipo especialista en esta área, y para cada intervalo de variación en la demanda crítica del metro, se obtiene un número de coche-km recorridos para el año base. Con estos datos se calculan los nuevos costos anuales del sistema para cada intervalo.

Utilizando estos datos, se procede a realizar la evaluación tarifaria para cada uno de los intervalos de variación de la demanda del modo metro ($\pm 2.50\%$, hasta $\pm 20.00\%$), cuyos resultados se muestran más adelante en este documento.

La siguiente tabla muestra la demanda base para cada una de las cadenas de viaje, y el total de viajes en el SITP. De igual manera, se muestra como referencia, el total de viajes de cada cadena para variaciones de $+2.5\%$, y -2.5% .

Tabla 1-5. Demanda caso Base para Escenario 1: Variación demanda sólo Metro

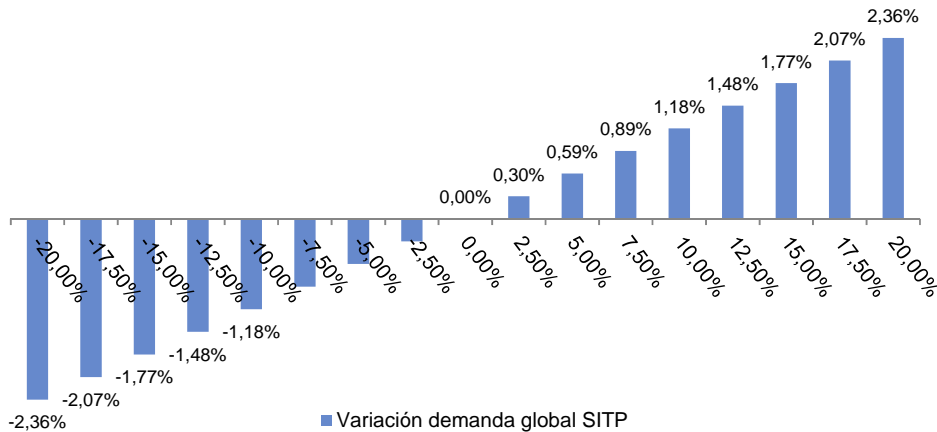
Viajes			
Tipo de viaje	Base	Inc. 2,5%	Inc. (-)2,5%
DIRECTO			
Metro	143,807	147,402	140,212
Troncales	650,885	650,885	650,885
1 Bus	2,781,541	2,781,541	2,781,541
1 Alim	91,853	91,853	91,853
1 TRANSBORDO			
Metro + 1 Alim	181,964	186,513	177,415
Metro + Tren	0	0	0
Metro + 1 Bus	41,870	42,917	40,823
Troncales + 1 Alim	1,010,295	1,010,295	1,010,295
Troncales + 1 Bus	79,086	79,086	79,086
Troncales + Tren	0	0	0
Troncales + Intermunicipales	79,759	79,759	79,759
Tren + 1 Alim	0	0	0
Tren + 1 Bus	0	0	0
2 Buses	314,270	314,270	314,270
1 Bus + Intermunicipales	137,015	137,015	137,015
1 Bus + 1 Alim	175,276	175,276	175,276
2 Alim	15,857	15,857	15,857
2 TRANSBORDOS			
Metro + 2 Alim	23,159	23,738	22,580
Metro + Troncales	160,522	164,535	156,509
Metro + Troncales + 1 Alim	155,231	159,112	151,350
Metro + Troncales + 1 Bus	3,183	3,262	3,103
Metro + Troncales + Tren	0	0	0
Metro + Tren + 1 Alim	0	0	0
Metro + Tren + 1 Bus	0	0	0
Metro + Tren + Intermunicipales	0	0	0
Troncales + 2 Alim	258,988	258,988	258,988
Troncales + 1 Alim + 1 Bus	72,753	72,753	72,753
Troncales + 1 Alim + Intermunicipales	27,152	27,152	27,152
Troncales + Tren + 1 Alim	0	0	0
3 Buses	516	516	516
2 Bus + Intermunicipales	2,562	2,562	2,562
1 Bus + 2 Alim	1,794	1,794	1,794
2 Bus + 1 Alim	3,123	3,123	3,123
Metro + 1 Bus + 1 Alim	15,090	15,467	14,713
Troncales + 2 Bus	250	250	250
2 Bus + Tren	0	0	0
Metro + 2 Bus	352	361	343
3 Y + TRANSBORDOS			
Metro + 3 Alim	1,127	1,155	1,099
Metro + Troncales + 2 Alim	34,621	35,487	33,756
Metro + Troncales + 1 Alim + 1 Bus	2,875	2,947	2,804
Metro + Troncales + Tren + 1 Alim	0	0	0
Metro + Troncales + Tren + 2 Alim	0	0	0
Metro + Tren + 2 Alim	0	0	0
Troncales + 3 Alim	1,404	1,404	1,404
Troncales + 2 Alim + 1 Bus	3,324	3,324	3,324
Troncales + 2 Bus + 1 Alim	308	308	308
	6,471,814	6,490,909	6,452,719

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del equipo de demanda del GC

Para mayores detalles sobre el número de viajes de cada cadena modal de los diferentes escenarios, remitirse a los Anexos 1 y 2.

Para el Escenario 1, la variación en la demanda del modo se refleja en el aumento o disminución de la demanda total de viajes del SITP, de acuerdo a la sensibilidad que se esté evaluando. En la siguiente figura se presenta la variación total de viajes del SITP, para todo el rango de variaciones del metro, es decir, desde -20.00%, pasando por el punto base (0%), y hasta +20.00%. De acuerdo a esta figura, al variar la demanda del metro en un $\pm 20\%$, la demanda total del SITP varía en un $\pm 2.36\%$.

Figura 1-3. Variación de la demanda total del SITP frente a la variación del modo metro



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del equipo de demanda del GC

1.2.2 Escenario 2 - Análisis de sensibilidad al reparto modal

Para este caso, los viajes totales del SITP **no** varían, toda vez que los viajes que se sumen/resten de las cadenas modales incluyendo Metro, se compensan en las otras cadenas principales que se utilizan. Al obtenerse un valor de viajes correspondiente a la variación del modo metro, estos viajes deben ser insertados (o eliminados) en las otras cadenas modales principales que no tienen el modo Metro. Esto se hace proporcionalmente al peso que cada cadena principal tiene inicialmente. De esta manera, el total de viajes del SITP se mantiene constante, pero el reparto modal entre todos modos del SITP varía.

Como resultado de las variaciones sucesivas de la demanda del metro en intervalos de $\pm 2.5\%$ hasta $\pm 20\%$, se obtienen nuevos valores de viajes en las cadenas principales que involucran el modo metro. Las cadenas modales restantes que no involucran el modo metro sufren una disminución o un aumento del número de viajes respecto a la simulación base para que el total de viajes se mantenga constante. La variación de los viajes recogidos en las cadenas modales que no involucran el modo metro se hace de manera que el peso de cada una en el conjunto de viajes sin metro se mantenga constante. Todos estos nuevos valores de cadenas principales de viaje se introducen al modelo de evaluación tarifaria, para su posterior análisis.

