

Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas



Financiera de Desarrollo Nacional - FDN
Nuestra ref: 23858501
Cliente ref: Contrato FDN 033 de 2020



Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas

Preparado por:

Unión Temporal Egis Steer
Metro de Bogotá
Carrera 15 #93ª-62 Oficina 602
Teléfono. 746 04 03
Bogotá D.C. Colombia

+57 1 7460403

Preparado para:

Financiera de Desarrollo Nacional - FDN
Av. Carrera 7 No. 71 - 42
Torre B Piso 6
Bogotá D.C. Colombia

Cliente ref: Contrato FDN 033 de 2020

Nuestra ref: 23858501

Este documento fue preparado por la Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá para Financiera de Desarrollo Nacional - FDN. La información contenida en este documento debe considerarse confidencial, cada destinatario reconoce la confidencialidad de la información aquí incluida y se compromete a no divulgarla de ninguna manera. Cualquier persona o institución que utilice cualquier parte de este documento sin el consentimiento expreso por escrito de Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá, se considerará que otorga su conformidad a indemnizar a la Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá por todas las pérdidas o daños que resulten de dicha utilización. La Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá ha llevado a cabo su propio análisis utilizando toda la información disponible en el momento de elaboración del presente documento y señala que la llegada de nuevos datos e información podría alterar la validez de los resultados y conclusiones que aquí se presentan. Por lo tanto, La Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá no se responsabiliza de los cambios en la validez de los resultados y conclusiones debido a eventos y circunstancias actualmente imprevisibles.



Contenido

Contenido.....	i
Figuras.....	ii
Tablas.....	xii
Anexos	xvii
Glosario y abreviaturas.....	0
1 Introducción	1
2 Metodología.....	2
Alternativas a analizar en la Fase 2.....	2
Matriz multicriterio.....	4
Evaluación multicriterio	8
3 Alternativas e indicadores para la matriz multicriterio	11
Alternativas evaluadas.....	11
Definición de criterios e indicadores de evaluación.....	58
4 Resultados de indicadores y análisis adicionales	105
Componente Afectación Ambiental	105
Componente Proceso Constructivo	229
Componente Urbano-Paisajístico	254
Componente Afectación Social	267
Componente Beneficios Sociales.....	277
Componente Financiero.....	282
Componente Riesgo.....	290
5 Análisis de Extensión Calle 100 y tipo de conexión	338
Análisis de Transporte.....	338
Análisis Operacional.....	351
Análisis Constructivo.....	353
Análisis Sistemas.....	353
Análisis Contractual	354
Análisis de Costos de Operación y Mantenimiento.....	354
6 Evaluación multicriterio y comparación de alternativas	359

Componente Afectación Ambiental	364
Componente Proceso constructivo	364
Componente Urbano-Paisajístico	364
Componente Afectación Social	365
Componente Beneficios sociales por mejoras en transporte	366
Componente Financiero.....	366
Componente Riesgo.....	366
Análisis de sensibilidad	367
7 Proyecto de Expansión Priorizado	371
8 Conclusiones	372

Figuras

Figura 2.1 Comparación entre método de interpolación lineal y calificación proporcional para un indicador ejemplo.....	9
Figura 3.1 Nodo de inicio de alternativas estudiadas.....	11
Figura 3.2 Sección Vial V0 con sistema metro elevado o subterráneo - POT Bogotá.	14
Figura 3.3 Registro fotográfico Autopista Norte	15
Figura 3.4 Infraestructura que limita la geometría férrea	15
Figura 3.5 Afectación en planta al monumento a los Héroes	16
Figura 3.6 Afectación al monumento a los Héroes	16
Figura 3.7 Interferencia de alineamiento con apoyos de puente de tercer nivel	17
Figura 3.8 Sección Vial V1 con sistema metro elevado o subterráneo - POT Bogotá.	18
Figura 3.9 Registro fotográfico Cl 80	18
Figura 3.10 Registro fotográfico Av. Rincón.....	19
Figura 3.11 Armonización de trazado con diseños existentes Av. Rincón.....	20
Figura 3.12 Registro fotográfico Av. Tabor	20
Figura 3.13 Registro fotográfico Av. Cl 100.....	21
Figura 3.14 Sección Vial V2 con sistema metro elevado o subterráneo - POT Bogotá.	22
Figura 3.15 Registro fotográfico Av. Ciudad de Cali	23
Figura 3.16 Registro fotográfico Cl 127	23

