



Alamys

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



Metro
de Bogotá

**METRO DE
BOGOTÁ S.A.**





Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



Bogotá D.C.

Superficie Urbana: 390 Km²

Población: 8.081 millones de habitantes

MOVILIDAD:

Viajes diarios motorizados:

- BRT – TransMilenio: 2.560.569
- Privado automóvil: 1.756.003
- Privado Motocicleta: 806.930
- Taxi: 728.503

TRANSMILENIO

- Troncales: 110 Km
- Buses: 1.392
- Estaciones: 155

VEHÍCULOS PARTICULARES: ... 1.508.523

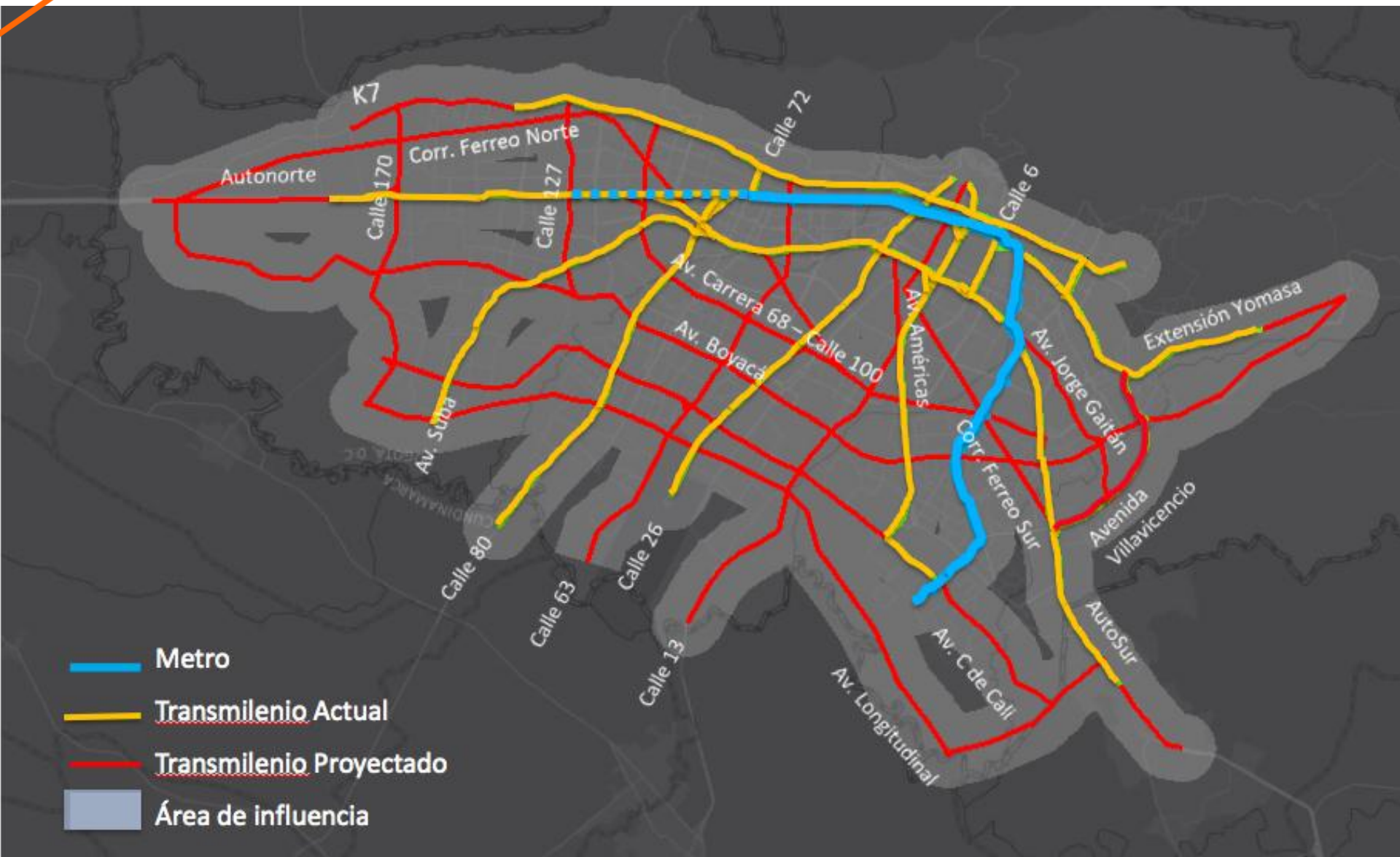
TAXIS: 52.437

MOTOS: 466.046



ESTRUCTURACION OBJETIVO No 1.

1. Identificar el Mejor Trazado y Alineamiento Vertical



ALTERNATIVA SELECCIONADA:

En el año 2022...

...más del 80% de los ciudadanos
vivirán a menos de 1 kilómetro de
una línea de transporte masivo

Alternativas de Trazado

EVALUADAS:

1 CORREDOR DE TRANSPORTE
= **8** ALTERNATIVAS DE TRAZADO
HORIZONTAL Y VERTICAL

A,B,C,D todo
elevado

A. Elevado
hasta Carrera
50

D. Todo
elevado

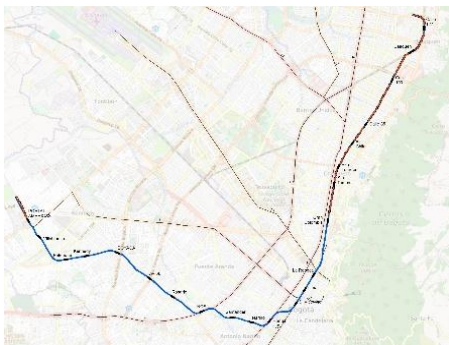
Base. Todo
Subterráneo

C. Elevado
hasta Calle 63

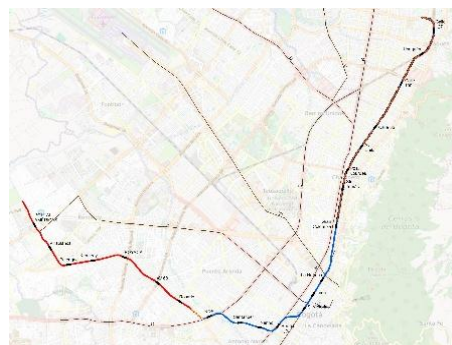
B. Elevado
hasta Calle 26



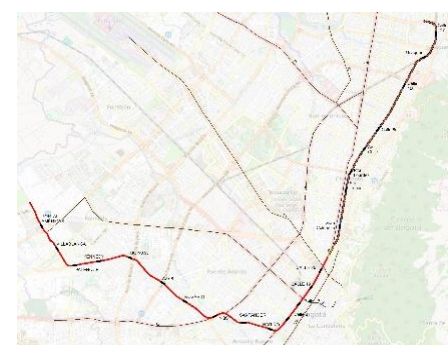
Alternativas Evaluadas y Comparadas



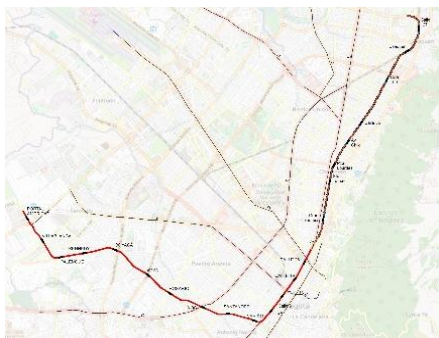
Alternativa base modificada – 100% túnel



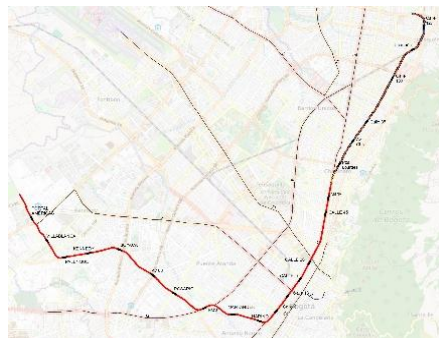
Alternativa A.1 – 68% túnel, 32% viaducto



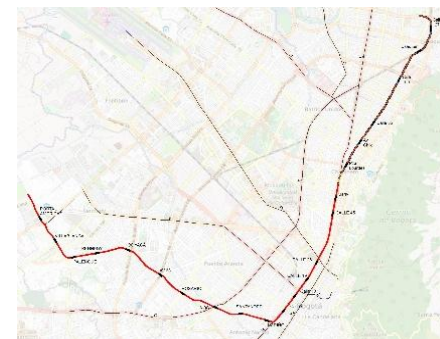
Alternativa B.1 – 41% túnel, 59% viaducto



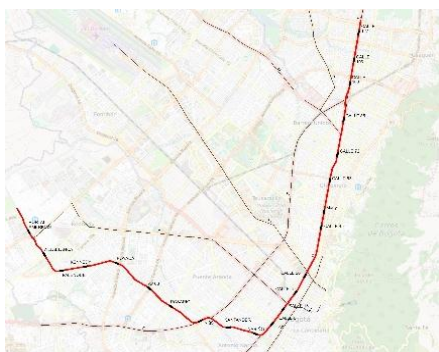
Alternativa B.2 – 41% túnel, 59% viaducto



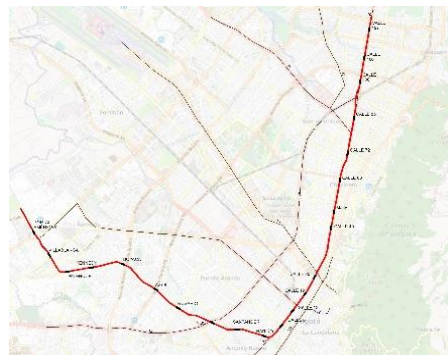
Alternativa C.1 – 31% túnel, 69% viaducto



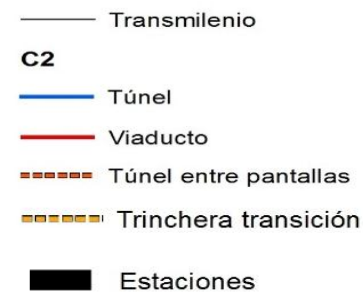
Alternativa C.2 – 31% túnel, 69% viaducto



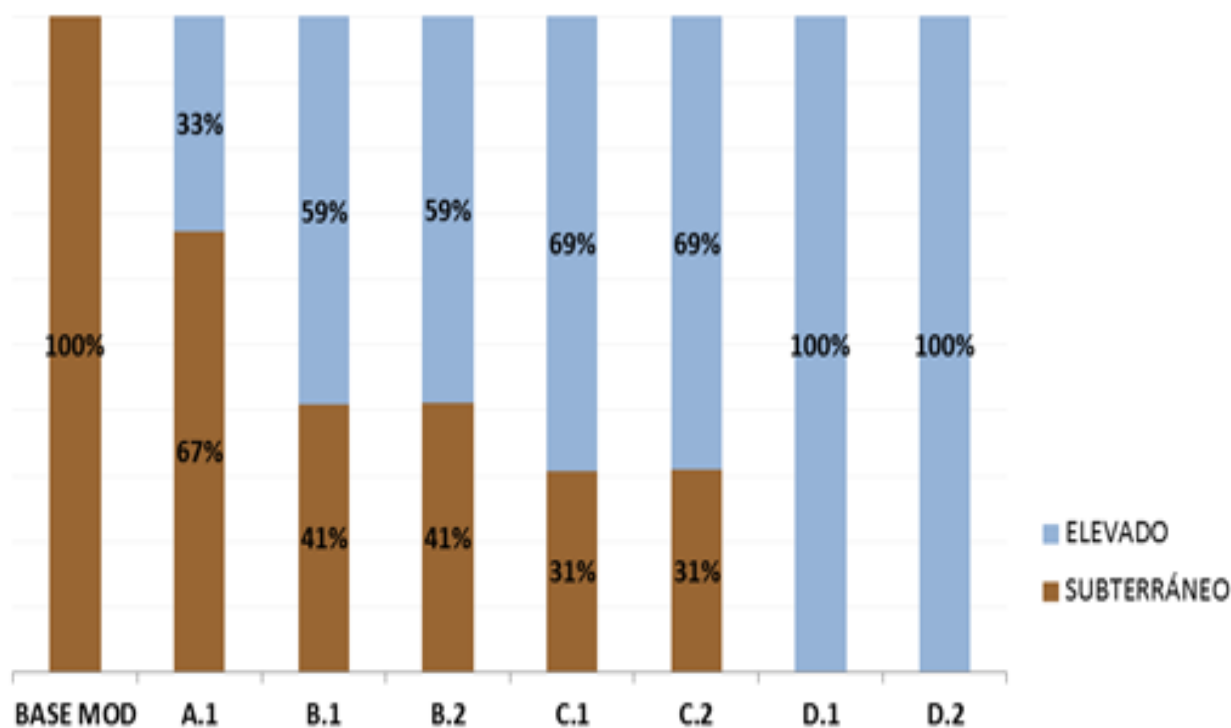
Alternativa D.1 – 100% viaducto



Alternativa D.2 – 100% viaducto



Alternativas Evaluadas y Comparadas



Longitud (Km)	27,1	27,1	26,8	26,7	26,8	26,7	25,8	25,7
No. Estaciones	22	22	22	22	22	22	22	22

MATRIZ MULTICRITERIO

Indicadores Seleccionados y Ponderados (parte 1)

Componente Impacto Ambiental					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PESOS	
Fuentes hídricas	Cruces con cuerpos de agua	Cuantitativo	UN	21%	10,00%
Suelo	Generación de escombros durante la obra	Cuantitativo	M3	20%	
Paisajismo	Afectación arbórea	Cuantitativo	UN	20%	
Ruido y vibraciones	Generación de ruido por la operación del sistema	Cuantitativo	dB	18%	
	Generación de vibraciones por la operación del sistema	Cualitativo	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)	21%	

Componente Proceso Constructivo					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PESOS	
Rendimiento	Tiempo total de construcción	Cuantitativo	Meses	22%	14,00%
Daño emergente y lucro cesante	Perturbación a vecinos comerciales	Cuantitativo	No. predios comerciales/rendimiento	11%	
Perturbaciones al tráfico	En el tráfico vehicular	Cuantitativo	MI de vías cerradas/rendimiento	13%	
	En la operación del BRT	Cuantitativo	MI de troncales afectadas/rendimiento	15%	
Ruido y vibraciones	Generación de ruido por la construcción del sistema	Cuantitativo	dB/rendimiento	12%	
	Generación de vibraciones por la construcción del sistema	Cualitativo	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)	12%	
Redes de servicio público	Interferencias con redes principales	Cuantitativo	MI de redes	16%	