El número de viajes en una cadena determinada se traduce en un número de abordajes por modo utilizado en dicha cadena. Con la variación de los valores de los viajes desglosados según cadena modal, se obtienen los abordajes relacionados con los nuevos valores de viajes, y de esta manera, se suman o restan, según el caso, a los abordajes originales por modo.



Para calcular las variaciones de cada modo del sistema, se toman los abordajes diarios de cada modo del escenario base, y se le suman o restan proporcionalmente las variaciones calculadas con las cadenas modales. De esa manera se da el efecto de un cambio en el reparto modal.

Al igual que en el anterior Escenario, para el caso de los autobuses que operan en el SITP no se ha considerado variaciones en la oferta base (año 2018), toda vez que el cambio en la demanda de estos modos (Troncal, Alimentador, Auxiliar) no amerita un cambio en la oferta de servicio. Para el caso del metro, se utiliza la tabla de cálculo provista por el equipo especialista en esta área, y para cada intervalo de variación en la demanda crítica del metro, se obtiene un número de coche-km recorridos para el año base. Con estos datos se calculan los nuevos costos anuales del sistema para cada intervalo.

Utilizando estos datos, se procede a realizar la evaluación tarifaria para cada uno de los intervalos de variación de la demanda del modo metro ($\pm 2.50\%$, hasta $\pm 20.00\%$), cuyos resultados se muestran más adelante en este documento.

La siguiente tabla muestra la demanda base para cada una de las cadenas de viaje, y el total de viajes de cada cadena para variaciones de $+2.5\%$, y -2.5% . Como se ha mencionado anteriormente, en este escenario el total de viajes del SITP se mantiene constante para cualquier variación en la demanda del modo metro.

Tabla 1-6. Demanda caso Base para Escenario 2: Variación reparto modal

Viajes			
Tipo de viaje	Base	Inc. 2.5%	Inc. (-) 2.5%
DIRECTO			
Metro	143.807	147.402	140.212
Troncales	650.885	648.707	653.062
1 Bus	2.781.541	2.772.236	2.790.846
1 Alim	91.853	91.546	92.160
1 TRANSBORDO			
Metro + 1 Alim	181.964	186.513	177.415
Metro + Tren	0	0	0
Metro + 1 Bus	41.870	42.917	40.823
Troncales + 1 Alim	1.010.295	1.006.915	1.013.674
Troncales + 1 Bus	79.086	78.822	79.351
Troncales + Tren	0	0	0
Troncales + Intermunicipales	79.759	79.492	80.026
Tren + 1 Alim	0	0	0
Tren + 1 Bus	0	0	0
2 Buses	314.270	313.218	315.321
1 Bus + Intermunicipales	137.015	136.557	137.473
1 Bus + 1 Alim	175.276	174.690	175.862
2 Alim	15.857	15.804	15.910
2 TRANSBORDOS			
Metro + 2 Alim	23.159	23.738	22.580
Metro + Troncales	160.522	164.535	156.509
Metro + Troncales + 1 Alim	155.231	159.112	151.350
Metro + Troncales + 1 Bus	3.183	3.262	3.103
Metro + Troncales + Tren	0	0	0
Metro + Tren + 1 Alim	0	0	0
Metro + Tren + 1 Bus	0	0	0
Metro + Tren + Intermunicipales	0	0	0
Troncales + 2 Alim	258.988	258.122	259.854
Troncales + 1 Alim + 1 Bus	72.753	72.510	72.997
Troncales + 1 Alim + Intermunicipales	27.152	27.061	27.243
Troncales + Tren + 1 Alim	0	0	0
3 Buses	516	515	518
2 Bus + Intermunicipales	2.562	2.554	2.571
1 Bus + 2 Alim	1.794	1.788	1.800
2 Bus + 1 Alim	3.123	3.113	3.134
Metro + 1 Bus + 1 Alim	15.090	15.467	14.713
Troncales + 2 Bus	250	249	251
2 Bus + Tren	0	0	0
Metro + 2 Bus	352	361	343
3 Y + TRANSBORDOS			
Metro + 3 Alim	1.127	1.155	1.099
Metro + Troncales + 2 Alim	34.621	35.487	33.756
Metro + Troncales + 1 Alim + 1 Bus	2.875	2.947	2.804
Metro + Troncales + Tren + 1 Alim	0	0	0
Metro + Troncales + Tren + 2 Alim	0	0	0
Metro + Tren + 2 Alim	0	0	0
Troncales + 3 Alim	1.404	1.400	1.409
Troncales + 2 Alim + 1 Bus	3.324	3.313	3.335
Troncales + 2 Bus + 1 Alim	308	307	309
	6.471.814	6.471.814	6.471.814

Fuente: Elaboración propia

1.3 Resultados de las simulaciones

Una vez explicados los supuestos y características generales que han enmarcado el análisis de sensibilidad objeto de este documento, a continuación se presentan los resultados obtenidos en la evaluación tarifaria de cada uno de los escenarios ya descritos. Como se manifestó inicialmente, cada escenario es sensibilizado 16 veces variando la demanda entre $\pm 2.5\%$ a $\pm 20\%$, y cuya variación repercute en las variables que se ha señalado anteriormente.



Dado el gran volumen de información que se genera al realizar la evaluación tarifaria de 32 sensibilizaciones, los resultados que se muestran en el presente numeral corresponden a los principales resultados valorados por el GC. No obstante, con el objetivo de referenciar los resultados, a continuación se muestra la ficha técnica de la situación llamada base contemplada en los escenarios evaluados. De esta ficha, la cual se genera para cada una de las sensibilizaciones, se ha sustraído la información para construir los resultados principales y agregados de este análisis.