Figura 3.17 Sección Vial V3 sin compatibilidad de sistema metro - POT Bogotá.	25
Figura 3.18 Sección vial angosta en corredor vial calle 72.....	25
Figura 3.19 Sección Canal Rionegro.....	26
Figura 3.20 Registro fotográfico canal Rio Negro.....	26
Figura 3.21 Transición entre tipologías elevada y subterránea	28
Figura 3.22 Alternativa 2.01 / Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali / Mixta / Extensión	30
Figura 3.23 Tramo subterráneo posterior a la intersección Cl 127 x Av. Boyacá.....	31
Figura 3.24 Estación de intercambio cl 127 - Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba	32
Figura 3.25 Alternativa 2.02 / Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali / Mixta / Línea nueva.....	33
Figura 3.26 Alternativa 2.03 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Elevada / Extensión	34
Figura 3.27 Zona de empalme entre AV. Carrera 68 y Av. Cl 80	35
Figura 3.28 Estación de intercambio cl 100 - Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba	36
Figura 3.29 Alternativa 2.04 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Elevada / Línea nueva.....	37
Figura 3.30 Alternativa 2.05 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / mixta / Extensión.....	38
Figura 3.31 Transición entre tipologías elevado y subterráneo.....	39
Figura 3.32 Estación de intercambio cl 100 - Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba	40
Figura 3.33 Alternativa 2.06 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva....	41
Figura 3.34 Alternativa 2.07 / Canal Rionegro – Av. Cali / Elevada / Extensión.....	42
Figura 3.35 Transición entre tipologías elevado y a nivel entre Av. Suba y Cr 68.....	43
Figura 3.36 Transición entre tipologías elevado y a nivel entre Av. Boyacá y Av. Cali.....	44
Figura 3.37 Estación de intercambio Cl 90- Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba ...	45
Figura 3.38 Alternativa 2.08 / Canal Rionegro – Av. Cali / Elevada / Línea nueva	46
Figura 3.39 Estación de intercambio Cl 80- Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba ...	47
Figura 3.40 Alternativa 2.09 / Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón / Elevada / Línea nueva	48
Figura 3.41 Estación de intercambio Cl 80- cola de maniobra y nueva línea de metro hacia Suba	49
Figura 3.42 Alternativa 2.10 / Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón / Mixta / Línea nueva.....	50
Figura 3.43 Estación de intercambio Cl 80- cola de maniobra PLMB y nueva línea de metro hacia Suba	51
Figura 3.44 Alternativa 2.11 / Calle 80 – Av. Cali / Elevada / Línea nueva.....	52
Figura 3.45 Estación de intercambio Cl 80- Cola de maniobras y nueva línea de metro hacia Suba	53

Figura 3.46 Alternativa 2.12 / Calle 80 – Av. Cali / Mixta / Línea nueva	54
Figura 3.47 Alternativa 2.13 / Calle 72 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva	55
Figura 3.48 Alternativa 2.13 / Calle 72 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva	56
Figura 3.49 Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixto / Línea nueva	57
Figura 3.50 Distribución porcentajes componente ambiental.....	58
Figura 3.51 Distribución porcentajes proceso constructivo	68
Figura 3.52 Distribución porcentajes componente paisajístico	76
Figura 3.53 Distribución porcentajes componente riesgo.....	98
Figura 4.1 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá alternativa 2.09. Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón – elevada - Línea nueva.....	112
Figura 4.2 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.08. Canal Rionegro–Av. Cali – elevada (Línea nueva).....	114
Figura 4.3 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali –Mixta (Extensión).....	116
Figura 4.4 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali - Mixta (Línea nueva)	117
Figura 4.5 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – elevada (Extensión)	118
Figura 4.6 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – elevada (Línea nueva).....	119
Figura 4.7 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión).....	120
Figura 4.8 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – subterránea (Línea nueva).....	121
Figura 4.9 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – elevada (Extensión Calle 87)	122
Figura 4.10 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)	123
Figura 4.11 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	124
Figura 4.12 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	125
Figura 4.13 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)	126

Figura 4.14 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	127
Figura 4.15 Traslape parques urbanos alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva).....	130
Figura 4.16 Traslape parques urbanos alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	131
Figura 4.17 Traslape parques urbanos alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)	132
Figura 4.18 Traslape parques urbanos alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	133
Figura 4.19 Traslape parques urbanos alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)	134
Figura 4.20 Traslape parques urbanos alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	135
Figura 4.21 Traslape parques urbanos alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)	136
Figura 4.22 Traslape parques urbanos alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	137
Figura 4.23 Traslape parques urbanos alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada	138
Figura 4.24 Traslape parques urbanos alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón - Mixta (Línea nueva).....	139
Figura 4.25 Traslape parques urbanos alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali - Elevada (Línea nueva)	140
Figura 4.26 Traslape parques urbanos alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	141
Figura 4.27 Traslape parques urbanos alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	142
Figura 4.28 Traslape parques urbanos alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	143
Figura 4.29 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva).....	150
Figura 4.30 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	151
Figura 4.31 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)	152
Figura 4.32 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	153