Componente Urbano-Paisajístico					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Renovación urbana	Potencial de generación de Espacio Público	Cuantitativo	M2 de espacio público	18%	12,00%
	Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios	Cuantitativo	M2 de edificios	18%	
	Potencial de recuperación de zonas deprimidas	Cuantitativo	M2	16%	
Impacto urbano	Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	Cuantitativo	M2 impactados	16%	
	Proximidad con fachadas (abajo 10m)	Cuantitativo	MI de fachadas	16%	
	Impacto visual	Cualitativo	-	17%	

MATRIZ MULTICRITERIO

Indicadores Seleccionados y Ponderados (parte 2)

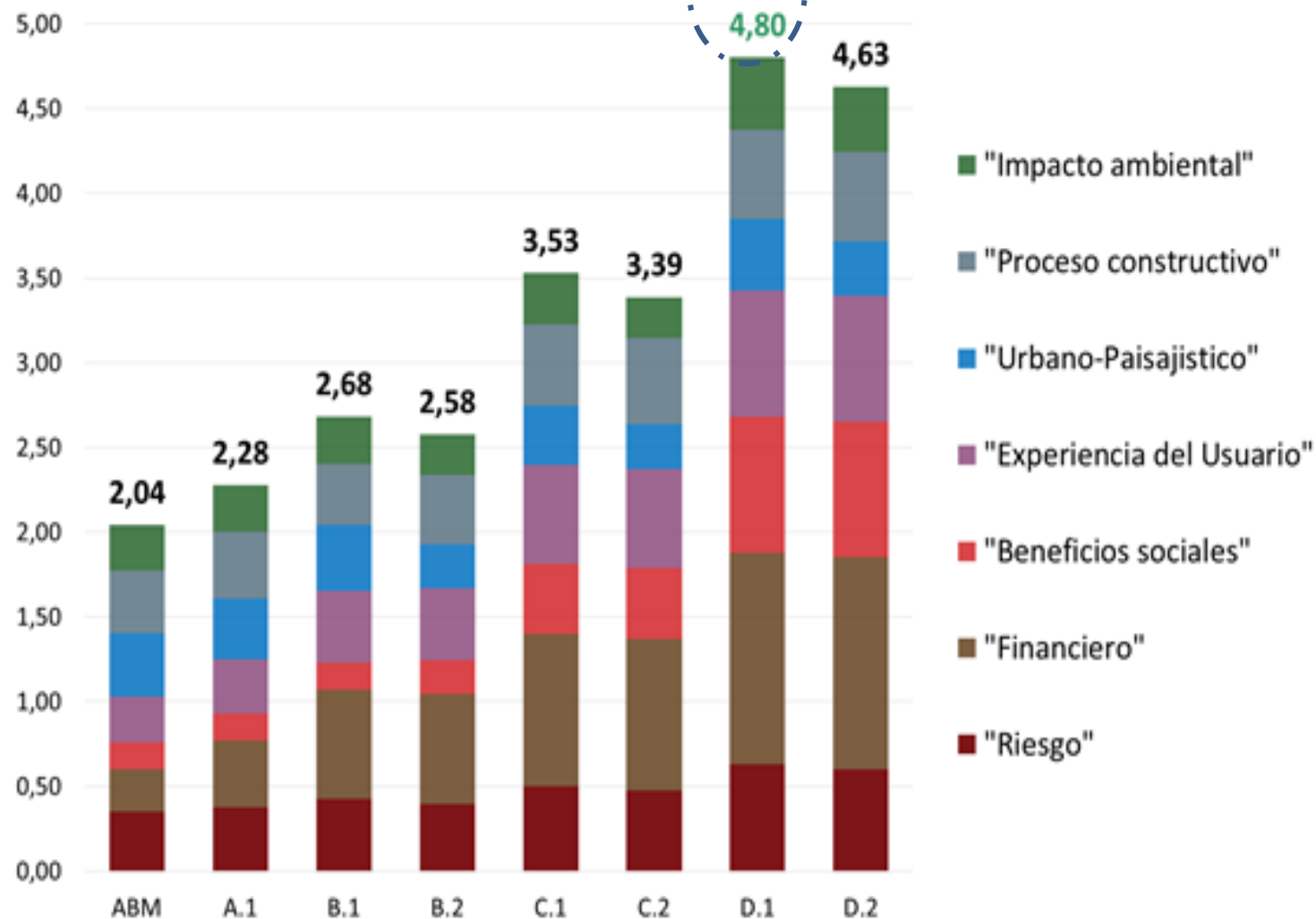
Componente Experiencia del Usuario					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Percepción en el uso del sistema de transporte	Apropiación de la ciudad	Cualitativo	-	34%	8%
	Percepción de seguridad	Cualitativo	-	35%	
	Salubridad e higiene	Cuantitativo	MI de tunel, trinchera, viaducto	31%	

Componente Beneficios Sociales					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Mejoras de transporte	Pasajeros transportados (HP)	Cuantitativo	Embarques	42%	16%
	Ahorros en tiempo	Cuantitativo	Horas.pasajeros	32%	
Integración BRT	Tiempo promedio de transferencia	Cuantitativo	mn	26%	

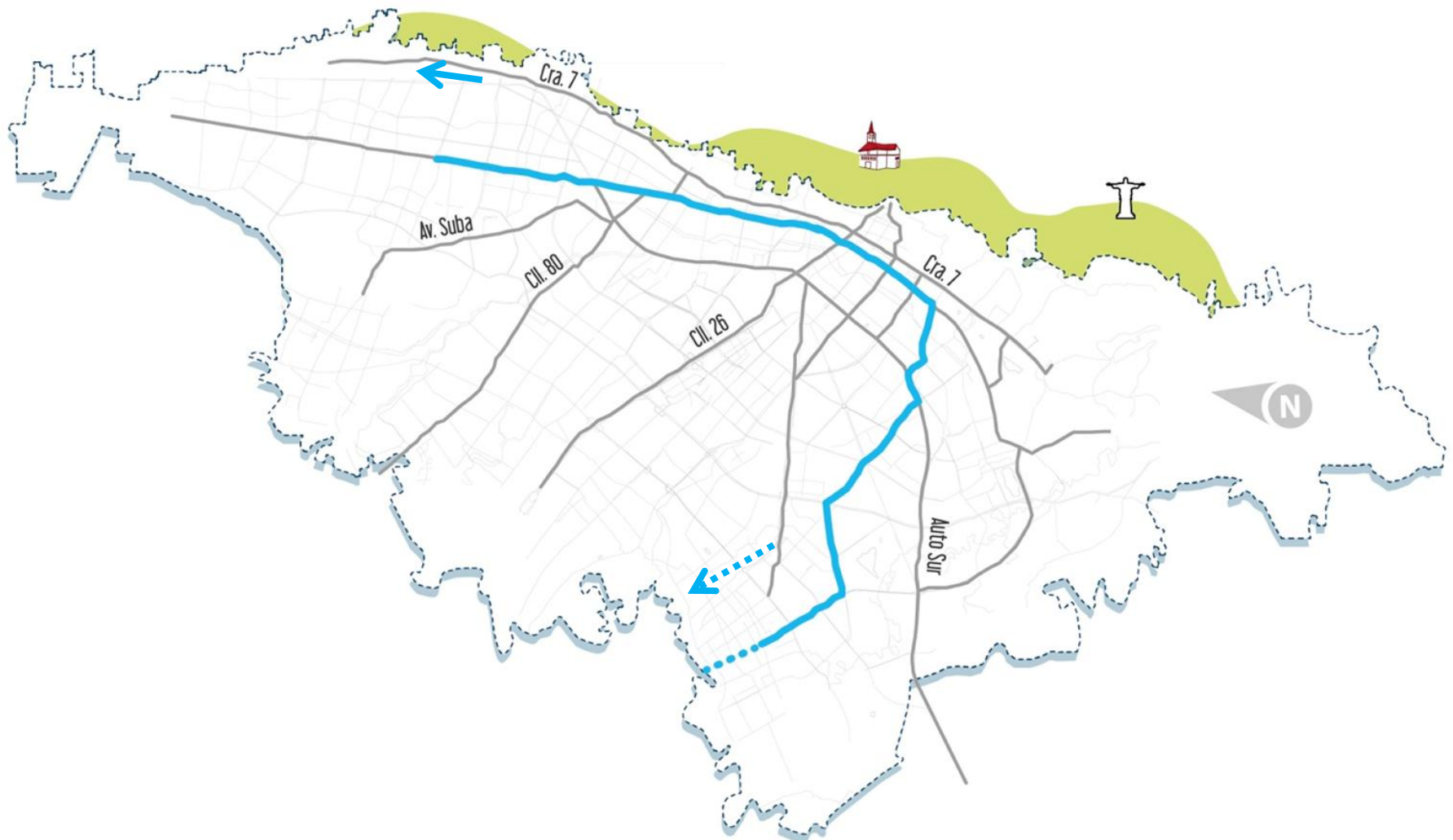
Componente Financiero					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Costos inversión y explotación	Costos de inversión sistema metro por km (con predios)	Cuantitativo	\$COP/km	59%	25%
	Costos de operación y mantenimiento	Cuantitativo	\$COP/tren.kilómetro	41%	

Componente Riesgos					
CRITERIO	INDICADOR	MEDIDA	UNIDAD	PROMEDIO	
Riesgo geotécnico	Subsidencia y derrumbes	Cuantitativo	MI	17%	15%
Riesgo sísmico	Riesgo sísmico para las estructuras	Cuantitativo	MI	16%	
Riesgo sobre el cronograma	Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción	Cuantitativo	MI/día	25%	
Riesgo de gestión predial	Riesgo sobre la gestión predial	Cuantitativo	UN predios	18%	
Riesgo financiero	Incertidumbre sobre el costo del proyecto	Cualitativo	-	25%	

Resultados Matriz de Evaluación Multicriterio



Mejor Alternativa: D1 (100% Viaducto)



OBJETIVO No 2.

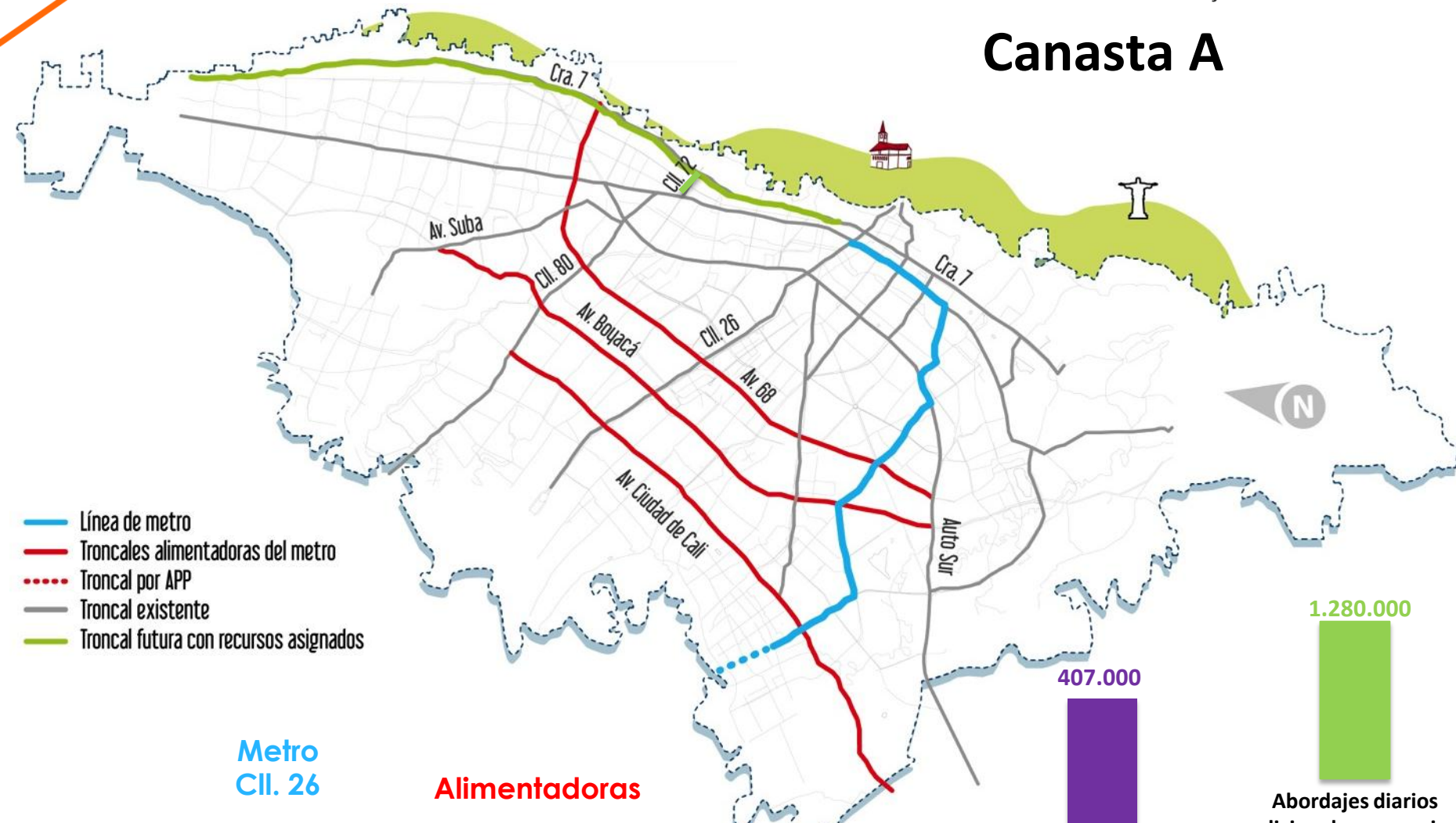
Definir Mejor Uso del Presupuesto Disponible

ESTRUCTURACION:

PROCESO DE OPTIMIZACION PLMB

- Hasta este punto del estudio, la comparación fue a largo plazo, sin considerar el presupuesto existente.
- El siguiente objetivo fue identificar la mejor canasta de inversión a partir del presupuesto disponible: 13,9 billones desembolsables entre el 2018 y el 2022 (US4.6 Bn)
- Cual es la mejor canasta? La que ofrece los mayores beneficios para la ciudad (Función Objetivo)
 - Mas ahorros de tiempo para usuarios y no usuarios
 - Mayor cantidad de viajes en transporte público
 - Calidad de esos viajes (confort en el abordaje, en el viaje y en las transferencias de modo).