Tabla 1-7. Ejemplo ficha técnica utilizada

FICHA TÉCNICA DEL CASO BASE					
FECHA DEL ANÁLISIS:					5/6/2010
CODIGO DE LA SIMULACIÓN:	CASO BASE		SIMULACIÓN BASE (2)		-
NOMBRE DEL ESCENARIO	ESCENARIOS Y 1 Y 3				
PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN					
PERIODE DE EVALUACIÓN: AÑOS	10				
TASA ANUAL DE DESCUENTO	12.0%				
TASA DE INFLACIÓN A TARIFAS USUARIO	3.34%				
TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DE USUARIOS	1.26%				
SENSIBILIDAD A TARIFAS BASE	0.0%				
PASAJEROS DEL PROYECTO DIA MEDIO	6,471,814				
OPERADORES EN ANÁLISIS:		METRO	Troncales	Alimentadores	Auxiliares
TASA INFLACIÓN AL OPERADOR:		3.34%	3.34%	3.34%	3.34%
REMUNERACIÓN AL OPERADOR (DEL K medio)		en f (costo)	12.00%	12.00%	12.00%
TASA INFLACIÓN OTROS OPERADORES		3.3%			
OTROS INGRESOS (% de costos de operc.):		0.0%			
RESUMEN DE LOS PRINCIPALES INDICADORES (Valores Actualizados en miles Cop) - AÑOS: 2018 - 2027					
COSTO DE OPERACIÓN:	7,850,096,399	77.9%	COSTOS POR TIPO DE VIAJE		
METRO	418,957,920		DIRECTO	3,999,435,403	39.7%
Troncales	1,910,513,546		1 TRANSBORDO	3,985,057,025	39.5%
			2 TRANSBORDOS	1,935,459,401	19.2%
Alimentadores	814,860,242		3 + MAS TRANSBORDOS	161,236,391	1.6%
Auxiliares	4,705,764,691		TOTAL COSTOS POR TIPO:	10,081,188,221	100.0%
			ING. POR TIPO DE VIAJE:		
COSTOS OPERADORES:	994,934,554	9.9%	ING. POR TARIFA USUARIO:	10,488,024,231	104.0%
METRO	50,467,437		DIRECTO	5,444,867,735	
Troncales	209,032,146		1 TRANSBORDO	3,644,271,153	
			2 TRANSBORDOS	1,319,020,382	
Alimentadores	126,289,711		3 + MAS TRANSBORDOS	79,864,962	
Auxiliares	609,145,261		ING. POR TARIFA COMPENSA:		0.0%
OTROS GASTOS:	1,236,157,268	12.3%	DIRECTO		
Ente Gestor SITP	363,839,052		1 TRANSBORDO		
SIRCI	862,071,046		2 TRANSBORDOS		
Administrador Financiero	5,244,012		3 + MAS TRANSBORDOS		
Otros Programas Especiales	5,003,158		TOTAL ING. POR TIPO DE VIAJE	10,488,024,231	104.0%
TOTAL COSTOS Y GASTOS	10,081,188,221	100.0%	(-JVAN DEL PROYECTO:	(406,836,010)	-4.0%
			TOTAL	10,081,188,221	100%
TIPOS DE VIAJE:					
DIRECTO (tarifas promedias):					
AÑOS BASE DE LA VALORACIÓN 2009		COP 1,360			
AÑO DE INICIO DE OPERACIONES 2018		COP 1,828	COP 1,392		COP 0
CON 1 TRANSBORDO (tarifas promedia)					
AÑOS BASE DE LA VALORACIÓN 2009		COP 1,640			
AÑO DE INICIO DE OPERACIONES 2018		COP 2,205	COP 2,499		COP 0
CON 2 TRANSBORDOS (tarifas promedia)					
AÑOS BASE DE LA VALORACIÓN 2009		COP 1,668			
AÑO DE INICIO DE OPERACIONES 2018		COP 2,241	COP 3,410		COP 0
CON 3 Y +TRANSBORDOS (tarifas promedia)					
AÑOS BASE DE LA VALORACIÓN 2009		COP 1,676			
AÑO DE INICIO DE OPERACIONES 2018		COP 2,253	COP 4,715		COP 0
MOVIMIENTO DIARIO DE LA DEMANDA - AÑO 2018					
DIRECTOS	1 TRANSBORDO	2 TRANSBORDOS	3 Y + TRANSBORDOS	TOTAL DIA MEDIO	
3,668,086	2,035,392	724,676	43,660	6,471,814	
57%	31%	11%	1%	100%	

Fuente: Elaboración propia

Para una mayor facilidad en la lectura e interpretación de los resultados, éstos se presentarán a continuación de la siguiente manera:

- Resultados Escenario 1 - Variación demanda sólo Metro
- Resultados Escenario 2 - Variación reparto modal

- Resultados comparativos entre los dos Escenarios

Es muy importante tener en mente los resultados de las simulación base, ya que de partida se tiene un escenario que no requiere de compensaciones, toda vez que sus ingresos cubren la totalidad de los costos y gastos que se generan en el sistema.

1.3.1 Resultados Escenario 1 - Variación demanda sólo Metro

Como se comentó anteriormente, para la simulación básica (0% de variación), los costos son cubiertos en su totalidad por los ingresos vía tarifa, y además, se genera un beneficio adicional tasado en COP \$406,836 millones. Las variaciones positivas en la demanda crítica del metro, no requieren de ningún tipo de compensaciones para cubrir los costos y gastos incurridos en la operación del sistema, y generan beneficios adicionales de hasta COP \$2,742,577 millones en los 10 años de análisis, para un aumento del 20% de la demanda crítica del modo metro, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1-8. Sensibilidades variando solo Metro caso Base

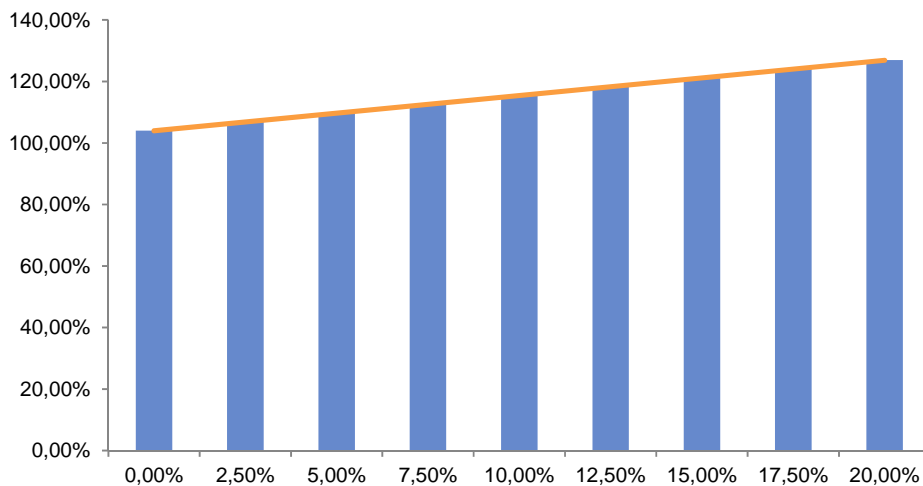
% Sensibilidad a la demanda	% Ingresos de tarifa al usuario	% Compensación	VAN Beneficio (COP miles)
0.00%	104.04%	0.00%	406,836,010
2.50%	106.80%	0.00%	686,668,954
5.00%	109.69%	0.00%	978,850,240
7.50%	112.54%	0.00%	1,268,751,884
10.00%	115.36%	0.00%	1,556,373,885
12.50%	118.28%	0.00%	1,853,684,594
15.00%	121.11%	0.00%	2,143,396,393
17.50%	124.02%	0.00%	2,441,467,084
20.00%	126.96%	0.00%	2,742,577,400
-2.50%	101.16%	0.00%	116,744,522
-5.00%	98.41%	1.59%	-0
-7.50%	95.59%	4.41%	0
-10.00%	92.80%	7.20%	0
-12.50%	90.02%	9.98%	-0
-15.00%	87.25%	12.75%	0
-17.50%	84.51%	15.49%	-0
-20.00%	81.77%	18.23%	-0

Fuente: Elaboración propia

Para este Escenario, los resultados que se han obtenido dan cuenta de una tendencia creciente entre la variación de la demanda del modo Metro, y la variación en el porcentaje de los ingresos provenientes de la tarifa usuario que cubren los costos y gastos totales del sistema, en el periodo de 10 años, y bajo los supuestos antes descritos.

En la siguiente figura se muestran de manera gráfica los resultados obtenidos para el caso de variaciones positivas en la demanda crítica del metro. Para este caso, el porcentaje de ingresos provenientes de la tarifa usuario que cubren los gastos y costos del sistema varían entre el 104.4% (base), hasta el 126.6% (+20% de incremento en la demanda crítica del metro).