Figura 4.33 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)	154
Figura 4.34 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	155
Figura 4.35 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)	156
Figura 4.36 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	157
Figura 4.37 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada	158
Figura 4.38 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva).....	159
Figura 4.39 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	160
Figura 4.40 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	161
Figura 4.41 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	162
Figura 4.42 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	163
Figura 4.43 Cruce de zonas verdes alternativa 2.13. Calle 72–Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)	165
Figura 4.44 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	166
Figura 4.45 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)	168
Figura 4.46 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	169
Figura 4.47 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)	170
Figura 4.48 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	171
Figura 4.49 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)	172
Figura 4.50 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	173
Figura 4.51 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Extensión)	174

Figura 4.52 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva).....	175
Figura 4.53 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva).....	176
Figura 4.54 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	177
Figura 4.55 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) ...	178
Figura 4.56 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	179
Figura 4.57 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) ...	180
Figura 4.58 Cruce de zonas de importancia de biodiversidad, alternativa 2.09. Calle 80–Av. Cali– Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)	182
Figura 4.59 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	184
Figura 4.60 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)	186
Figura 4.61 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	187
Figura 4.62 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión).....	188
Figura 4.63 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	189
Figura 4.64 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión).....	190
Figura 4.65 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali Subterránea (Línea nueva)	191
Figura 4.66 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali - Elevada (Extensión)	192
Figura 4.67 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)	193
Figura 4.68 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	194
Figura 4.69 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	195
Figura 4.70 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	196

Figura 4.71 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	197
Figura 4.72 Cruce de zonas de importancia de arbolado urbano alternativa 2.13. Calle 72–Av. Cali - Subterránea (Línea nueva).....	199
Figura 4.73 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.08. Canal Rionegro–Av. Cali, elevada (línea nueva)	200
Figura 4.74 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)	201
Figura 4.75 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	202
Figura 4.76 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)	203
Figura 4.77 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	204
Figura 4.78 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)	205
Figura 4.79 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	206
Figura 4.80 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Extensión)	207
Figura 4.81 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva).....	208
Figura 4.82 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva).....	209
Figura 4.83 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	210
Figura 4.84 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)	211
Figura 4.85 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.14. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva- extensión cl 100)	212
Figura 4.86 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.14 Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	214
Figura 4.87 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva).....	215
Figura 4.88 Identificación de Receptores Sensibles. 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)	217

Figura 4.89 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali - Mixta (Línea nueva).....	218
Figura 4.90 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali - Elevada (Extensión)	219
Figura 4.91 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	220
Figura 4.92 identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)	221
Figura 4.93 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali - Subterránea (Línea nueva).....	222
Figura 4.94 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Extensión)	223
Figura 4.95 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)	224
Figura 4.96 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva).....	225
Figura 4.97 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva).....	226
Figura 4.98 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva).....	227
Figura 4.99 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.13. Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva).....	228
Figura 4.100 Alternativa 2.05 - Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali –Mixta -Extensión”. Sistema constructivo túnel en trincheras	231
Figura 4.101 Identificación de predios comerciales	232
Figura 4.102 Afectación al tráfico sistema constructivo túnel entre pantallas.....	234
Figura 4.103 Afectación al tráfico sistema constructivo elevado.....	235
Figura 4.104 Afectación al tráfico sistema constructivo túnel	235
Figura 4.105 Afectación al tráfico sistema constructivo a nivel sin tráfico automotor	236
Figura 4.106 Tipología Subterránea con menor afectación al tráfico vehicular	241
Figura 4.107 Eje vial compartido por sistemas Metro y BRT	243
Figura 4.108 Afectación sistema BRT por acceso a estaciones subterráneas sistema Metro	244
Figura 4.109 Interferencia con BRT alternativas 2.13 y 2.14	246