Canasta A



Metro
Cll. 26

Alimentadoras

Longitud (Km)

14

53

Costo
(Millones COP)

\$7.876.000

\$5.231.000

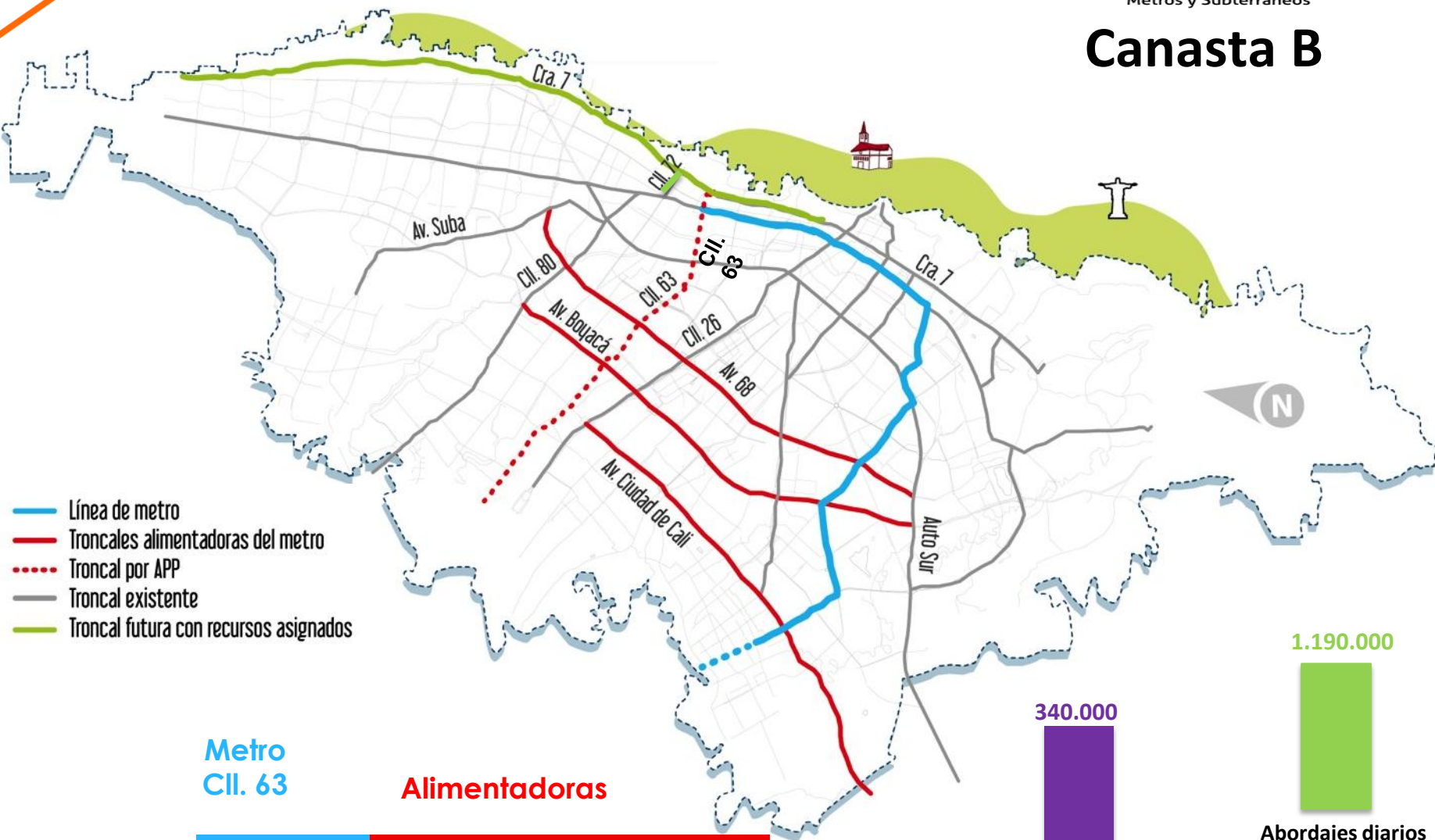
407.000

Ahorro de tiempo al día
en transporte público
(horas)

1.280.000

Abordajes diarios
adicionales en masivo
(base: 3,520,000)

Canasta B



- Línea de metro
- Troncales alimentadoras del metro
- ... Troncal por APP
- Troncal existente
- Troncal futura con recursos asignados

Metro
Cll. 63

Alimentadoras

Longitud (Km)

18

42

Costo
(Millones COP)

\$9.214.000

\$4.182. 000

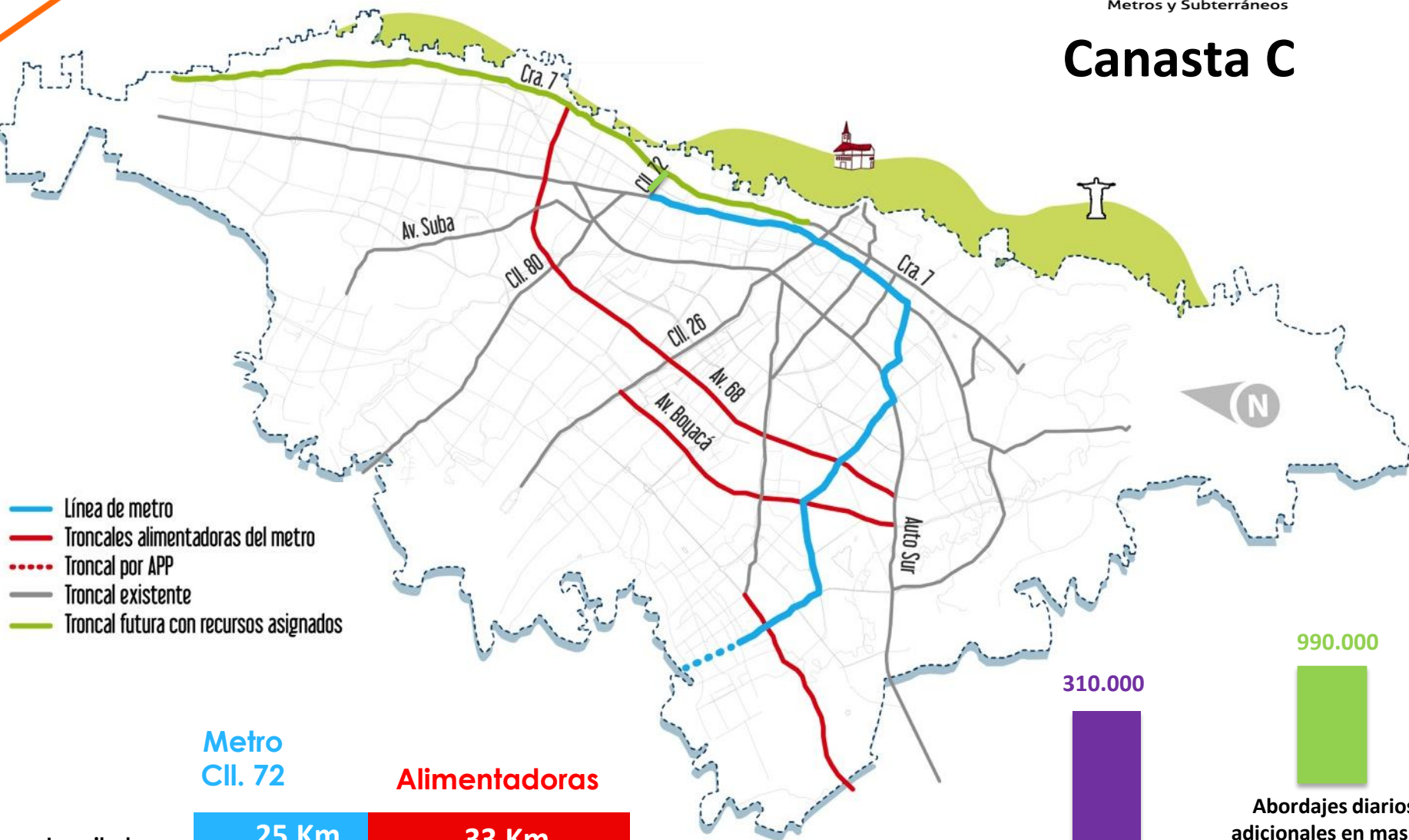
340.000

Ahorro de tiempo al día
en transporte público
(horas)

1.190.000

Abordajes diarios
adicionales en masivo
(base: 3,520,000)

Canasta C



Metro
CIL 72

Alimentadoras

Longitud

25 Km

33 Km

Costo
(Millones COP)

\$9.885.000

\$3.244.000

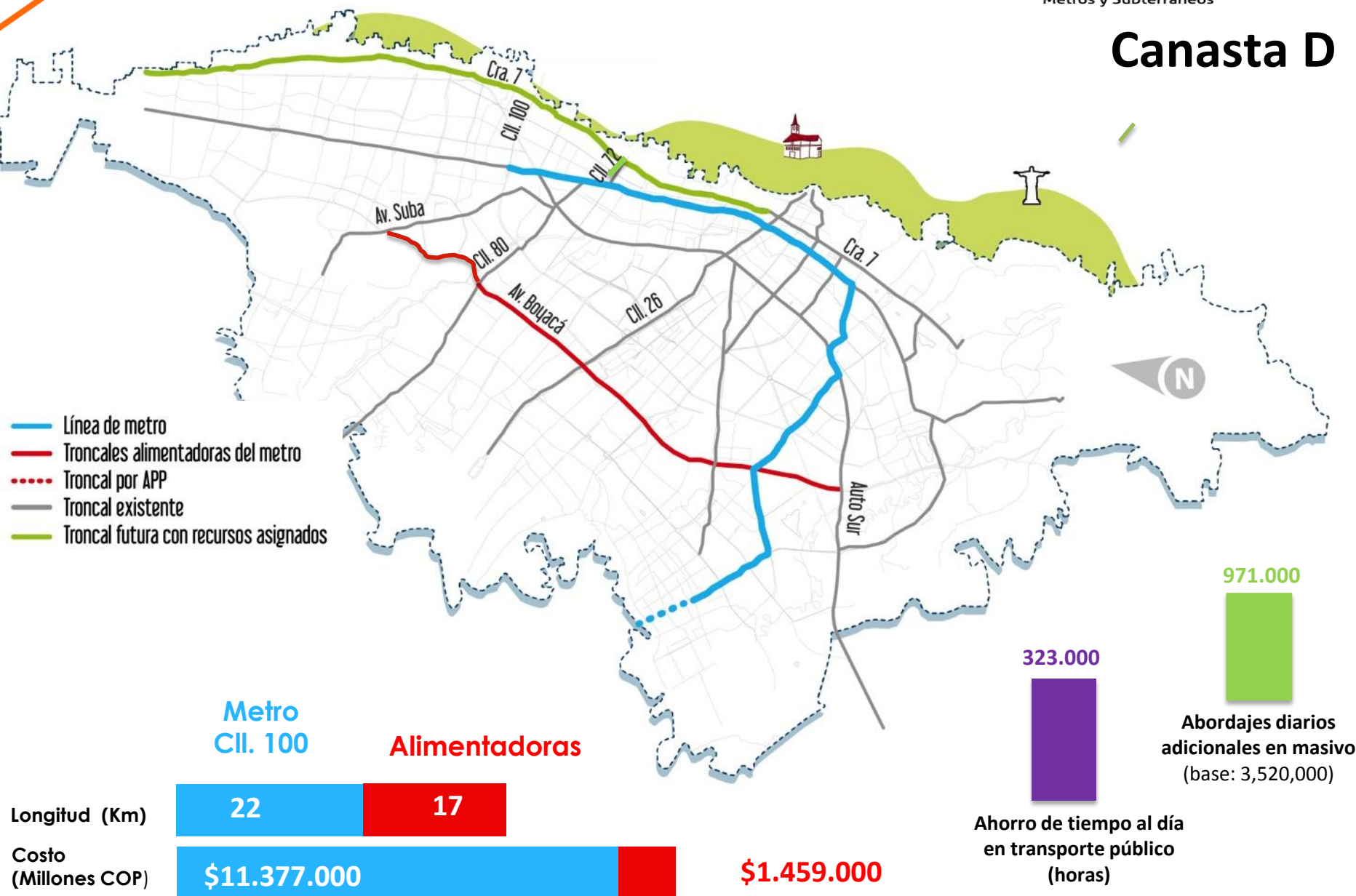
310.000

Ahorro de tiempo al día
en transporte público
(horas)