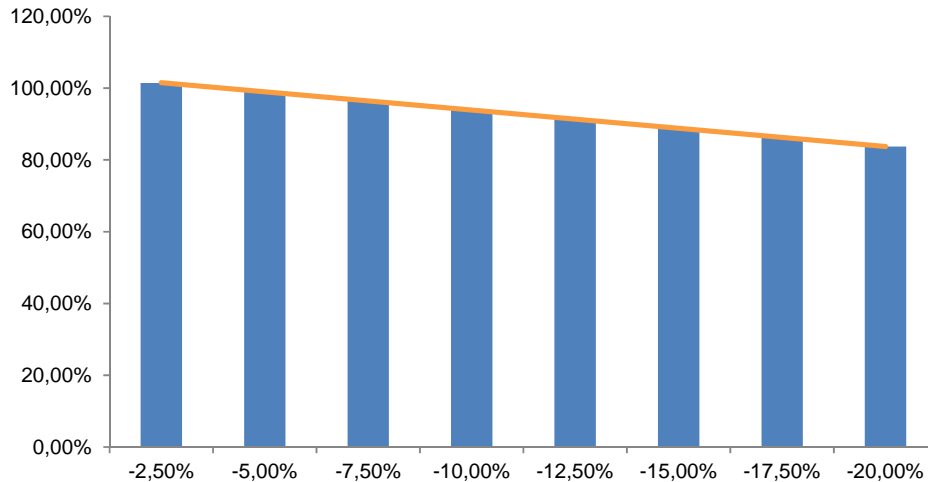
Figura 1-4. Variación de los ingresos por tarifa usuario a variaciones positivas de la demanda. Escenario 1



Fuente: elaboración propia

Para las variaciones negativas de la demanda crítica del modo metro, el descenso en -2.5% de la demanda crítica del metro respecto a la demanda base no causa que los ingresos vía tarifa usuario del sistema sean menores que los costos y gastos del mismo. Es decir, para esta variación, los costos y gastos son cubiertos en su totalidad por la tarifa usuario, y además, se genera un beneficio adicional que puede ser transferido al fondo de recursos. Para las variaciones negativas entre -5.0% y 20.0%, los ingresos que se obtienen a través de la tarifa usuario del sistema no alcanzan a cubrir los costos y gastos del mismo. Las variaciones van desde 98.4%, para el caso de una disminución del 5.0% en la demanda crítica del metro, hasta el 81.7% en el caso donde la demanda crítica del metro disminuye en un 20%.

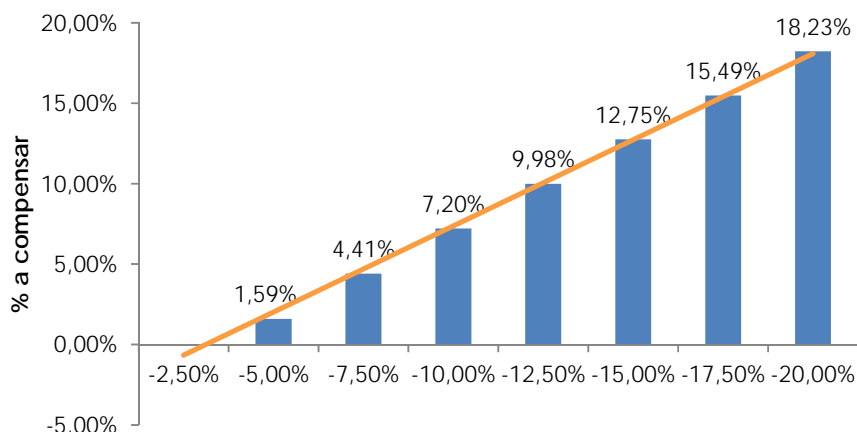
Figura 1-5. Variación de los ingresos por tarifa usuario a variaciones negativas de la demanda. Escenario 1



Fuente: elaboración propia

Los ingresos por concepto de tarifa compensa no ocurren cuando las simulaciones son positivas (+2.5% a + 20%), por lo que generan un beneficio. No es así cuando el rango de variación se encuentra entre - 5% y -20% tal como se muestra en la siguiente figura. Para este caso particular, la menor compensación se genera cuando la demanda crítica del metro disminuye en un 5.0%, caso en el cual habría que compensar en un 1.59%. Para el caso en donde la disminución en la demanda crítica del metro es del - 20%, habría que compensar el sistema en un 18.23%, en el periodo de 10 años.

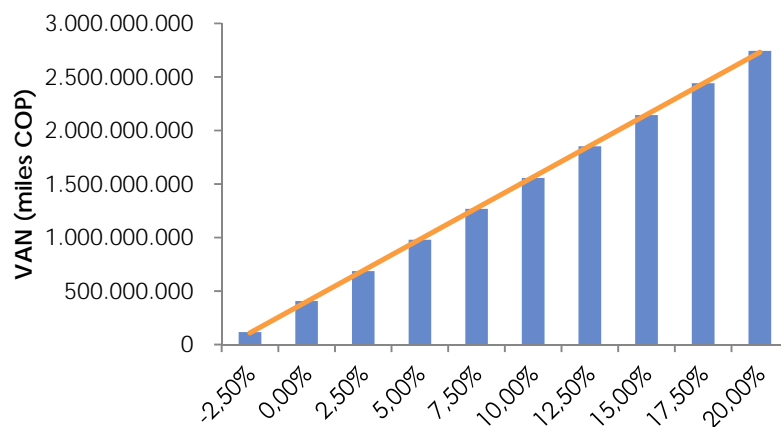
Figura 1-6. Aumento de la compensación por reducción de la demanda



Fuente: elaboración propia

Respecto de aquellas simulaciones que generan un beneficio (VAN), es decir cuando las tarifas usuarios cubren los costos y gastos del sistema en el período analizado de 10 años, y además generan un beneficio adicional, como ya se mencionó anteriormente estas corresponden a las sensibilizaciones entre -2.5% y +20.0%, tal y como se muestra en la siguiente figura. Para el caso en donde la demanda crítica de metro disminuye en un 2.5%, el beneficio adicional que se genera asciende a COP \$116,744 millones para el periodo de 10 años.

Figura 1-7. Beneficios por variaciones de la demanda para Escenario 1



Fuente: elaboración propia

1.3.2 Resultados Escenario 2 - Variación reparto modal

Para el caso del Escenario 2, los resultados obtenidos son muy similares a los presentados anteriormente. Cuando la variación en la demanda crítica del modo metro varía positivamente, los costos y gastos totales del sistema se cubren en su integridad a través de los ingresos vía tarifa usuario, incluso en el caso de un descenso en la demanda crítica del metro de 2.5%, tal y como se muestra en la siguiente tabla de resultados generales.