Figura 4.110 Ilustración de tramos intersectados de redes hidrosanitarias para la Alternativa 2.11.	252
Figura 4.111 Resultados del indicador Potencial de generación de Espacio Público	257
Figura 4.112 Resultados del indicador Potencial de desarrollo de proyectos	259
Figura 4.113 Potencial de renovación urbana	261
Figura 4.114 Resultados del indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	263
Figura 4.115 Resultados del indicador Proximidad con edificaciones.....	265
Figura 4.116 Resultados del indicador Impacto Visual.....	267
Figura 4.117 Área de influencia directa en el corredor	268
Figura 4.118 Área de influencia directa en las estaciones.....	268
Figura 4.119 Pasajeros/ hpam extra en metro.....	278
Figura 4.120 Minutos ahorrados/HPAM.....	280
Figura 4.121 Índice de facilidad de conexión	281
Figura 4.122 Indicador costo por Km con predios.....	286
Figura 4.123 Costos de operación en una hora pico.	289
Figura 4.124 Geología del área de influencia directa del proyecto.....	292
Figura 4.125 Principales lineamientos estructurales en Bogotá D.C.....	294
Figura 4.126 Sección transversal WE entre Suba y Cerros Orientales de Bogotá	294
Figura 4.127 Subsidiencias regionales.....	296
Figura 4.128 Formaciones geológicas aferentes a las alternativas	299
Figura 4.129 Zonas de amenaza sísmica aferentes a las alternativas	300
Figura 4.130 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva) - Remoción en masa.....	304
Figura 4.131 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva- Inundaciones..	305
Figura 4.132 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.01. Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali – Mixta (extensión) - Remoción en masa	306
Figura 4.133 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.01 Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali – Mixta (extensión) - Inundación	307

Figura 4.134 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) – Remoción en masa.....	308
Figura 4.135 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.02 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali Mixta (Línea nueva) – Inundación.....	309
Figura 4.136 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.03 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión) – Inundación.	310
Figura 4.137 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.04 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva) – Inundación	311
Figura 4.138 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.05 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión) – Inundación	312
Figura 4.139 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.06 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva) – Inundación	313
Figura 4.140 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.07 Canal Rionegro – Av. Cali - Elevada (Extensión) – Inundación.....	314
Figura 4.141 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.08 Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva) – Inundación	315
Figura 4.142 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva) – Remoción en masa	316
Figura 4.143 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.10 Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva) – Inundación	317
Figura 4.144 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.11 Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva) – Inundación.....	318
Figura 4.145 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.12 Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) – Inundación.....	319
Figura 4.146 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.13 Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva) – Inundación.....	320
Figura 4.147 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) – Inundación	321
Figura 4.148 Zonas con densificación de redes matrices de acueducto	323
Figura 4.149 Alternativas 2.07 y 2.08 con menor riesgo al cronograma	326
Figura 4.150 Trazado de Alternativas	327

figura 5.1 Esquema de trazado de la PLMB-T1.....	339
figura 5.2 Comparación de cargas Suba vs. Torca para la alternativa Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	340
figura 5.3 Comparación de transbordos Suba vs. Torca para la alternativa Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	341
figura 5.4 Comparación de cargas Suba vs. Torca para la alternativa Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali	342
figura 5.5 Comparación de transbordos Suba vs. Torca para la alternativa Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali.....	343
figura 5.6 Alternativas analizadas con extensión Calle 100 de la PLMB-T1	345
figura 5.7 Pasajeros/ hpam extra en metro	346
figura 5.8 Minutos ahorrados/HPAM	348
figura 5.9 Índice de facilidad de conexión.....	349
Figura 5.8 Resultados de cada componente para la evaluación con Extensión de Calle 100 para las 14 alternativas.....	356
Figura 5.8 Resultados de cada componente para la evaluación sin Extensión de Calle 100 para las 14 alternativas.....	357

Tablas

Tabla 2.1 Alternativas analizadas en la Fase 2 para la selección del Proyecto de Expansión Priorizado.....	4
Tabla 2.2 Actas de reunión (mesas de trabajo) correspondientes a la revisión de componente ambiental.....	5
Tabla 2.3 Pesos de criterios y componentes para la evaluación multicriterio de la selección de alternativa de mejor desempeño.....	6
Tabla 2.4 Comparación entre método de interpolación lineal y calificación proporcional para un indicador ejemplo.....	8
Tabla 3.1 Características generales de las alternativas analizadas	13
Tabla 3.2 Hipótesis de diseño geométrico.....	27
Tabla 3.3 Indicador Área de traslape con los elementos de la EEP.....	59
Tabla 3.4 Indicador Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica	61
Tabla 3.5 Indicador Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)	63
Tabla 3.6 Indicador Traslape con zonas de importancia en biodiversidad.....	64