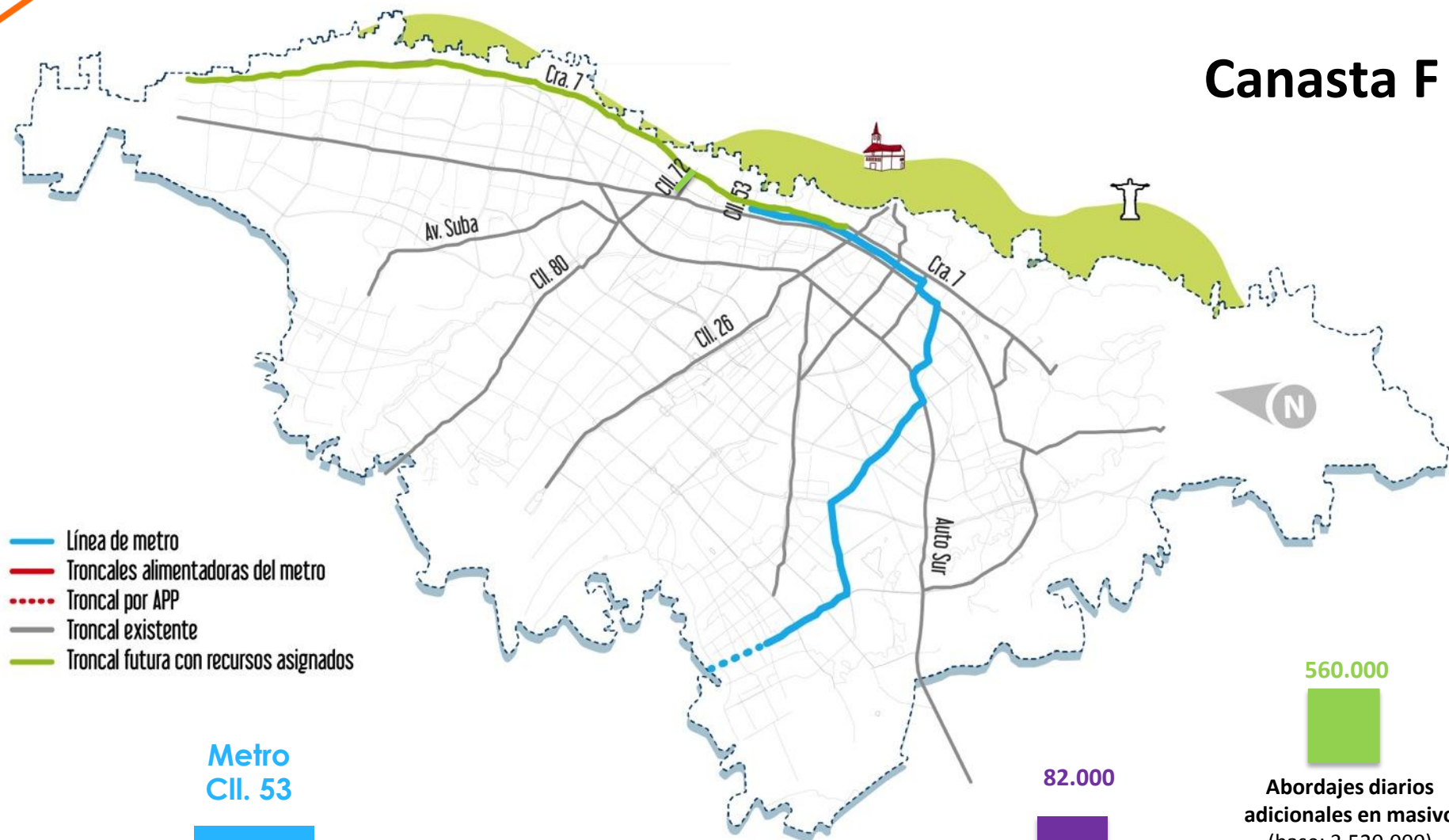
990.000

Abordajes diarios
adicionales en masivo
(base: 3,520,000)

Canasta D



Canasta F



- Línea de metro
- Troncales alimentadoras del metro
- ... Troncal por APP
- Troncal existente
- Troncal futura con recursos asignados

Metro Cili. 53

Longitud (Km)

17

Costo
(Millones COP)

\$13.305.000

82.000

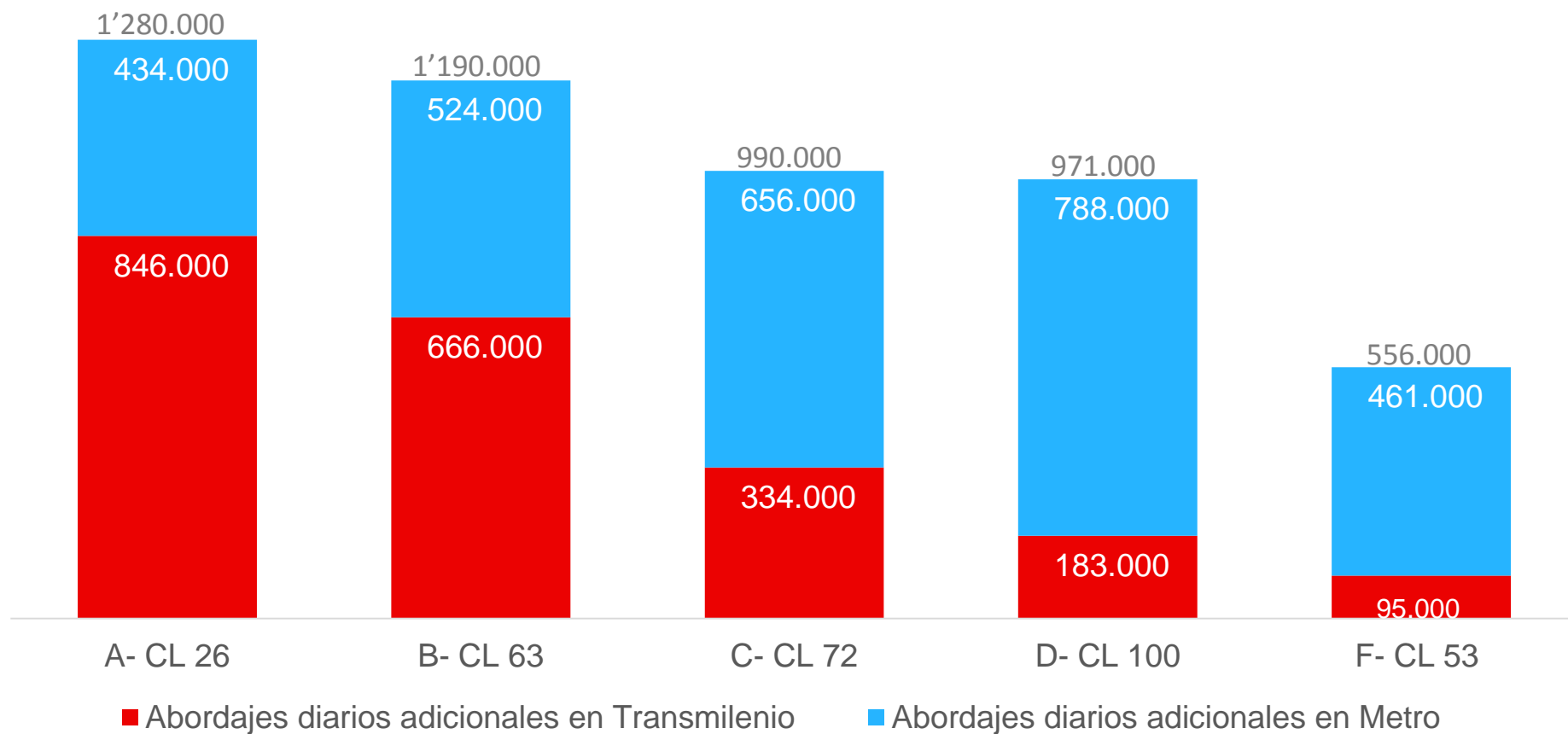
Ahorro de tiempo al día
en transporte público
(horas)

560.000

Abordajes diarios
adicionales en masivo
(base: 3,520,000)

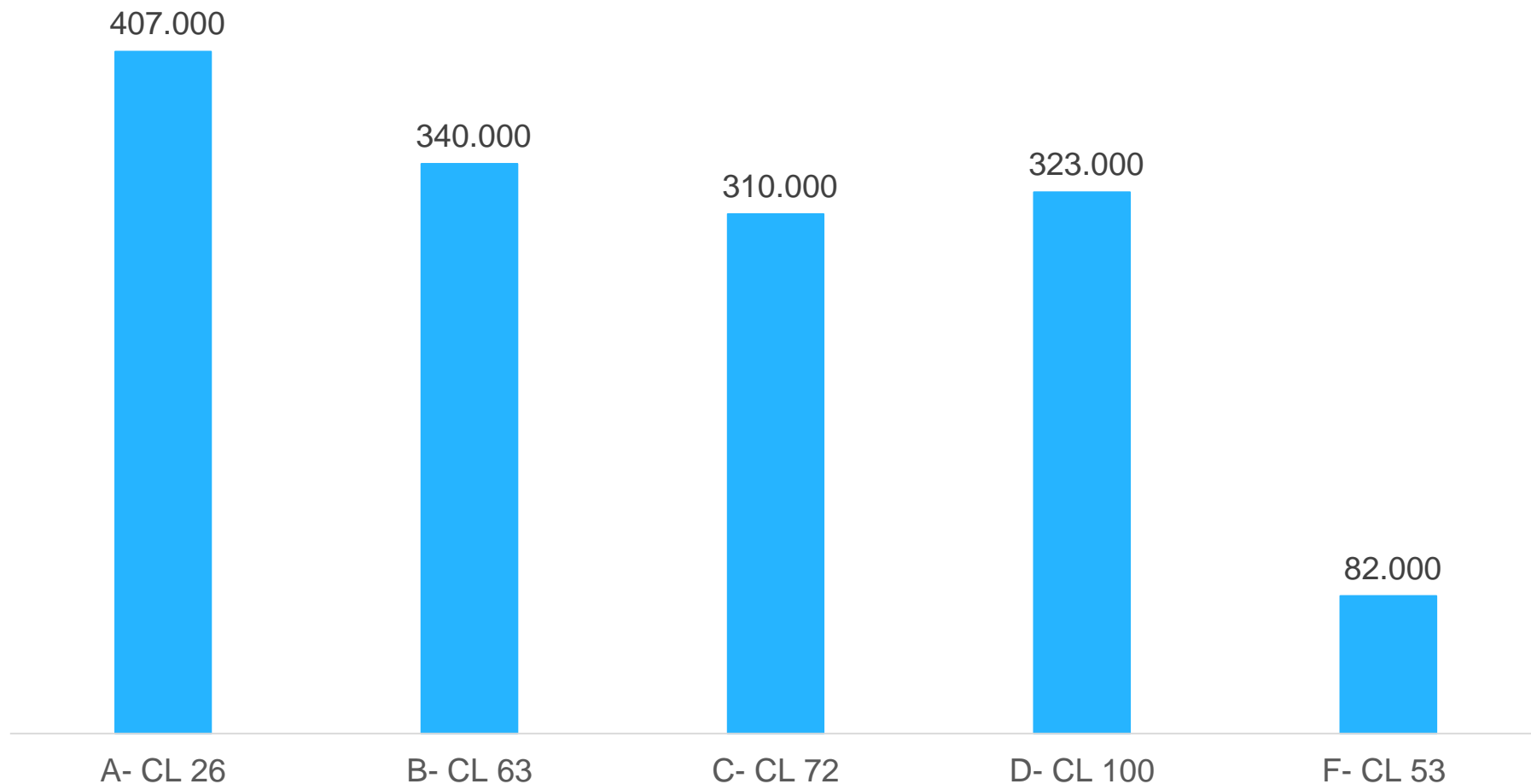
Resumen Resultados año 2030

Abordajes diarios adicionales en transporte masivo por metro y troncales alimentadoras



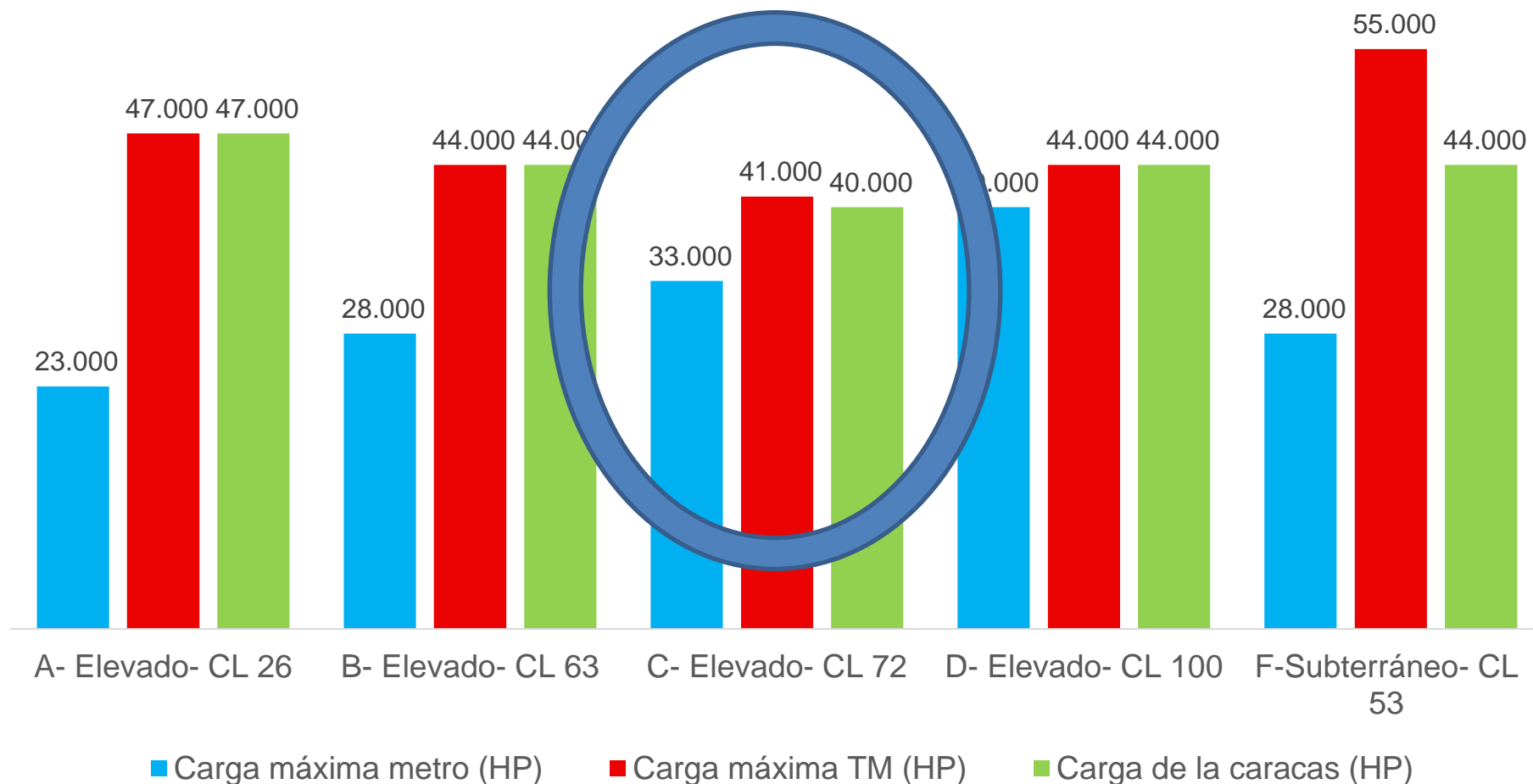
Resumen Resultados año 2030

Ahorros de tiempo de viaje al día en transporte público (horas)