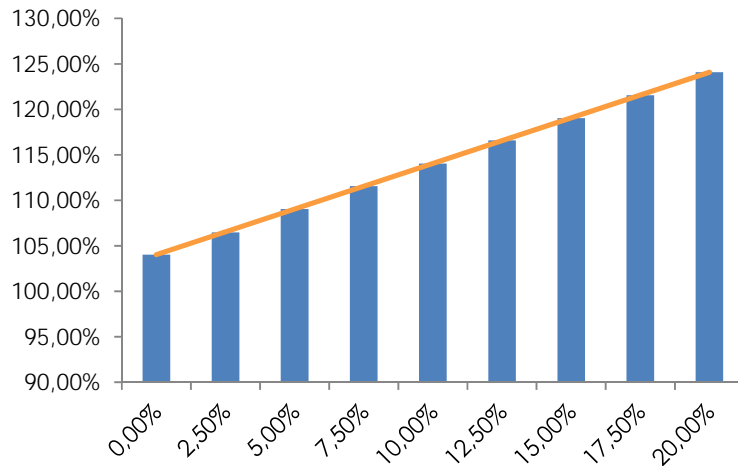
Tabla 1-9. Sensibilidades variando metro y manteniendo demanda total igual caso Base

% Sensibilidad a la demanda	% Ingresos de tarifa al usuario	% Compensación	VAN Beneficio (COP miles)
0.00%	104.04%	0.00%	406,836,010
2.50%	106.49%	0.00%	655,414,432
5.00%	109.05%	0.00%	914,816,587
7.50%	111.57%	0.00%	1,170,414,487
10.00%	114.04%	0.00%	1,422,208,134
12.50%	116.59%	0.00%	1,682,165,878
15.00%	119.04%	0.00%	1,933,000,102
17.50%	121.55%	0.00%	2,190,668,607
20.00%	124.09%	0.00%	2,449,852,125
-2.50%	101.45%	0.00%	146,474,433
-5.00%	98.99%	1.01%	-0
-7.50%	96.43%	3.57%	-0
-10.00%	93.89%	6.11%	-0
-12.50%	91.35%	8.65%	0
-15.00%	88.80%	11.20%	0
-17.50%	86.27%	13.73%	-0
-20.00%	83.72%	16.28%	0

Fuente: Elaboración propia

Para el caso extremo de la sensibilidad de +20.0% sobre la demanda crítica del modo metro, el porcentaje de los costos que son cubiertos vía tarifa usuario asciende a 124.09%. Es decir, hay un 24.09% adicional que el sistema obtiene por la operación del servicio de transporte, en el periodo 2018-2027. En las siguientes figuras se presentan de forma gráfica los resultados ya mencionados.

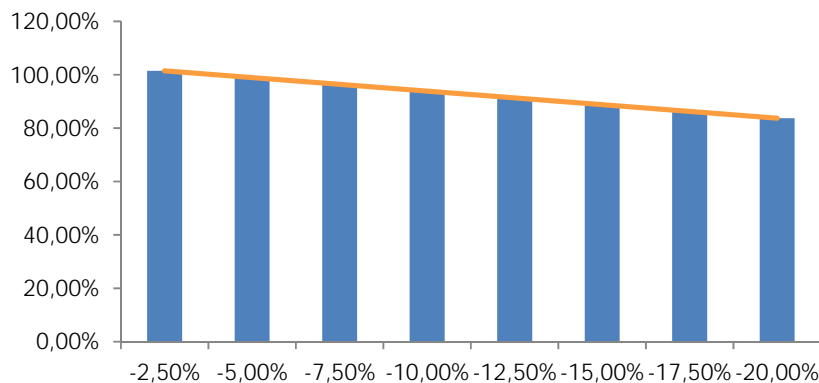
Figura 1-8. Variación de los ingresos por tarifa usuario a variaciones positivas de la demanda. Escenario 2



Fuente: Elaboración propia

Para las sensibilizaciones en donde la demanda crítica del metro varía negativamente respecto a la demanda base del mismo, es de destacar que no se requiere compensación alguna para el caso de -2.5%. Sin embargo, en el intervalo de -5.0% hasta -20.0%, para el periodo de análisis de 10 años se requerirían eventualmente compensaciones para poder suplir los déficits de los ingresos vía tarifa usuario.

Figura 1-9. Variación de los ingresos por tarifa usuario a variaciones negativas de la demanda. Escenario 2

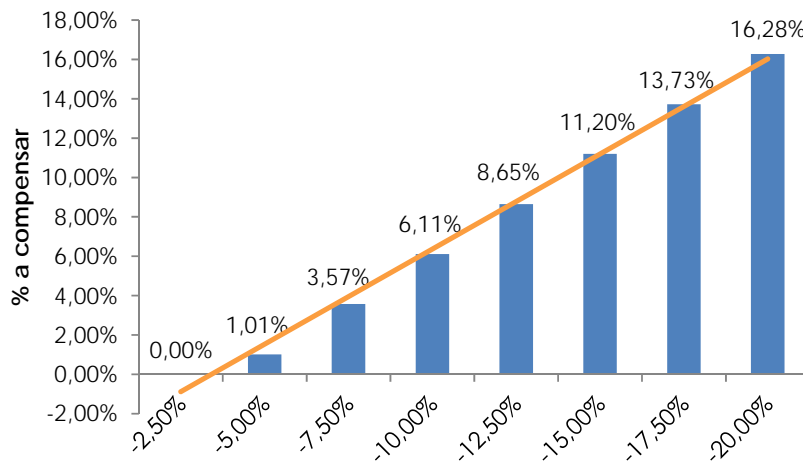


Fuente: Elaboración propia

Los ingresos por concepto de tarifa compensa no ocurren cuando las simulaciones son positivas (+2.5% a + 20%), por lo que generan un beneficio. No es así cuando el rango de variación se encuentra entre -

5% y -20% tal como se muestra en la siguiente figura. Para estos casos, las compensaciones varían desde 1.01% (-5.0% demanda crítica metro), hasta el 16.28% para el caso en donde la demanda crítica del metro cae un 20%.

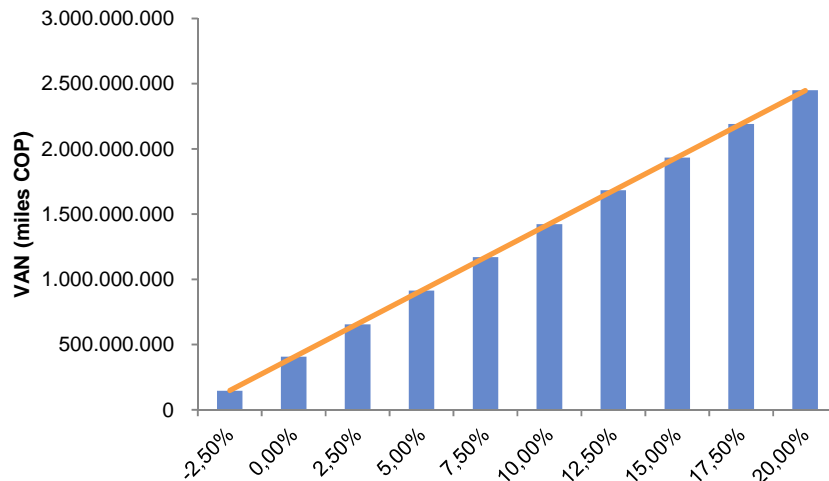
Figura 1-10. Aumento de la compensación por reducción de la demanda. Escenario 2



Fuente: elaboración propia

Respecto de aquellas simulaciones que generan un beneficio (VAN), es decir cuando las tarifas usuarios cubren los costos y gastos del sistema en el período analizado de 10 años, y además generan un beneficio adicional, como ya se mencionó anteriormente estas corresponden a las sensibilizaciones entre -2.5% y +20.0%, tal y como se muestra en la siguiente figura. Para el caso en donde la demanda crítica de metro disminuye en un 2.5%, el beneficio adicional que se genera asciende a COP \$146,474 millones para el periodo de 10 años. Para el caso más favorable, es decir, para aquel en donde la demanda crítica del metro crece en un 20%, el VAN del sistema para un periodo de 10 años asciende a COP \$2,449,852 millones.