Tabla 3.7 Indicador Identificación de receptores sensibles	65
Tabla 3.8 Indicador Tiempo total de construcción	68
Tabla 3.9 Indicador Perturbación a vecinos comerciales.....	70
Tabla 3.10 Indicador Perturbación en el tráfico vehicular.....	71
Tabla 3.11 Indicador Perturbación en la operación del BRT.....	72
Tabla 3.12 Indicador Generación de ruido por la construcción del sistema.....	73
Tabla 3.13 Indicador Generación de vibraciones por la construcción del sistema	73
Tabla 3.14 Indicador Interferencias con redes principales	74
Tabla 3.15 Indicador Potencial de generación de Espacio Público	77
Tabla 3.16 Indicador Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios.....	79
Tabla 3.17 Indicador Potencial de renovación urbana	80
Tabla 3.18 Indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	82
Tabla 3.19 Indicador Proximidad con edificaciones	84
Tabla 3.20 Indicador Impacto visual	86
Tabla 3.21 Indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social	90
Tabla 3.22 Indicador Afectación de zonas con valor patrimonial o cultural.....	91
Tabla 3.23 Indicador Pasajeros transportados.....	92
Tabla 3.24 Indicador Ahorros en tiempo	93
Tabla 3.25 Indicador Facilidad de conexión	93
Tabla 3.26 Indicador Costos de inversión proyecto metro por km (con predios).....	95
Tabla 3.27 Indicador Costos de operación y mantenimiento	96
Tabla 3.28 Indicador Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras	98
Tabla 3.29 Indicador Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros	100
Tabla 3.30 Indicador Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción	101
Tabla 3.31 Indicador Capacidad de gestión para la adquisición predial.....	103
Tabla 3.32 Riesgo Financiero.....	103
Tabla 3.33: Indicador Incertidumbre sobre el costo del proyecto	104
Tabla 4.1 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP (zonas protegidas)	105
Tabla 4.2 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP (parques urbanos)	109

Tabla 4.3 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP	111
Tabla 4.4 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP (parques urbanos)	128
Tabla 4.5 Resultados del indicador afectación en la dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua	144
Tabla 4.6 Resultados del indicador Afectación de la Dinámica Hídrica e Hidráulica de Cuerpo de Agua	145
Tabla 4.7 Resultados del indicador afectación en la dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua	146
Tabla 4.8 Resultados del indicador Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)	164
Tabla 4.9 Resultados del indicador Traslape con Zonas de Importancia en Biodiversidad	181
Tabla 4.10 Resultados cruce capa de arbolado urbano	198
Tabla 4.11 Resultados del indicador Identificación de Receptores Sensibles.....	213
Tabla 4.12 Rendimientos usados para calculo tiempo de construcción.....	229
Tabla 4.13 Resultados del indicador Tiempo Total de Construcción.....	230
Tabla 4.14 Predios comerciales en la manzana aferente a cada alternativa	232
Tabla 4.15 Resultados del indicador Perturbación a vecinos comerciales	233
Tabla 4.16 Tramos por corredores usados para desarrollo de alternativas	236
Tabla 4.17 Evaluación de vía férrea por tramo de cada alternativa.....	237
Tabla 4.18 Evaluación de estaciones por tramo de cada alternativa	238
Tabla 4.19 Ponderación y evaluación de vía férrea y estaciones por tramo de cada alternativa ..	239
Tabla 4.20 Resultados del indicador Perturbación al tráfico vehicular	241
Tabla 4.21 Resultados del indicador Perturbación en la Operación del BRT	245
Tabla 4.22 Ejemplo para la estimación del ruido durante la construcción.....	247
Tabla 4.23 Resultados del indicador ruido por la construcción del sistema.....	248
Tabla 4.24 factores de generación de vibraciones según tipología	249
Tabla 4.25 Cuantificación de predios por Alternativa	249
Tabla 4.26 Resultados del indicador Generación de vibraciones por la construcción del sistema	250
Tabla 4.27 Definición de ancho de corredores de trazado por tipología.	251
Tabla 4.28 Factor de complejidad	252
Tabla 4.29 Resultado del indicador Interferencia de Redes Principales (Ponderación de longitudes de redes secas y húmedas con interferencia por Alternativas)	253