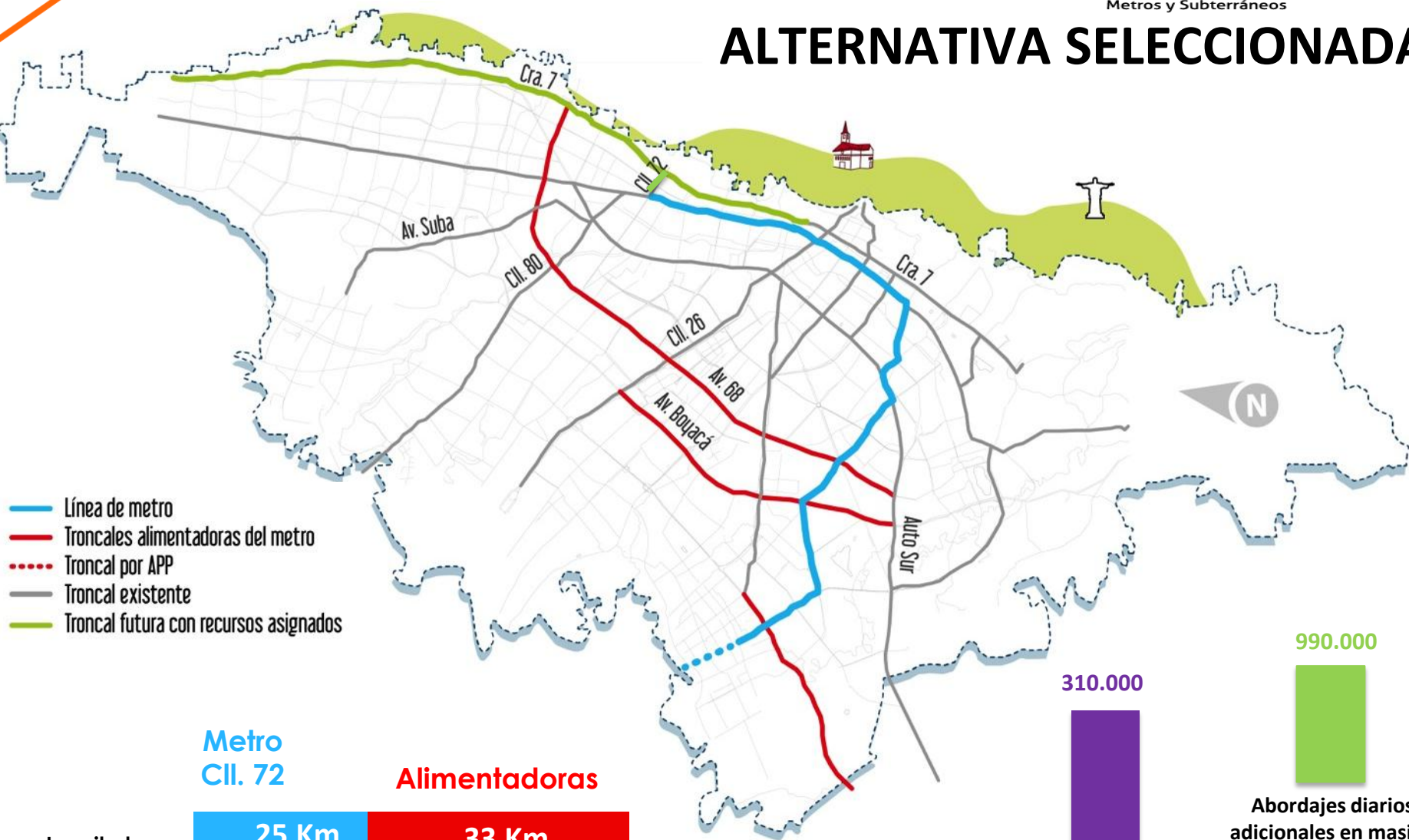


INDICADOR PROXI DE LA CALIDAD DEL SERVICIO

Cargas máximas de pasajeros en la hora pico
en las principales líneas del Sistema. Proyección al 2030



ALTERNATIVA SELECCIONADA:



- Línea de metro
- Troncales alimentadoras del metro
- ... Troncal por APP
- Troncal existente
- Troncal futura con recursos asignados

Metro
Cil. 72

Alimentadoras

Longitud

25 Km

33 Km

Costo
(Millones COP)

\$9.885.000

\$3.244.000

310.000

Ahorro de tiempo al día
en transporte público
(horas)

990.000

Abordajes diarios
adicionales en masivo
(base: 3,520,000)



25 KM
15 ESTACIONES

CALLE 72

CALLE 63

CALLE 45

CALLE 26

CALLE 10

CALLE 1

NARIÑO

NQS

CARRERA 50

CARRERA 68

AVENIDA BOYACÁ

KENNEDY

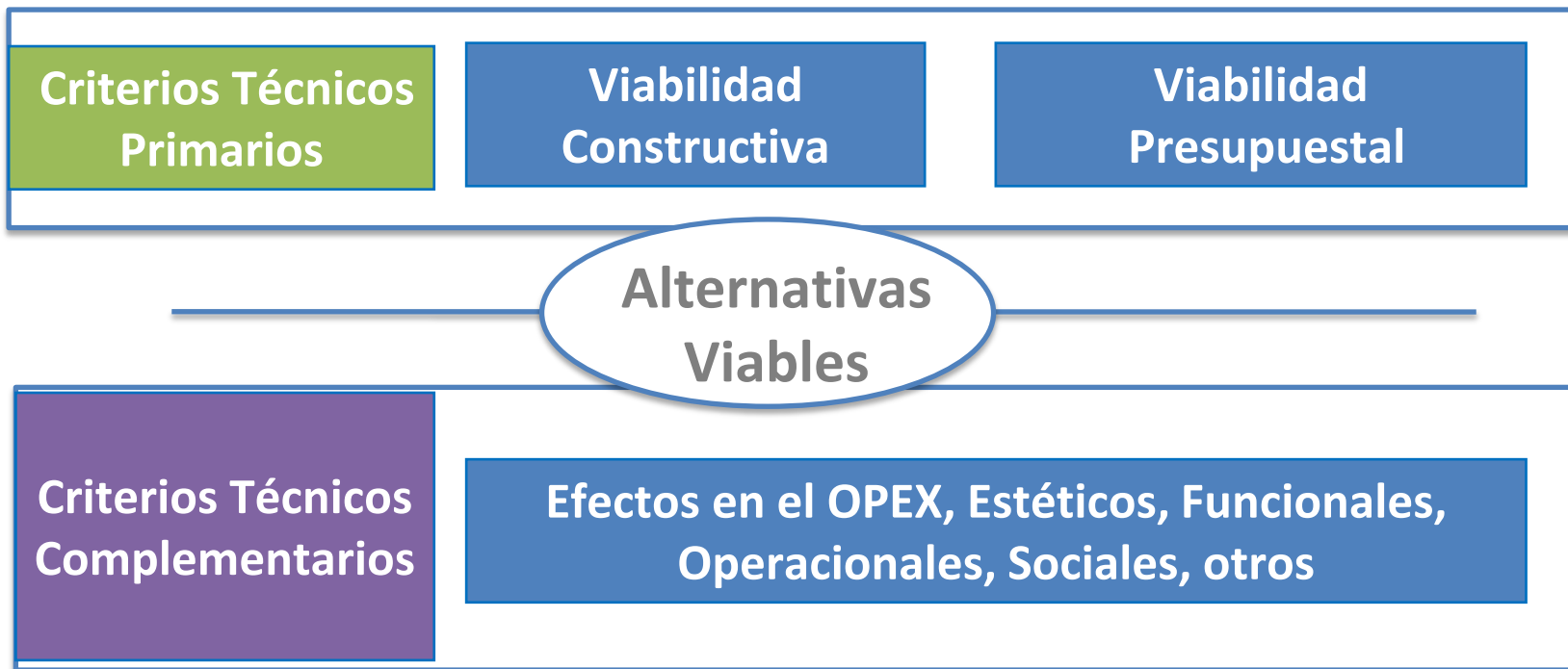
CALLE 42 SUR

CARRERA 80

PORTAL AMÉRICAS

Adopción de Criterios para el Diseño del Metro

PROCESO DE ADOPCIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL METRO



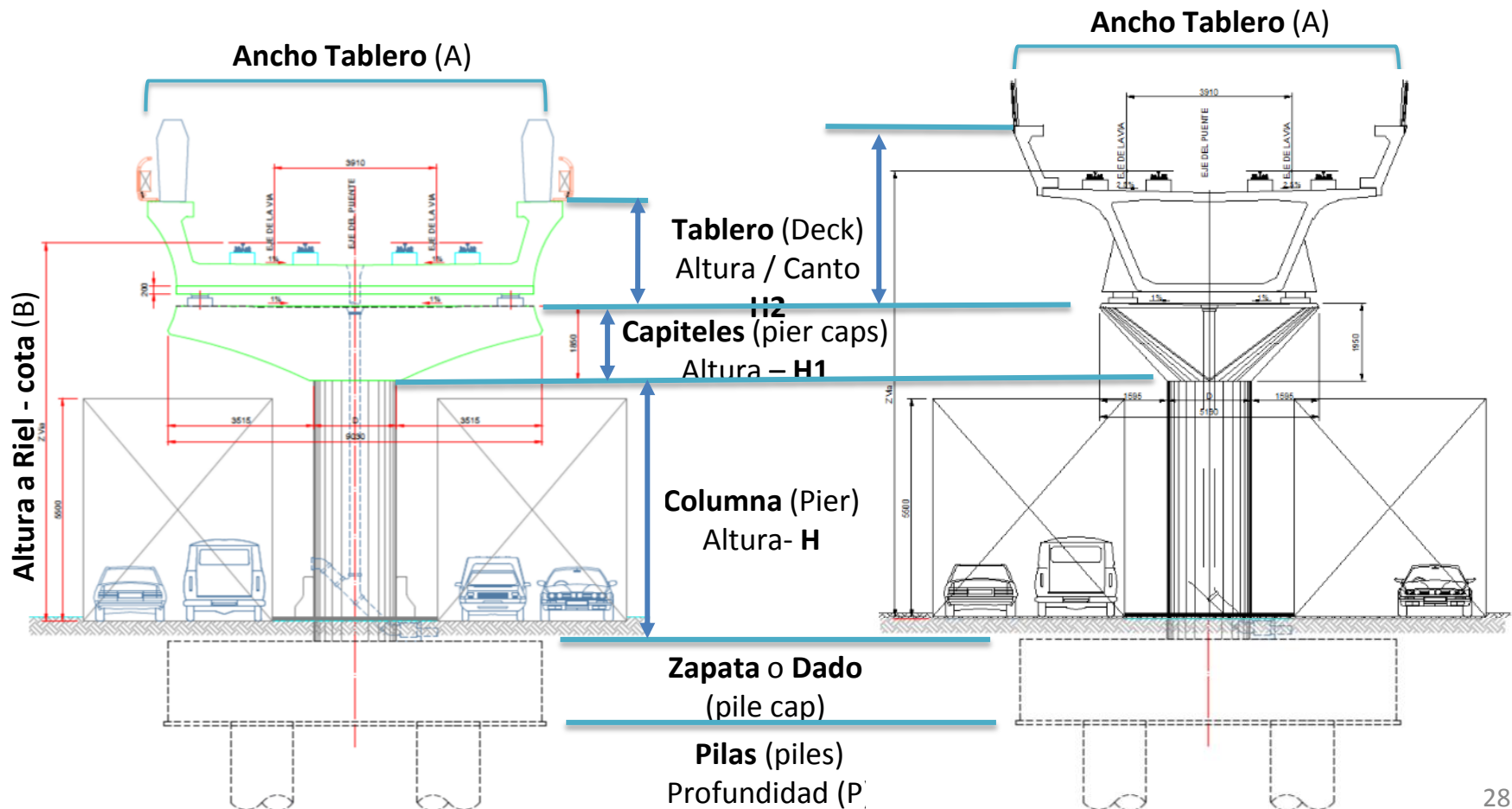
1. El Gerente presenta a la Junta alternativas de diseño, previo conceptos técnicos de las mismos y su revisión sobre la viabilidad presupuestal.
2. También presenta criterios complementarios para guiar la toma de decisiones, considerando al proyecto como un elemento integral de la ciudad.
3. A la Junta le corresponde analizar y definir los criterios técnicos complementarios que deben guiar las decisiones de diseño.
4. Los criterios complementarios que define la junta no son taxativos, y durante el proceso de diseño pueden reconsiderarse a la luz de nueva información o necesidades del proyecto



Criterios para definir la Tipología de las Columnas (Pilas o Pilares)

Tipología de Columna: Definciones

La columna se entiende como el elemento vertical que soporta el tablero del viaducto.

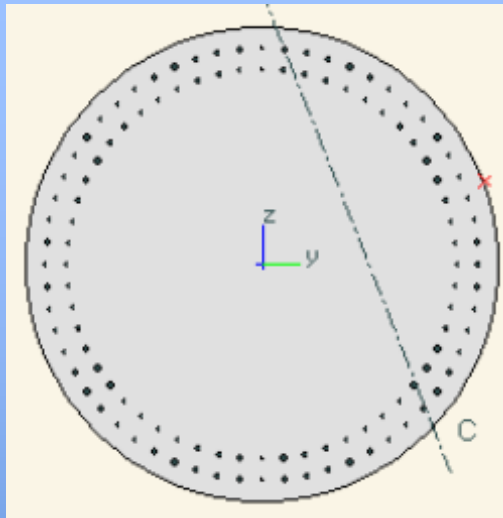


Alternativas y Criterios Relevantes - Sección Columna

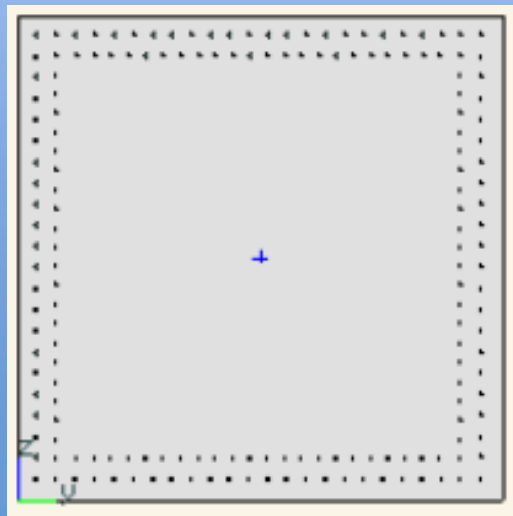
Tipología de Columna

Sección y Reforzamiento Típico

Redonda



Cuadrada



Tipología de Columna - Sección

Criterios Técnicos de Systra:

- **Systra** analizó en su Diseño Conceptual, secciones cuadradas y redondas
- **Concluyó que las dos tipologías tienen similar costo y facilidad constructiva (a diferencia de las que varían de sección con la altura del elemento).**
- Anota también que la geometría cuadrada es mas eficiente para atender fuerzas laterales, lo cual le permite tener una menor sección lateral (ancho) que el diámetro equivalente de la circular. Las diferencias dependen de la altura.
- Comparación de dimensiones entre las dos tipologías aplicadas al tramo de la Avenida Caracas:

Zona de Análisis	Altura Pila (m)	Tipo de sección	Dimensiones (m)	Relación ancho	Área (m2)	Relación Área
Tramo Avenida Caracas	7.85	Redonda	2,2 Diámetro	110%	3.80	95%
		Cuadrada	2X2 Lado	100%	4.00	100%
	12.5	Redonda	2,7 Diámetro	113%	5.72	99%
		Cuadrada	2,4x2,4 Lado	100%	5.76	100%

Tipología de Columna - Sección

Criterios Arquitectónicos y Paisajísticos:

Las columnas del viaducto serán parte integrante del espacio público y de las estaciones donde se combina Metro con Transmilenio. **Esto implica tener en cuenta criterios tales como:**

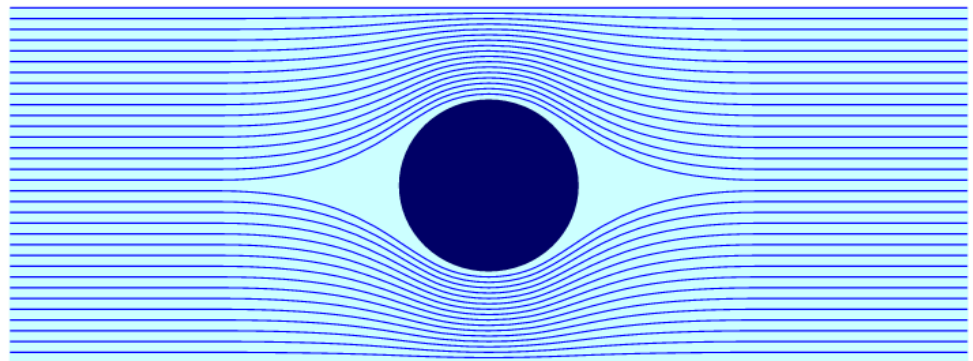
- Relación con el ciclista y el peatón que circula junto a ella
- Su impacto en la seguridad y en la sensación de seguridad: Es mejor la geometría que genera menos posibilidades de ocultamiento de personas
- Vandalismo: Las superficies planas son más vulnerables al pegado de avisos
- Estética e impacto urbano : La superficie redonda ofrece más transparencia al conductor y al observador en diagonal (hipotenusa mayor que diámetro)
- Desgaste: Por tener vértices, la columna de sección cuadrada presenta mayor desgaste en el tiempo

Tipología de Columna - Sección

Criterios Operacionales en las Estaciones:

En las estaciones combinadas de Metro y Transmilenio, grandes volúmenes de usuarios transitarán junto a las columnas, por lo cual es importante considerar:

- La sección cuadrada tiene menor ancho y genera mayores espacios de circulación a sus costados
- Sin embargo, la columna circular favorece la circulación de personas (y líquidos) porque induce flujos más continuos, con menos represamiento (flujo laminar)



Altura del Viaducto y Grado de Horizontalidad

Alternativas y Criterios Relevantes

Tipología de Columna

Altura del Viaducto y Horizontalidad

La altura del viaducto puede variar dentro de un rango conformado por determinantes técnicas:

- **Mínimo Urbanístico:** Correspondiente al gálibo libre de circulación vehicular medido desde el borde de calzada vehicular, más el desarrollo del capitel. Para Bogotá resulta en 7.75 mts aproximadamente y el riel a 9,30 metros, dependiendo también del tipo de viga.
- **Obligado:** Es el resultante de inscribir una estación de doble altura, es decir que tiene a nivel intermedio mezzanine o pasarela; de resolver diferencias topográficas o de salvar el paso sobre otras infraestructuras. En el caso de las estaciones con mezzanine, arroja una altura de riel de 12.5 metros aprox.
- **Admisible:** Corresponde a la máxima altura admisible por consideraciones estructurales y obedece a las condiciones particulares del suelo en cada sitio del viaducto.

Tipología de Columna

Ejemplos de Altura del Viaducto

Altura tablero/columna: 7.85 m
Gálibo: 5.50 m



Altura tablero/columna: 12.5 m
Gálibo: 10.3 m



Tipología de Columna:

Altura del Viaducto y Grado de Horizontalidad

Tipos de alineamientos verticales y la relación con altura de columna

- **Alineamiento con perfil ondulado:** la altura de viaducto varía desde el nivel mínimo que se permita y la altura definida por puntos obligados particulares, como las estaciones. Se usa este perfil para generar curvas verticales antes y después de las estaciones. Systra evaluó un perfil ondulado con una altura de columna de 12,5m en estaciones y 7,85m en interestaciones: el resultado es una altura media de 11,0m.
- **Alineamiento con perfil plano:** Por otro lado, se evaluó una alternativa que mantenía una altura constante (horizontal) determinada por la altura de las estaciones de dos niveles.



Tipología de Columna

Altura del Viaducto y Horizontalidad

Concepto Técnico de Systra - Costo del viaducto con diferentes alturas

Zona	Longitud	Coste Unitario		Diferencias	
		Perfil Ondulado	Perfil Plano	%	Costo Total USD
Altura media		11.0 m	12.5 m	13,6%	
Gálibo		5.5 m	10.3 m		
Tramo Occidental	13.01 km	26.363 \$/ml	27.052 \$/ml	2,6%	\$ 8.963.890
Tramo Caracas Calle 13 a 63	5.53 km	24.165 \$/ml	24.913 \$/ml	3,1%	\$ 4.136.440
Tramo Caracas Calle 63 a 76	1.75 km	26.813 \$/ml	27.488 \$/ml	2,5%	\$ 1.181.250
TOTAL	20.3 km	25.790 \$/ml	26.494 \$/ml	2,7%	\$ 14.281.580

- La diferencia de costo entre del viaducto plano de 12.5 m de altura, contra uno ondulado que cumple con el gálibo mínimo, es US\$ 14,3 millones
- En otras palabras, al aumentar 13,6% la altura media de viaducto, el costo de su obra civil sólo aumentaría 2,7%
- El cambio de altura podría representar costos adicionales en otros rubros del presupuesto, que en todo caso serían marginales frente al incremento en la obra civil
- Como se verá más adelante, ahorros en otros capítulos del presupuesto permitirían incorporar este costo adicional en el presupuesto de CAPEX

Criterios para seleccionar La Tipología del Viaducto

Tipología de Viaducto



Vigas en I

Sistema Estándar y de amplia utilización tanto para viaductos Férreos como Vehiculares, utiliza vigas de sección en I, con una losa superior por donde discurre el tráfico.

Método de fabricación:
Prefabricación total de la viga.

Viga Cajón

Sistema Convencional de amplia utilización, donde se utiliza una viga de forma "cajón", donde los dos carriles del metro van en la parte superior de la viga.

Método de fabricación:
Serie de dovelas por cada segmento.

Vigas Doble U

Sistema con dos vigas con sección transversal en forma de U, donde hay un carril por cada una de las vigas. Tiene igualmente columnas y capiteles. Prefabricación total

Método de fabricación:
Prefabricación total de la viga.

Viga Gran U

Sistema con una sola viga de sección transversal en U (Gran U). Tiene igualmente columnas y capiteles

Método de fabricación: Serie de dovelas por cada segmento.

Tipología de Viaducto

Concepto Técnico de Systra: Ventajas de la Gran U sobre la Viga Cajón

Según Systra, la viga “Gran U” es la que muestra los mejores resultados. Comparada con la **Viga Cajón**, por ejemplo, estos son los principales puntos a favor:

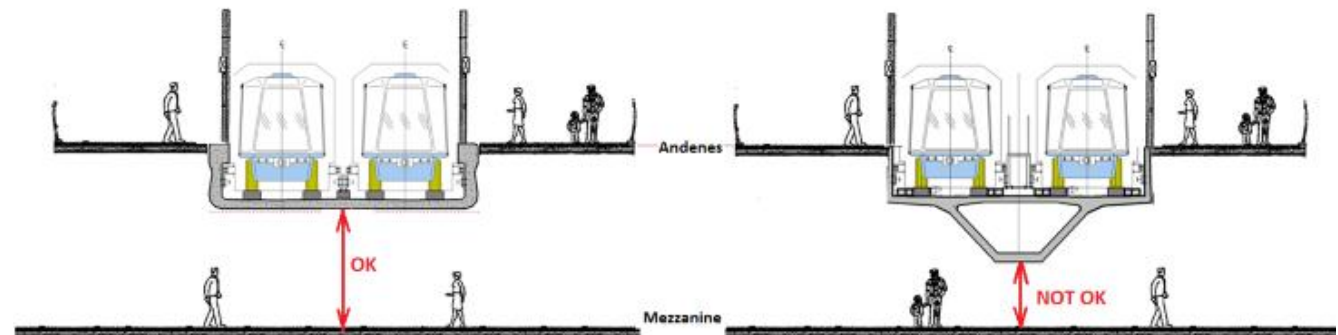
- Debido a la forma optimizada de la viga Gran U, este elemento tiene un peso menor por unidad de longitud y un menor espesor (altura), por lo cual es más fácil de transportar e izar (**Systra 2016**).
- La forma estructural de la viga Gran U está optimizada para cumplir con funciones adicionales de mitigación de ruido y pasarela de circulación, por lo cual no es necesario adosar elementos prefabricados adicionales (**Systra 2016**).

			
Comparación de soluciones en tramo de 1 km			
Numero de Vanos	29	28	
Numero de Pilas	30	29	
Nº Aparatos de Apoyo	120	116	
Volumen de concreto (m³)			
Tablero	5 836	6 607	
Pilas	1 734	1 028	
Fundaciones	11 646	13 572	
TOTAL	19 216	21 207	
Comparación volúmenes de concreto			
Tablero	100%	113.21%	
Pilas	100%	59.27%	
Fundaciones	100%	116.54%	
TOTAL	100%	110.36%	

Tipología de Viaducto

Concepto Técnico de Systra: Otras Ventajas de la Viga Gran U (continuación)

- Mejor solución arquitectónica en estaciones:



- Sobre los costos de obra civil, Systra anota que los de la opción Gran U tiene un menor costo de construcción que la Viga Cagón. \$ 524 M USD comparado con \$ 556 M USD.



Criterios para Definir la Tipología de Alimentación Eléctrica (Catenaria o Tercer Riel)

Tipología de alimentación eléctrica: Catenaria o Tercer Riel

Catenaria flexible:

- La línea aérea de contacto está sujeta a una estructura (ménsulas) de tal manera que el sistema tenga una mayor rigidez.
- El hilo se mantiene paralelo en altura a los rieles ya que sus uniones físicas (péndolas) tienen la longitud correcta en cada punto de la curva.
- Permite la instalación de contrapesos en el poste, que dotan a la estructura de una mayor rigidez.
- Es el sistema de electrificación más usado en ferrocarriles.



Tipología de alimentación eléctrica: Catenaria o Tercer Riel

Tercer Riel:

- Transmite una de las polaridades de la energía eléctrica mediante un carril adicional con este fin exclusivo y que es frotado por el tren mediante un patín.
- Al igual que la electrificación por línea aérea de contacto, el circuito se cierra con las propias vías. Esto genera un riesgo para las personas, de modo que esta solución debe ir acompañada de puertas de andén.
- Su instalación y mantenimiento es más barato que la catenaria flexible





Criterios para Definir El Grado de Automatización (Modalidad de Conducción)

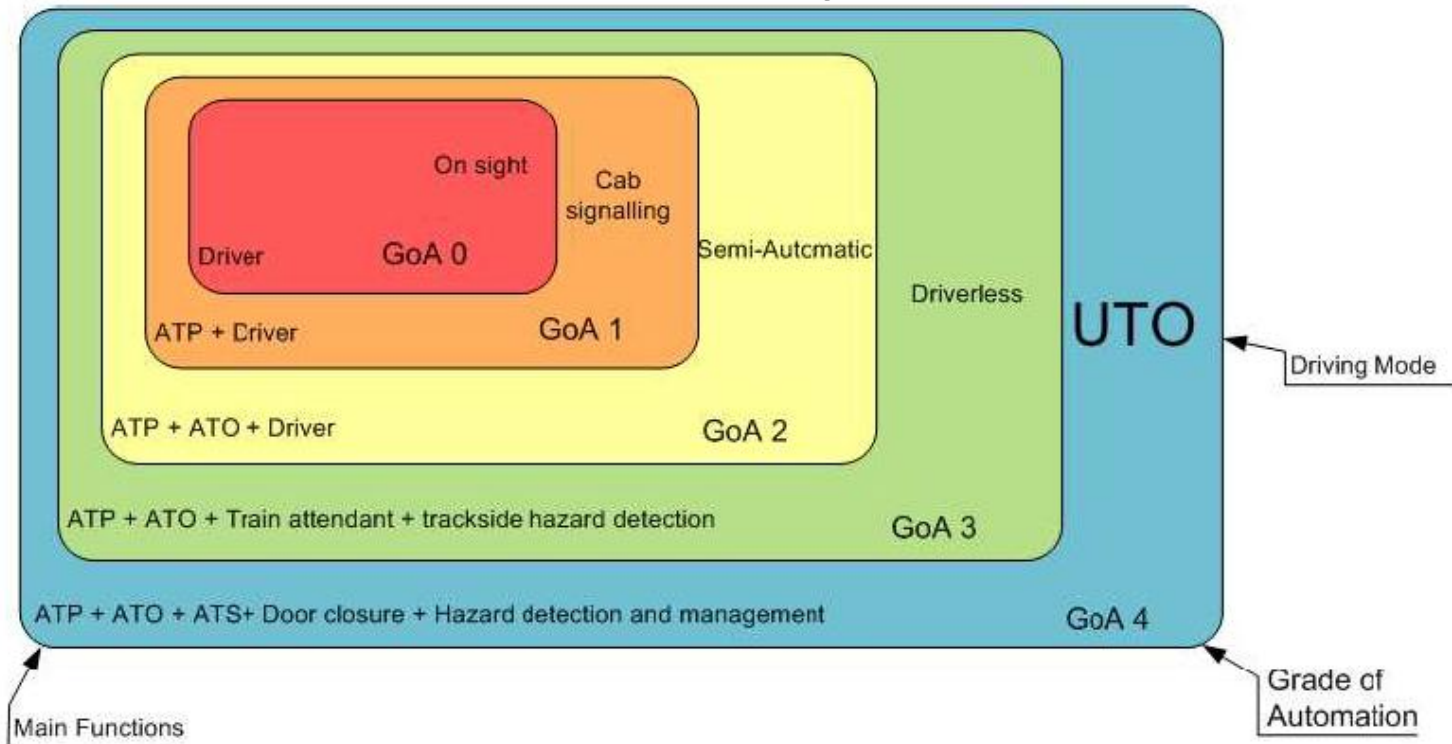
Grado de Automatización

- El Grado de Automatización corresponde a la tecnología para operar la línea
- Esta decisión se refleja en el modo de conducción de los trenes -con o sin conductor- y en otras funcionalidades tecnológicas, que contribuyen a mejorar la velocidad promedio de circulación y a disminuir el consumo de energía eléctrica. La mayor velocidad de circulación repercute en menor necesidad de trenes.
- Por ejemplo, el grado máximo de automatización -GoA4- implica la especificación de puertas de andén en las estaciones
- El grado dos -GoA2- en cambio, no requiere de puertas de andén, pero no permite instalar otros sistemas automáticos que regulan y sincronizan la aceleración y desaceleración de los trenes, que Systra ha estimado trae ahorros de energía del orden de 13% ¹
- El CAPEX del Proyecto PLMB al que el Gobierno Nacional le reiteró su apoyo en el CONPES 3882 (Ene. 17) considera un metro automático (GoA4)

(1) Entregable No. 10 – SYSTRA. 13.2% corresponde al ahorro de energía obtenido en simulaciones para la Línea 14 de París. El ahorro en horas valle por las herramientas automáticas de supervisión de tráfico las estima Systra en 15% en esas horas. Metro de Santiago estimó en 10% el ahorro de energía en la evaluación de la alternativa UTO para sus dos líneas nuevas.