Figura 1-11. Beneficios por variaciones de la demanda para Escenario 2



Fuente: elaboración propia

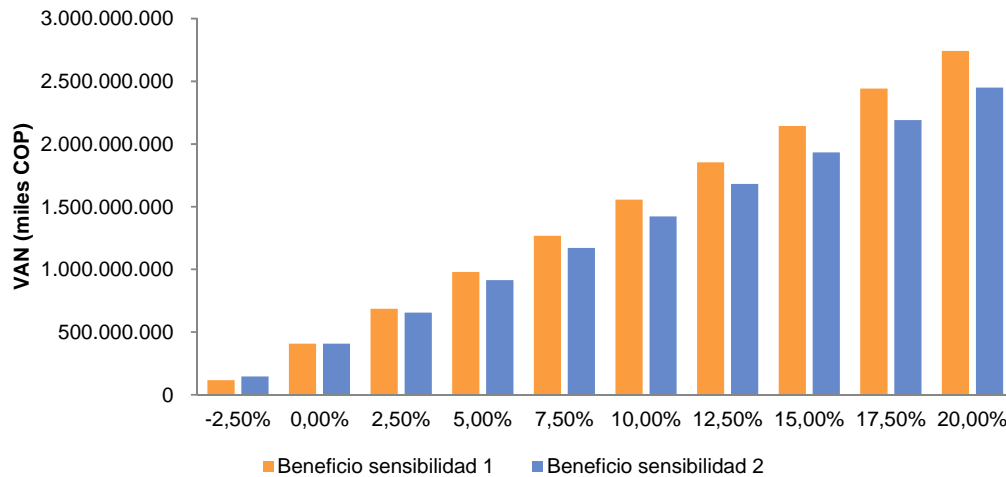
1.4 Comparación de resultados

Es importante mencionar que el análisis comparativo de resultados de los dos Escenarios presentados, no busca de ninguna manera comparar los mismos para determinar cuál de ellos es mejor u ofrece mejores condiciones, sino que pretende mostrar de forma agregada los resultados arrojados por la evaluación.

Entre otras comparaciones conjuntas de los Escenarios 1 y 2, se puede apreciar lo siguiente. Si las variaciones de la demanda ocurren en el rango positivo (con excepción del rango -2.5%), los resultados del Escenario 1 son ligeramente mayores que los de Escenario 2. La explicación proviene del hecho que en el Escenario 1 hay un crecimiento de la demanda global, mientras que en el Escenario 2, la demanda global permanece constante en todo el período de evaluación.

Para el Escenario 1, los beneficios adicionales que se generan en el sistema ascienden COP \$2,742,577 millones, mientras que para el Escenario 2 este monto totaliza COP \$2,449,853 millones, para la sensibilización de +20% en la demanda crítica del metro, lo cual equivale a un 11.9% más de ingresos adicionales para el Escenario 1, respecto al 2.

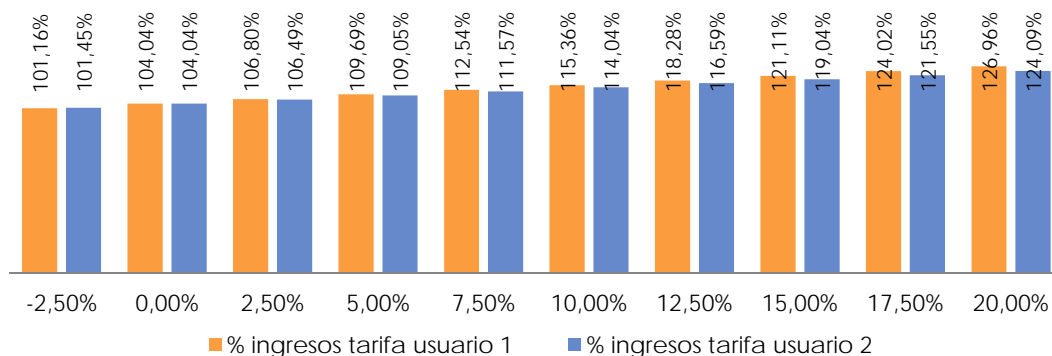
Figura 1-12. Beneficios (VAN) por variaciones positivas de la demanda sensibilidad escenarios: 1 y 2



Fuente: elaboración propia

Analizando los resultados comparativos entre los dos Escenarios, como porcentajes del ingreso por tarifa usuario que cubren los costos y gastos del sistema, se observa que los dos Escenarios presentan una tasa de cubrimiento de los costos vía ingreso por tarifa usuario muy parecidas, siendo el Escenario 2 el que tiene una menor tasa para las sensibilizaciones mostradas. Esta diferencia se acentúa a partir del 10% de aumento en la demanda crítica del metro, debido a que se aumenta la demanda total del sistema, como ya se comentó anteriormente.

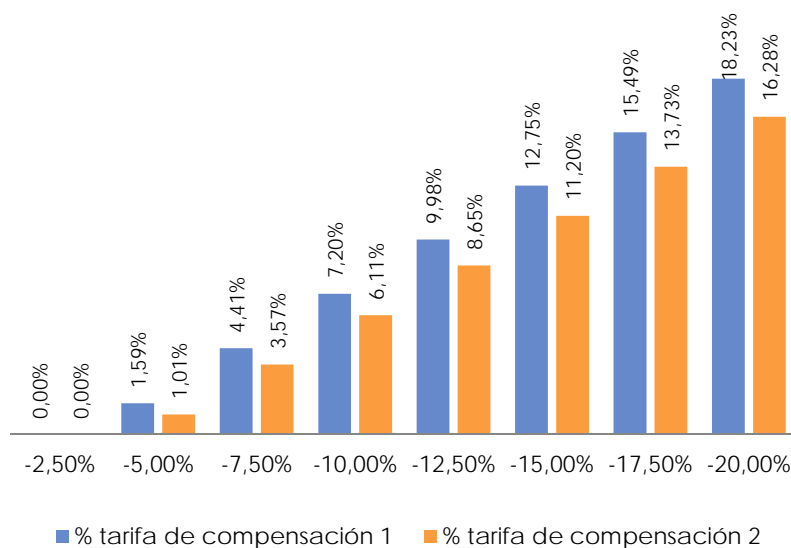
Figura 1-13. Incremento del ingreso por tarifa usuario respecto variaciones positivas de la demanda sensibilidad Escenarios 1 y 2



Fuente: elaboración propia

La comparación de los Escenarios 1 y 2, en el rango de las variaciones negativas (hay que recordar que el valor -2.5% se comporta como positivo), trae como resultado que el Escenario 2 requiere de una compensación mayor en todos los intervalos mostrados, es decir de -5.0% hasta -20.0%. Mientras que el Escenario 1 requiere de un 18.23% de compensación en el eventual caso en que la demanda disminuya en un 20%, el Escenario 2 requiere de un 16.28%.