Tabla 4.30 Resultados del indicador Potencial de generación de Espacio Público	256
Tabla 4.31 Resultados del indicador Potencial de desarrollo de proyectos	258
Tabla 4.32 Resultados de renovación urbana	260
Tabla 4.33 Resultados del indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	262
Tabla 4.34 Resultados del indicador Proximidad con edificaciones.....	264
Tabla 4.35 Resultados del indicador Impacto Visual	266
Tabla 4.36 Resultados del indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social	275
Tabla 4.37 Resultados del indicador Afectación a zonas con valor patrimonial o cultural	276
Tabla 4.38 Prospectivas de evaluación para el análisis de alternativas	277
Tabla 4.39 Resultados del indicador Pasajeros Transportados.....	279
Tabla 4.40 Resultados del indicador Ahorros de tiempo.....	280
Tabla 4.41 Resultados del indicador Facilidad de conexión.....	282
Tabla 4.42 Capítulos del CAPEX.....	284
Tabla 4.43 Resultados del indicador Costos de inversión proyecto metro por km (con predios) .	285
Tabla 4.44 Resultados del indicador Costos de Operación y Mantenimiento	288
Tabla 4.45 Indicador complementario : OPEX en función de los abordajes en una hora pica	289
Tabla 4.46 Calificación de riesgo geotécnico según la formación geológica identificada (decreto 523 de 2010)	295
Tabla 4.47 Calificación de riesgo sísmico según la Zona de Amenaza Sísmica identificada (Decreto 523 de 2010)	297
Tabla 4.48 Resultados indicador Riesgo de Subsidiencias (Puntaje ponderado).....	299
Tabla 4.49 Resultados del indicador Riesgo derrumbes o afectación a estructuras (Puntaje ponderado)	300
Tabla 4.50 Resultados del indicador Riesgo subsidencias, derrumbes o afectación a estructuras (Promedio)	301
Tabla 4.51 Resultados de indicador Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros.....	302
Tabla 4.52 Asignación de puntaje a cada tramo por alternativa	323
Tabla 4.53 Resultados del indicador Incertidumbre sobre el Rendimiento de Construcción.....	325
Tabla 4.54 Cantidad de predios Alternativa 1, Calle 127- Av. Rincón- Av. Cali.....	328
Tabla 4.55 Cantidad de predios Alternativa 2, Calle 127- Av. Rincón- Av. Cali.....	328

Tabla 4.56 Cantidad de predios Alternativa 3, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.....	328
Tabla 4.57 Cantidad de predios Alternativa 4, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.....	329
Tabla 4.58 Cantidad de predios Alternativa 5, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.....	329
Tabla 4.59 Cantidad de predios Alternativa 6, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.....	329
Tabla 4.60 Cantidad de predios Alternativa 7, Canal Rio negro–Av. Cali.....	330
Tabla 4.61 Cantidad de predios Alternativa 8, Canal Rionegro–Av. Cali.....	330
Tabla 4.62 Cantidad de predios Alternativa 9, Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.....	330
Tabla 4.63 Cantidad de predios Alternativa 10, Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.....	331
Tabla 4.64 Cantidad de predios Alternativa 11, Calle 80–Av. Cali.....	331
Tabla 4.65 Cantidad de predios Alternativa 12, Calle 80–Av. Cali.....	331
Tabla 4.66 Cantidad de predios Alternativa 13, Calle 72–Av. Cali.....	332
Tabla 4.67 Cantidad de predios Alternativa 14, Calle 72–Av. Cali.....	332
Tabla 4.68 Resultados del indicador Cantidad de predios por alternativa	332
Tabla 4.69 Indicadores de riesgo geotécnico por el peso porcentual del 14%.....	333
Tabla 4.70 Ponderación rendimiento Alternativas.....	334
Tabla 4.71 Ponderación rendimiento Alternativas.....	335
Tabla 4.72 Ponderación rendimiento Alternativas.....	335
Tabla 4.73 Ponderación rendimiento Alternativas.....	336
Tabla 5.1: Comparación cargas máximas Suba vs. Torca (pasajeros/h/sentido)	343
Tabla 5.2 Comparación de ahorros de tiempo Suba vs. Torca (millones de minutos)	344
Tabla 5.3 Comparación de demanda adicional del metro Suba vs. Torca (pax HPAM).....	344
Tabla 5.4 Resultados del indicador Pasajeros Transportados.....	347
Tabla 5.5 Resultados del indicador Ahorros de tiempo.....	348
Tabla 5.6 Resultados del indicador Facilidad de conexión	350
Tabla 5.7 Resultados del costo de operación línea nueva vs. extensión.....	355
Tabla 6.1 Alternativas evaluadas en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño	359
Tabla 6.2 Pesos de criterios y componentes para la evaluación multicriterio de la selección de alternativa de mejor desempeño	360
Tabla 6.3 Prospectivas de evaluación para el análisis de alternativas	362
Tabla 6.4 Resultados del análisis de alternativas	363