Grado de Automatización

Grados de automatización de los trenes y funciones asociadas



Sigla	Denominación	Descripción
ATP	Automatic Train Protection	Control de velocidad y seguridad anti colisión
ATO	Automatic Train Operation	Poner en marcha, detiene el tren y abre y cierra sus puertas
ATS	Automatic Train Supervision	Definición de itinerario, regulación de tráfico y ahorro de energía

Grado de Automatización

Inventario de información de soporte y análisis

Documento	Enlace	Fecha
Entregable 10 de Systra - Recomendaciones para material rodante y sistemas electromecánicos	https://app.box.com/s/bxnz2jdccsefe0imzqapyjbfflra2q2g	15 /09 /2016
Recomendaciones Metro de Santiago - Informe Marzo 2017	https://app.box.com/s/6uszmg728vw36bzfq9xxfw01vopwea0b	10/03/2017

Grado de Automatización

- La mayoría de los proyectos de Metro recientes (2010+) han elegido el nivel de automatización GoA4: Santiago (Líneas 3 y 6), Riyadh, Grand Paris (Línea 15), Bruselas (Líneas 3 y 5), Shanghái (Línea 10), Dubái, Singapur (Circle Line) entre otros;
- No se conoce una línea que haya cambiado del nivel GoA4 hacia el GoA2, ni tampoco una red GoA2 que haya migrado a GoA4
- Systra recomienda que si el CAPEX no es un factor limitante, la mejor elección es un nivel de automatización GoA4 desde el inicio.
- El ejercicio de valor presente neto financiero arroja un resultado negativo del orden de US 21 M, con relación B/C del 79%. Sin embargo, al considerar la mayor velocidad y confiabilidad que ofrece la automatización, que se expresa en ahorro de tiempo de los usuarios, la inversión se justifica plenamente.

Modelos Contractuales

Alternativas

COMPONENTE

Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ

ESTRUCTURA

SISTEMAS DE CONTROL

TRENES

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

EDIFICIOS ESTACIONES



Modelo Concesión



Traslado Anticipado de Redes (TAR)

Traslado Anticipado de Redes -TAR

Objetivo: Reducir el riesgo de interrupción de la obra por aparición de redes no registradas debidamente.

Estrategias: ´

1. Cualificación de la información (catastros de redes)
2. Traslado Anticipado de las principales Redes en conflicto
 - Conflictos Longitudinales (diseño a nivel prefactibilidad)
 - Conflictos Transversales (diseño a nivel factibilidad)

PROYECTO TAR

Traslado Anticipado de Redes

OBJETIVO:

Mitigar el riesgo de Interrupción del Tren de Obra en la construcción del Viaducto, retirando/sustituyendo las redes matrices que interfieren.

PARTICIPAN:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Empresa de Acueducto de Bogotá – EAB | 11. Avantel |
| 2. Codensa | 12. Supernet |
| 3. Empresa de Teléfonos de Bogotá – ETB | 13. Fircon SAS |
| 4. Gas Natural | 14. BT Latam Colombia |
| 5. Tigo-UNE | 15. Columbus Network |
| 6. Claro | 16. Media Commerce |
| 7. Telefónica – Movistar | 14. H.V. Televisión Ltda. |
| 8. Direct TV | 15. Super Net |
| 9. Lasus C&W | 16. Conexión Digital Express S.A.S. |
| 10. Level 3k | 17. SDM – Semaforización |
| | 18. Ecopetrol |
| | 19. Empresa de Energía de Bogotá |

MODELO DE GESTION DE LAS ESTACIONES

MODELO DE ESTACIONES

OBJETIVOS:

1. Externalizar componentes para bajar peso y tamaño de la estación elevada
2. Integrar el transporte vertical y los componentes descentralizados a desarrollos comerciales (edificios de acceso)
3. Atraer inversionistas privados para desarrollar los edificios de acceso
4. Obtener rentas inmobiliarias permanentes / Captura de valor

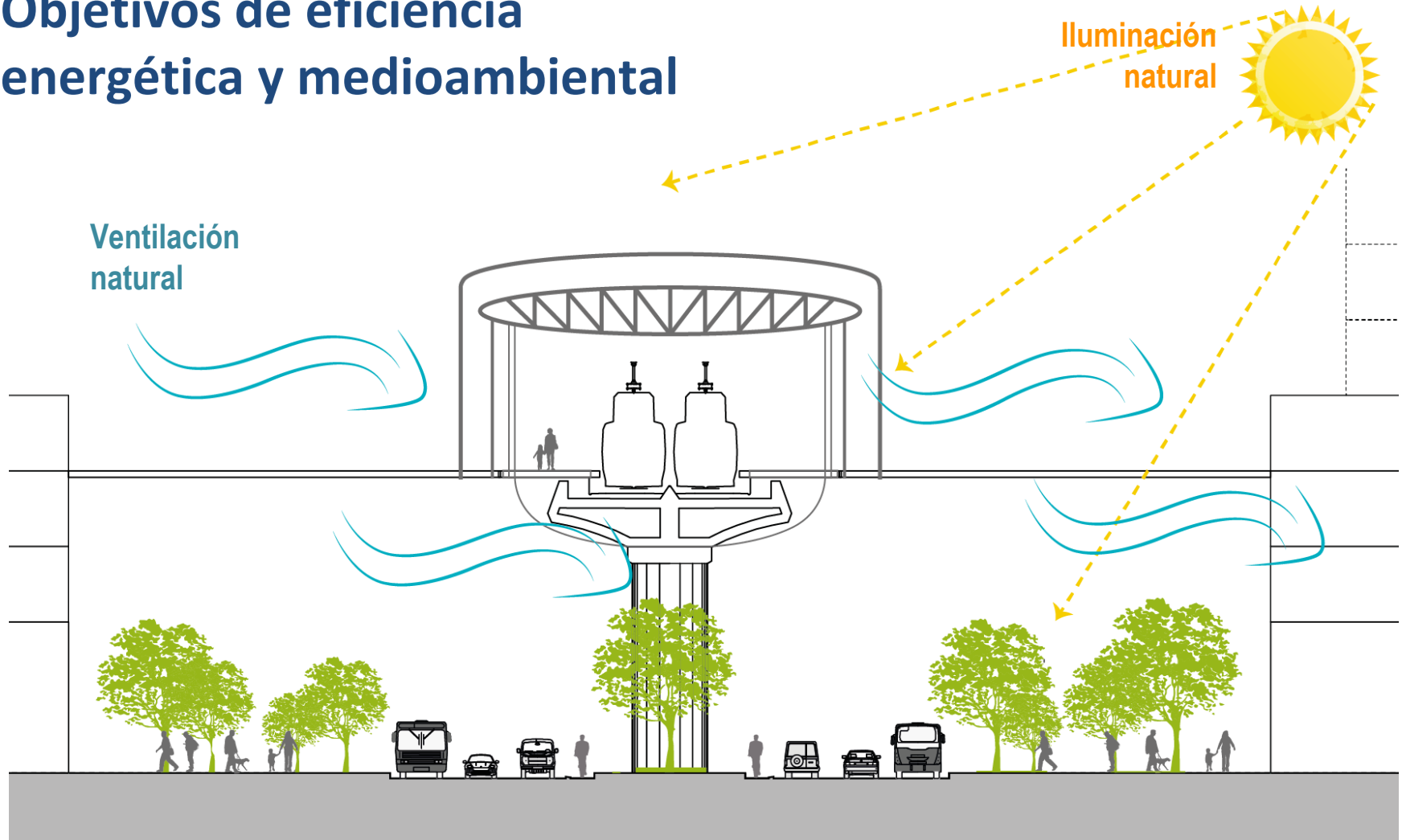
El Metro: Oportunidad de Renovación Urbana Sostenible

Para 14 de las 15 estaciones se requiere cerca de 207 mil m2 de terreno. Esto es, cerca de 15 mil m2 por estación

Estaciones	Tipo de estación	Requerimiento de área predial (m2)	Costo Suelo y Mejoras (Millones COP/m2)	Costo de Gestión Predial (Millones COP)	Tráfico peatonal de la estación al día (2050)
Portal Americas	Intermodal (transversal)	0	\$ 2.9	\$ -	134,730
Agoberto Mejía	Sencilla	14,532	\$ 2.9	\$ 42,433	98,260
Palenque	Sencilla	14,742	\$ 2.9	\$ 43,047	53,990
Hospital Kennedy	Sencilla	17,424	\$ 2.9	\$ 50,879	87,190
Avenida Boyaca	Intermodal (transversal)	17,237	\$ 2.8	\$ 47,575	70,810
Avenida 68	Intermodal (transversal)	5,206	\$ 2.8	\$ 14,369	45,830
Rosario	Sencilla	14,408	\$ 2.8	\$ 39,766	55,080
Avenida NQS	Intermodal (axial)	7,957	\$ 2.8	\$ 21,961	28,720
Santander	Sencilla	20,473	\$ 2.8	\$ 56,506	61,860
Calle 1 - Hospitales	Intermodal (axial)	10,660	\$ 2.7	\$ 29,209	53,990
Calle 11 - Centro Histórico	Intermodal (axial)	9,804	\$ 7.0	\$ 68,630	51,462
Calle 26	Intermodal (axial)	7,026	\$ 2.7	\$ 19,250	95,000
Calle 45	Intermodal (axial)	19,851	\$ 4.1	\$ 81,587	118,230
Calle 63 (Lourdes)	Intermodal (axial)	8,325	\$ 4.1	\$ 34,215	101,020
Calle 72	Intermodal (axial)	39,562	\$ 5.0	\$ 197,811	225,910
TOTAL LÍNEA		207,208		\$ 747,238	1,282,082