Figura 1-14. Incrementos en los subsidios/compensaciones (tarifas compensa) en relación a una disminución de la demanda sensibilidad Escenarios 1 y 2



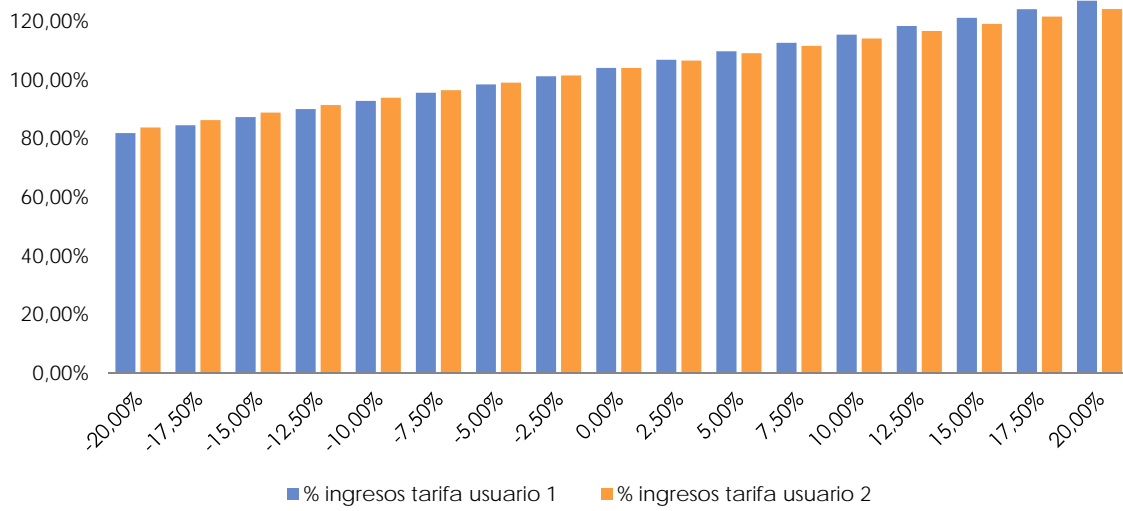
Fuente: elaboración propia

Por último, a continuación se presentan gráficamente los resultados de todas las simulaciones que se llevaron a cabo con el objetivo de mostrar las consecuencias sobre la evaluación tarifaria, al sensibilizar la demanda del modo metro, tanto en el Escenario 1, como en el Escenario 2.

Importante de mencionar resulta el hecho que si las variaciones de la demanda crítica del metro fuesen positivas, y se analizan los porcentajes de ingreso por tarifa usuario, los resultados del Escenario 1 son más favorables que los del Escenario 2.

Sin embargo, caso contrario ocurre si las variaciones de la demanda fuesen negativas, y se analizan los porcentajes de ingreso tarifa usuario. En este caso, el Escenario 2 genera mejores resultados que el Escenario 1. Lo anterior debido a que en el Escenario 2 la demanda total de viajes del SITP se mantiene constante, y no se reduce como sí lo hace efectivamente el Escenario 1 de sensibilización del presente documento.

Figura 1-15. Porcentaje de ingresos tarifa usuario que cubren costos del sistema respecto a la demanda sensibilidad Escenarios 1 y 2





ANEXO 1 – ABORDAJES POR MODO

1.5 Abordajes diarios por modo – Escenario 1 (Variación demanda sólo Metro)

Modo		2018 con PLM	+ 2,5%	+ 5,0%	+ 7,5%	+ 10,0%	+ 12,5%	+ 15,0%	+ 17,5%	+ 20%
Troncal	Pasajeros	3.361.018	3.372.806	3.384.594	3.396.382	3.408.170	3.419.958	3.431.747	3.443.535	3.455.323
	Variación		0,35%	0,70%	1,05%	1,40%	1,75%	2,10%	2,46%	2,81%
Alimentadores	Pasajeros	2.358.835	2.370.393	2.381.951	2.393.509	2.405.066	2.416.624	2.428.182	2.439.740	2.451.298
	Variación		0,49%	0,98%	1,47%	1,96%	2,45%	2,94%	3,43%	3,92%
Buses auxiliares	Pasajeros	3.937.894	3.939.479	3.941.065	3.942.650	3.944.235	3.945.821	3.947.406	3.948.991	3.950.577
	Variación		0,04%	0,08%	0,12%	0,16%	0,20%	0,24%	0,28%	0,32%
Metro	Pasajeros	742.952	761.526	780.099	798.673	817.247	835.821	854.395	872.968	891.542
	Variación		2,50%	5,00%	7,50%	10,00%	12,50%	15,00%	17,50%	20,00%
TOTAL SITP	Pasajeros	10.400.699	10.444.204	10.487.709	10.531.214	10.574.719	10.618.224	10.661.729	10.705.234	10.748.739
	Variación		0,42%	0,84%	1,25%	1,67%	2,09%	2,51%	2,93%	3,35%
Viajes SITP asignados		6.471.814	6.490.909	6.510.004	6.529.099	6.548.194	6.567.289	6.586.384	6.605.479	6.624.574
Promedio de abordajes		1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,62	1,62	1,62	1,62
Variación			0,30%	0,59%	0,89%	1,18%	1,48%	1,77%	2,07%	2,36



Documento complementario de Aspectos
técnicos para el DNP

CargaMax METRO HP		30.935	31.708	32.482	33.255	34.029	34.802	35.575	36.349	37.122
Modo		2018 con PLM	- 2,5%	- 5,0%	- 7,5%	- 10,0%	- 12,5%	- 15,0%	- 17,5%	- 20%
Troncal	Pasajeros	3.361.018	3.349.230	3.337.441	3.325.653	3.313.865	3.302.077	3.290.289	3.278.501	3.266.713
	Variación		-0,35%	-0,70%	-1,05%	-1,40%	-1,75%	-2,10%	-2,46%	-2,81%
Alimentadores	Pasajeros	2.358.835	2.347.278	2.335.720	2.324.162	2.312.604	2.301.047	2.289.489	2.277.931	2.266.373
	Variación		-0,49%	-0,98%	-1,47%	-1,96%	-2,45%	-2,94%	-3,43%	-3,92%
Buses auxiliares	Pasajeros	3.937.894	3.936.309	3.934.723	3.933.138	3.931.553	3.929.967	3.928.382	3.926.797	3.925.211
	Variación		-0,04%	-0,08%	-0,12%	-0,16%	-0,20%	-0,24%	-0,28%	-0,32%
Metro	Pasajeros	742.952	724.378	705.804	687.230	668.657	650.083	631.509	612.935	594.361
	Variación		-2,50%	-5,00%	-7,50%	-10,00%	-12,50%	-15,00%	-17,50%	-20,00%
TOTAL SITP	Pasajeros	10.400.699	10.357.194	10.313.689	10.270.184	10.226.679	10.183.174	10.139.669	10.096.164	10.052.659
	Variación		0,42%	-0,42%	-0,84%	-1,25%	-1,67%	-2,09%	-2,51%	-2,93%
Viajes SITP asignados		6.471.814	6.452.719	6.433.624	6.414.529	6.395.434	6.376.339	6.357.244	6.338.149	6.319.054
Promedio de abordajes		1,61	1,61	1,61	1,60	1,60	1,60	1,60	1,59	1,59
Variación			-0,30%	-0,59%	-0,89%	-1,18%	-1,48%	-1,77%	-2,07%	-2,36%