Tabla 6.5 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Ambiental	364
Tabla 6.6 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Proceso constructivo	364
Tabla 6.7 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Urbano-Paisajístico	364
Tabla 6.8 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Social	365
Tabla 6.9 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Beneficios sociales por mejoras en transporte	366
Tabla 6.10 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Financiero.....	366
Tabla 6.11 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Riesgo.....	366
Tabla 6.12 Sensibilidades analizadas para la selección de alternativas.....	367
Tabla 6.13 Resultados de posiciones para las sensibilidades de cada alternativa	370

Anexos

Anexo A. Trazado Geométrico de cada Alternativa

Anexo B. Componente Ambiental

Anexo B1. Elementos de la Estructura Ecológica Principal

Anexo B2. Dinámica Hidráulica de Cuerpos de Agua

Anexo B3. Geomorfología del Terreno

Anexo B4. Biodiversidad y Conectividad Ecológica Estructural y Funcional

Anexo B5. Ruido Urbano

Anexo C. Componente Constructivo

Anexo C1. Rendimiento Tiempos de Construcción

Anexo C2. Daño Emergente y Lucro Cesante

Anexo C3. Perturbaciones

Anexo C3.1 Perturbación al tráfico vehicular

Anexo C3.2 Perturbación en la operación del BRT.

Anexo C4. Ruido y Vibraciones

Anexo C4.1 Generación del Ruido por la Construcción del Sistema

Anexo C5. Redes

Anexo D. Componente Urbano Paisajístico

Anexo E. Componente Afectación Social

Anexo F. Componente Beneficios Sociales

Anexo G. Componente Financiero

Anexo H. Componente Riesgo

Anexo H1. Riesgo Geotécnico y Sísmico

Anexo H2. Riesgo Ambiental

Anexo H3. Riesgo sobre el Cronograma

Anexo H4. Riesgo de Gestión Predial

Anexo H5. Riesgo Financiero

.Anexo I. Evaluación multicriterio

Glosario y abreviaturas

- Consultoría: Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y elaborar los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la Región Bogotá – Cundinamarca.
- Sistema Integrado de Transporte Público, o SITP, o Sistema
- Primera Línea de Metro de Bogotá, o PLMB-T1
- Financiera de Desarrollo Nacional, o FDN
- Equipo Consultor: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, o Unión Temporal
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, o Alcaldía Mayor
- Secretaría Distrital de Movilidad, o SDM, o Autoridad de Transporte
- Secretaría Distrital de Planeación, o SDP
- Secretaría Distrital de Ambiente, o SDA, o Autoridad Ambiental
- Empresa Metro de Bogotá, o EMB
- Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público - DADEP
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB
- Secretaría de Hacienda Distrital, o SHD
- Instituto de Desarrollo Urbano, o IDU
- Para referirnos a TransMilenio:
 - La empresa (ente gestor del SITP): TRANSMILENIO S.A. o TMSA
 - El BRT (Sistema): Sistema TransMilenio, o Sistema de Transporte Masivo
- Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, o IDPC
- Instituto Colombiano de Antropología e Historia, o ICANH
- Departamento Nacional de Planeación, o DNP
- Ministerio de Transporte, o MT
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, o MHCP
- Empresa de Energía de Bogotá, o EEB
- Plan de Ordenamiento Territorial, o POT
- Plan Maestro de Movilidad de Bogotá, o PMMB
- Términos de Condiciones Contractuales – Adenda 5, o TCC