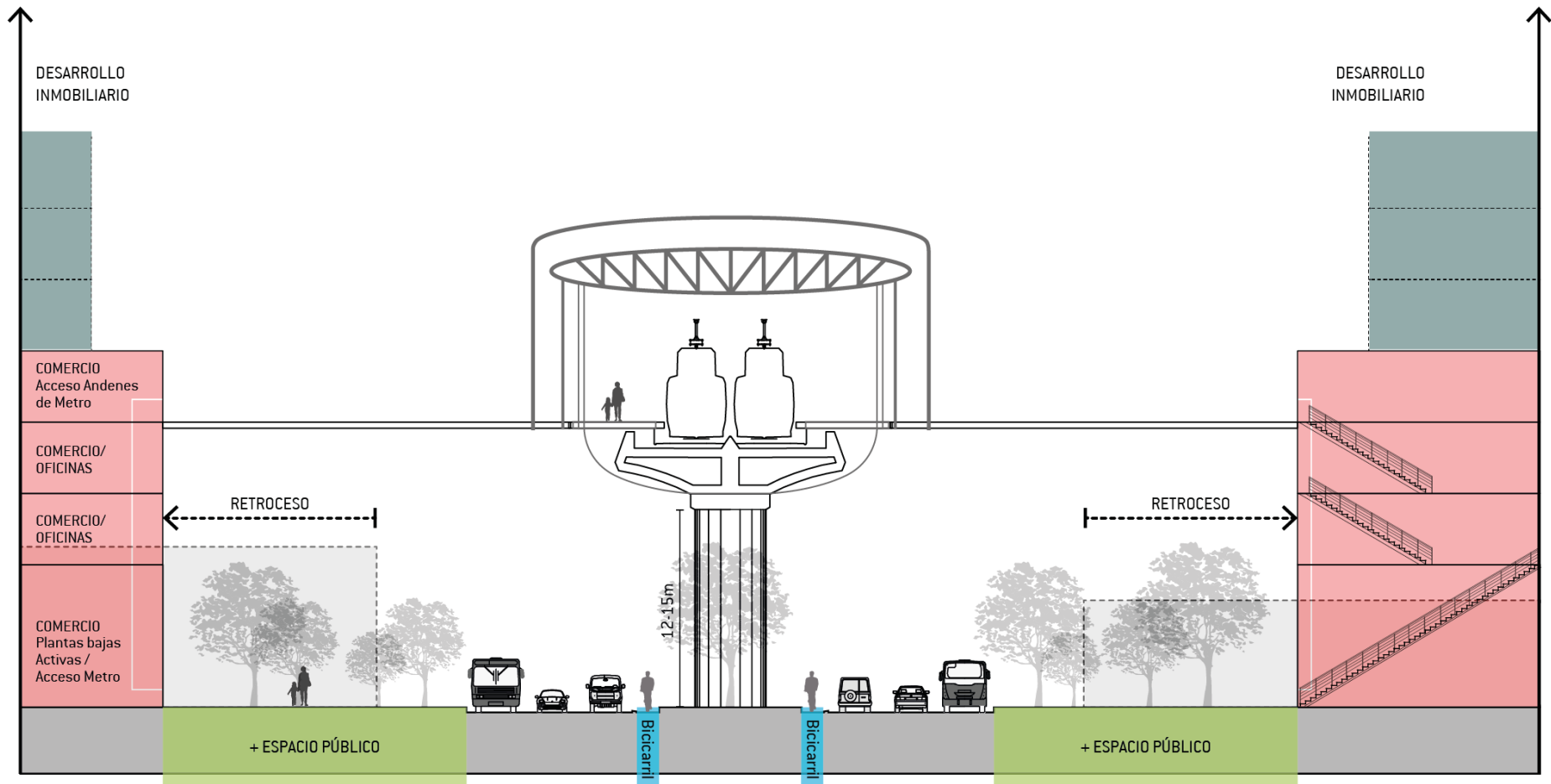
Diseño

Objetivos de eficiencia energética y medioambiental

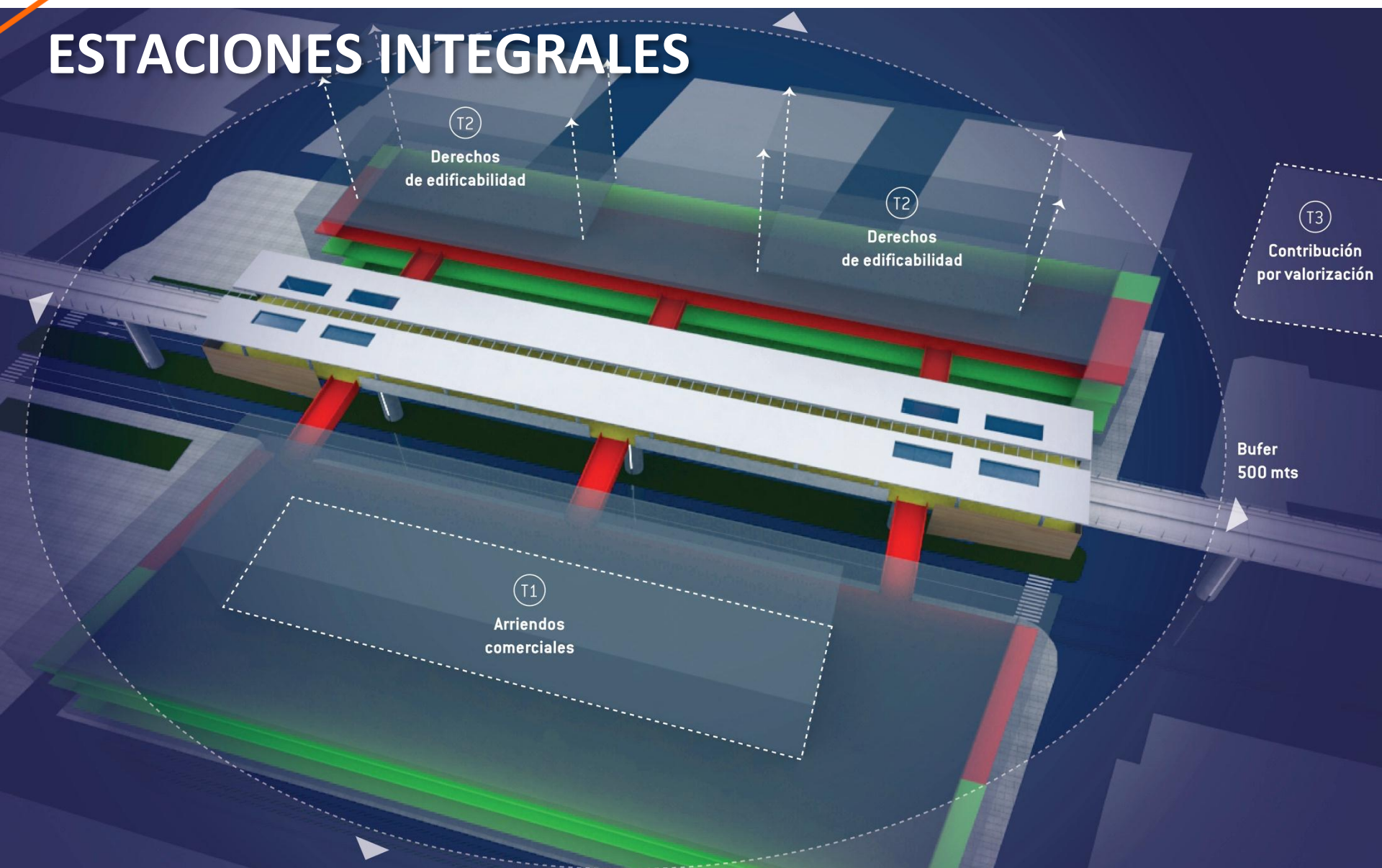


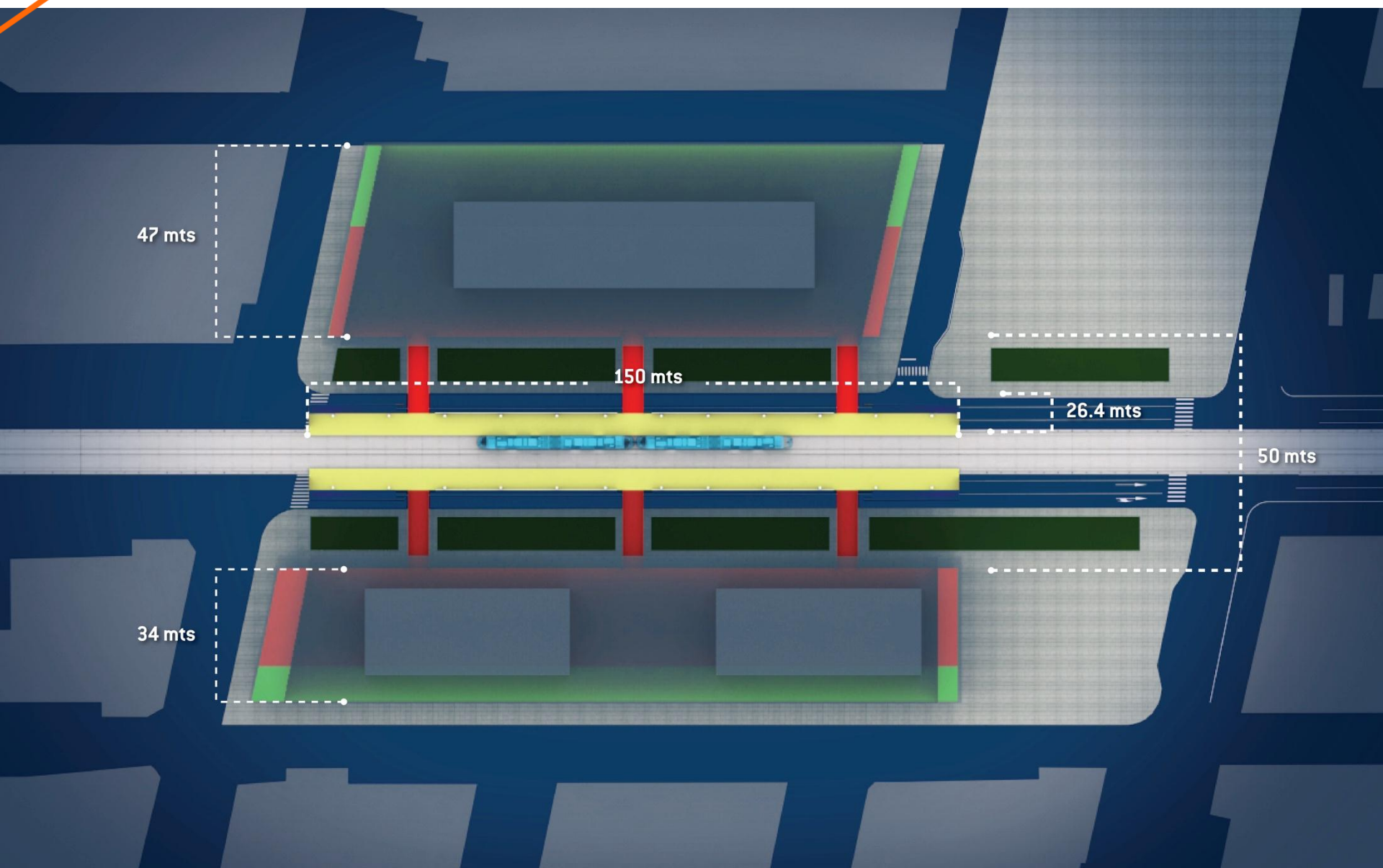
Perfil urbano

Operaciones urbanísticas



ESTACIONES INTEGRALES





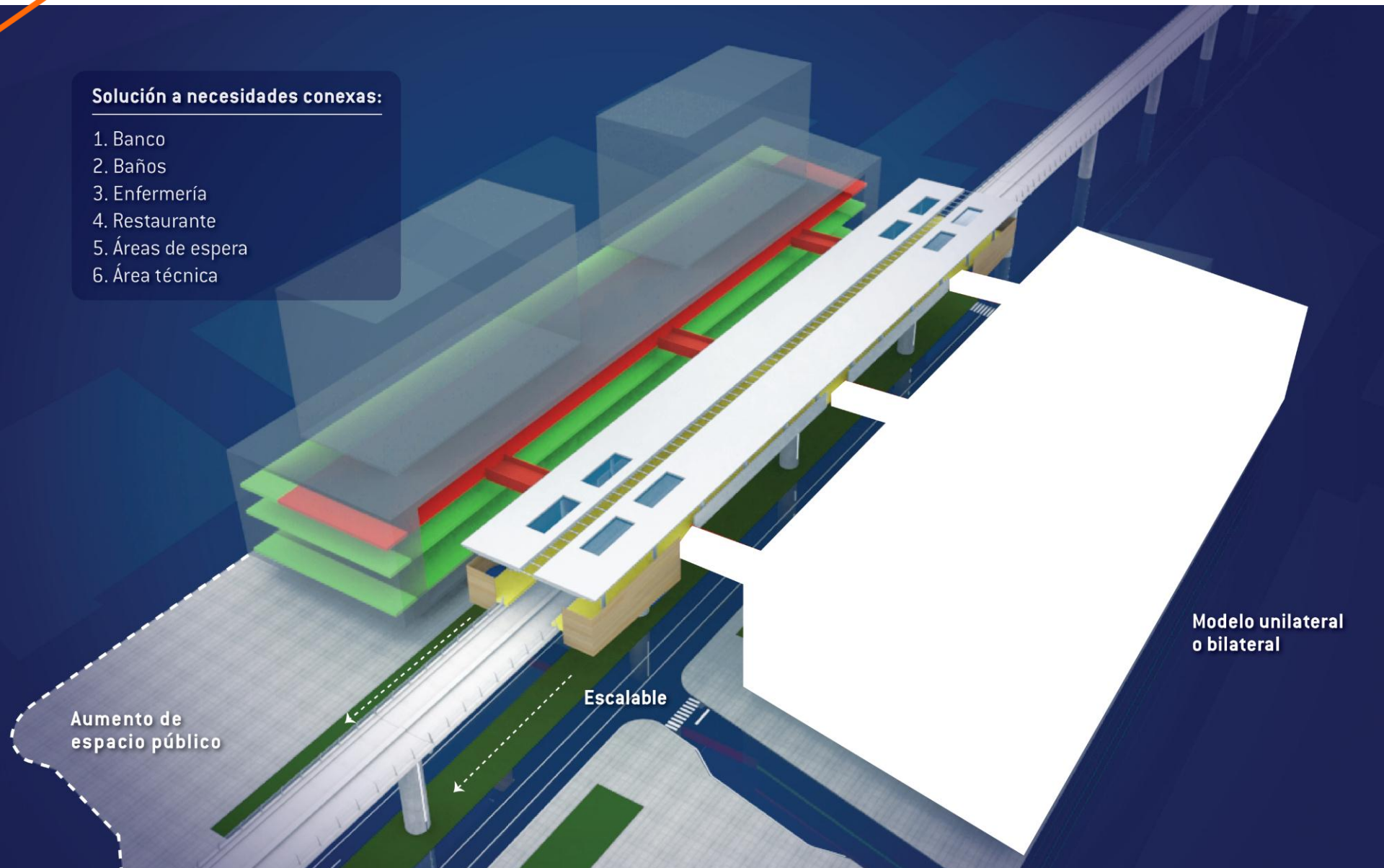
Solución a necesidades conexas:

1. Banco
2. Baños
3. Enfermería
4. Restaurante
5. Áreas de espera
6. Área técnica

Aumento de
espacio público

Escalable

Modelo unilateral
o bilateral



Estaciones Integrales: Plataforma + Edificio de Acceso





Estaciones Integrales: Plataforma + Edificio de Acceso





Estaciones de Alimentación Bus-Metro-Bus





Modelo de Gestión Para Edificios de Acceso a las Estaciones

1. Empresa Metro comprará o expropiará la tierra antes de que se presenten los eventos generadores de valor, y la aportará ya valorizada a un vehículo de propósito especial
2. Se invitarán desarrolladores, inversionistas y operadores a ofertar para asociarse, construir, promocionar y operar las estaciones con potencial inmobiliario
3. Los privados ofertarán en procesos públicos y competitivos, y entregarán a Empresa Metro una porción de las rentas con un mínimo garantizado

Características del Concurso para Adjudicar los Edificios de Acceso a las Estaciones

Derechos

- Obligaciones de Hacer y de Operar
- Entrega de un área funcional predefinida para el funcionamiento del Metro, entre otros:
 - Vestíbulos
 - Zonas de circulación
 - Transporte vertical
 - Cuartos técnicos y de servicios
 - Taquillas y zonas de validación
 - Accesos y pasarelas
- Generación de espacio público e integración con la ciudad
- Entrega a perpetuidad de un % de las rentas del desarrollo inmobiliario
- Construir una porción del área del desarrollo inmobiliario en un periodo de tiempo razonable
- Pagos en el tiempo asociados al índice de edificabilidad que no esté construido

Obligaciones

- Nueva norma, con alta edificabilidad, y mezcla de usos
- Explotación comercial
- Administración inmobiliaria
- Gradualidad en el desarrollo para ajustar el proyecto a la demanda
- Flexibilidad en la composición de la oferta

Objetivos de ciudad

- Previa definición de los objetivos de ciudad que deben estar presentes en las propuestas
- Calificación del componente arquitectónico y urbanístico de las propuestas por parte de un comité experto:
 - No necesariamente la mejor oferta económica gana



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Conclusiones