Documento complementario de Aspectos técnicos para el DNP

Promedio de abordajes	1,61	1,61	1,61	1,61	1,62	1,62	1,62	1,62	1,63
Variación		0,3%	0,6%	0,9%	1,2%	1,5%	1,8%	2,1%	2,4%
CargaMax METRO HP	30.935	31.708	31.708	32.482	33.255	34.029	34.802	35.575	36.349

Modo		2018 con PLM	- 2,5%	- 5,0%	- 7,5%	- 10,0%	- 12,5%	- 15,0%	- 17,5%	- 20%
Troncal	Pasajeros	3.361.018	3.358.896	3.356.774	3.354.652	3.352.530	3.350.408	3.348.286	3.346.164	3.344.042
	Variación		-0,06%	-0,13%	-0,19%	-0,25%	-0,32%	-0,38%	-0,44%	-0,51%
Alimentadores	Pasajeros	2.358.835	2.353.622	2.348.409	2.343.195	2.337.982	2.332.769	2.327.556	2.322.342	2.317.129
	Variación		-0,22%	-0,44%	-0,66%	-0,88%	-1,11%	-1,33%	-1,55%	-1,77%
Buses auxiliares	Pasajeros	3.937.894	3.949.270	3.960.646	3.972.022	3.983.398	3.994.774	4.006.150	4.017.526	4.028.902
	Variación		0,29%	0,58%	0,87%	1,16%	1,44%	1,73%	2,02%	2,31%
Metro	Pasajeros	742.952	724.378	705.804	687.230	668.657	650.083	631.509	612.935	594.361
	Variación		-2,50%	-5,00%	-7,50%	-10,00%	-12,50%	-15,00%	-17,50%	-20,00%
TOTAL SITP	Pasajeros	10.400.699	10.386.166	10.371.633	10.357.100	10.342.567	10.328.034	10.313.501	10.298.968	10.284.435
	Variación		-0,42%	-0,84%	-1,25%	-1,67%	-2,09%	-2,51%	-2,93%	-3,35%

**Documento complementario de Aspectos
técnicos para el DNP**

Viajes SITP asignados	6.471.814	6.471.814	6.471.814	6.471.814	6.471.814	6.471.814	6.471.814	6.471.814	6.471.814
Promedio de abordajes	1,61	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,59	1,59	1,59
Variación		-0,3%	-0,6%	-0,9%	-1,2%	-1,5%	-1,8%	-2,1%	-2,4%
CargaMax METRO HP	30.935	30.162	29.388	28.615	27.842	27.068	26.295	25.521	24.748



NOTA TÉCNICA
**Documento complementario de Aspectos
 técnicos para el DNP**

MB-GC-NT-003
 Rev.1. Pág. 39 de 44

Troncales + 1 Alim + 1 Bus	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753	72.753
Troncales + 1 Alim + Intermun	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152	27.152
Troncales + Tren + 1 Alim	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Buses	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516	516
2 Bus + Intermun	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562	2.562
1 Bus + 2 Alim	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794	1.794
2 Bus + 1 Alim	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123	3.123
Metro + 1 Bus + 1 Alim	15.090	15.467	15.845	16.222	16.599	16.976	17.354	17.731	18.108	14.713	14.336	13.958	13.581	13.204	12.827	12.449	12.072
Troncales + 2 Bus	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2 Bus + Tren	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metro + 2 Bus	352	361	370	379	387	396	405	414	423	343	335	326	317	308	299	290	282
3 Y + TRANSBORDOS	2,50%	5,00%	7,50%	10,00%	12,50%	15,00%	17,50%	20,00%	-2,50%	-5,00%	-7,50%	-10,00%	-12,50%	-15,00%	-17,50%	-20,00%	
Metro + 3 Alim	1.127	1.155	1.184	1.212	1.240	1.268	1.296	1.325	1.353	1.099	1.071	1.043	1.015	986	958	930	902
Metro + Troncales + 2 Alim	34.621	35.487	36.352	37.218	38.084	38.949	39.815	40.680	41.546	33.756	32.890	32.025	31.159	30.294	29.428	28.563	27.697



NOTA TÉCNICA
**Documento complementario de Aspectos
 técnicos para el DNP**

MB-GC-NT-003
 Rev.1. Pág. 40 de 44

Metro + Troncales + 1 Alim + 1 Bus	2.875	2.947	3.019	3.091	3.163	3.235	3.307	3.379	3.450	2.804	2.732	2.660	2.588	2.516	2.444	2.372	2.300
Metro + Troncales + Tren + 1 Alim	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metro + Troncales + Tren + 2 Alim	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metro + Tren + 2 Alim	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Troncales + 3 Alim	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404	1.404
Troncales + 2 Alim + 1 Bus	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324	3.324
Troncales + 2 Bus + 1 Alim	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
	6.471.814	6.490.909	6.510.004	6.529.099	6.548.194	6.567.289	6.586.384	6.605.479	6.624.574	6.452.719	6.433.624	6.414.529	6.395.434	6.376.339	6.357.244	6.338.149	6.319.054



NOTA TÉCNICA
**Documento complementario de Aspectos
 técnicos para el DNP**

MB-GC-NT-003
 Rev.1. Pág. 43 de 44

Troncales + 2 Alim	258.988	258.122	257.255	256.389	255.522	254.656	253.790	252.923	252.057	259.854	260.721	261.587	262.453	263.320	264.186	265.053	265.919
Troncales + 1 Alim + 1 Bus	72.753	72.510	72.267	72.023	71.780	71.537	71.293	71.050	70.806	72.997	73.240	73.484	73.727	73.970	74.214	74.457	74.700
Troncales + 1 Alim + Intermun	27.152	27.061	26.970	26.879	26.788	26.698	26.607	26.516	26.425	27.243	27.333	27.424	27.515	27.606	27.697	27.788	27.878
Troncales + Tren + 1 Alim	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Buses	516	515	513	511	509	508	506	504	502	518	520	521	523	525	527	528	530
2 Bus + Intermun	2.562	2.554	2.545	2.537	2.528	2.520	2.511	2.502	2.494	2.571	2.580	2.588	2.597	2.605	2.614	2.623	2.631
1 Bus + 2 Alim	1.794	1.788	1.782	1.776	1.770	1.764	1.758	1.752	1.746	1.800	1.806	1.812	1.818	1.824	1.830	1.836	1.842
2 Bus + 1 Alim	3.123	3.113	3.102	3.092	3.082	3.071	3.061	3.050	3.040	3.134	3.144	3.155	3.165	3.176	3.186	3.197	3.207
Metro + 1 Bus + 1 Alim	15.090	15.467	15.845	16.222	16.599	16.976	17.354	17.731	18.108	14.713	14.336	13.958	13.581	13.204	12.827	12.449	12.072
Troncales + 2 Bus	250	249	249	248	247	246	245	244	244	251	252	253	254	254	255	256	257
2 Bus + Tren	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metro + 2 Bus	352	361	370	379	387	396	405	414	423	343	335	326	317	308	299	290	282
3 Y + TRANSBORDOS		2,50%	5,00%	7,50%	10,00%	12,50%	15,00%	17,50%	20,00%	-2,50%	-5,00%	-7,50%	-10,00%	-12,50%	-15,00%	-17,50%	-20,00%
Metro + 3 Alim	1.127	1.155	1.184	1.212	1.240	1.268	1.296	1.325	1.353	1.099	1.071	1.043	1.015	986	958	930	902