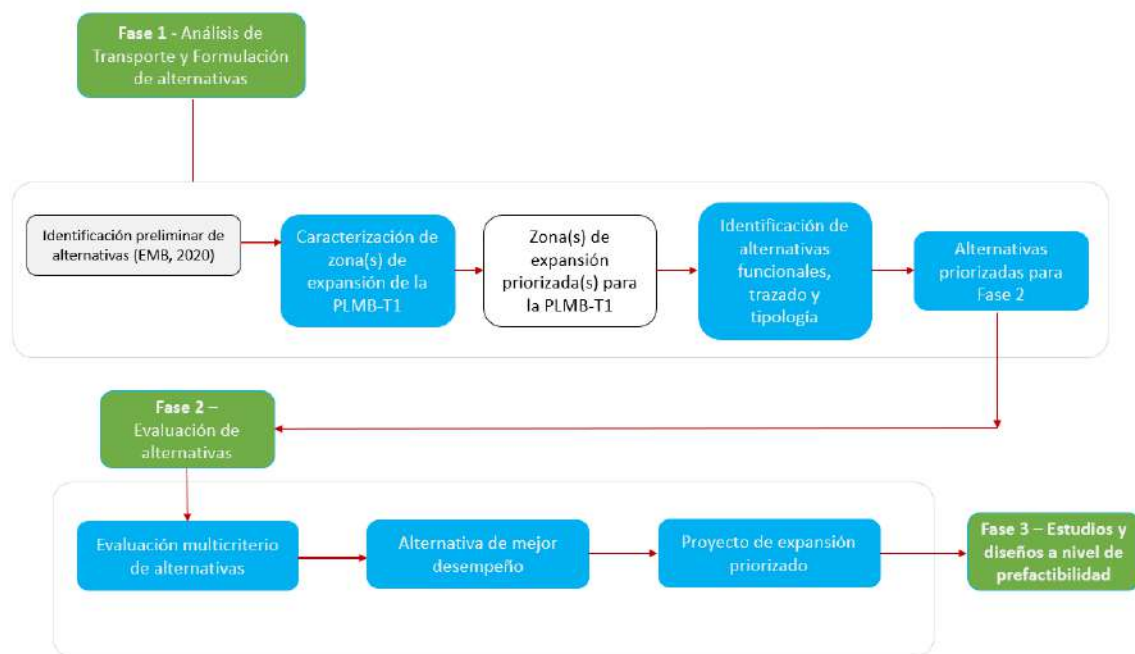
1 Introducción

- 1.1 La Fase 2 de ésta Consultoría, contiene el análisis y evaluación de las Alternativas previamente seleccionadas en la fase 1 del presente estudio. Se realizó la selección de la zona de expansión de la PLMB-T1 y se identificaron 18 alternativas de trazado con la finalidad de llegar al proyecto de expansión priorizado.
- 1.2 Las 18 Alternativas de trazado identificadas fueron analizadas en el marco de los Términos de Condiciones Contractuales – TCC y acordadas con la Empresa Metro de Bogotá EMB y la Financiera de Desarrollo Nacional – FDN, bajo la óptica de componentes como: Impacto ambiental, urbano-paisajístico, beneficios sociales generados por el transporte y financiero; con la finalidad de contar con una batería de indicadores que brindaran la información requerida para la toma de decisión por parte del Comité Técnico compuesto por representantes de la FDN y EMB.
- 1.3 El 11 de septiembre del 2020 el Comité Técnico del Contrato (Acta No. 7) se reunió con el objetivo de realizar la selección de alternativas a ser analizadas en la Fase 2 de la presente Consultoría. En esta reunión se presentaron 18 alternativas de trazado junto con el resultado de la calificación realizada para la batería de indicadores mencionada anteriormente. Como resultado, el Comité Técnico del Contrato acogió la recomendación de la Consultoría y para la Fase 2, se seleccionaron: seis (6) corredores: 1. Calle 127-Av. Rincón –Av. Cali, 2. Calle 100 - Av. 68 – Calle 80, 3. Canal Rionegro, 4. Calle 80 - Av. Rincón - Av. Cali, 5. Calle 80-Av. Cali y 6. Calle 72 – Av. Cali, asociados finalmente a 14 alternativas de trazado y combinación de tipología y conexión con la PLMB-T1.
- 1.4 Las 14 Alternativas de trazado determinadas para la Fase 2, se encuentran analizadas en el presente producto, denominado “Entregable 2: Evaluación Multicriterio de Alternativas”, por medio de una matriz multicriterio suministrada por la EMB y consistente con la utilizada en la PLMB-T1, resultado de un ejercicio realizado entre el Gobierno Nacional y el Distrito. Con estos insumos se realizó una primera selección ENTRE las alternativas con línea nueva y con línea de extensión, descartando las extensiones, Las líneas nuevas fueron utilizadas para para la identificación de la alternativa con mejor desempeño, a la cual, en el Entregable 3: Definición de nodo de terminación, se determinará el “Proyecto de Expansión Priorizado”, se le realizarán los estudios y diseños de prefactibilidad correspondientes de la fase 3 de la consultoría.

2 Metodología

2.1 En este capítulo se presenta la metodología empleada para la Fase 2 y la selección de la alternativa de mejor desempeño para la expansión de la PLMB-T1 en sus diferentes etapas.

Figura 2.1: Esquema general de la relación entre las fases del estudio

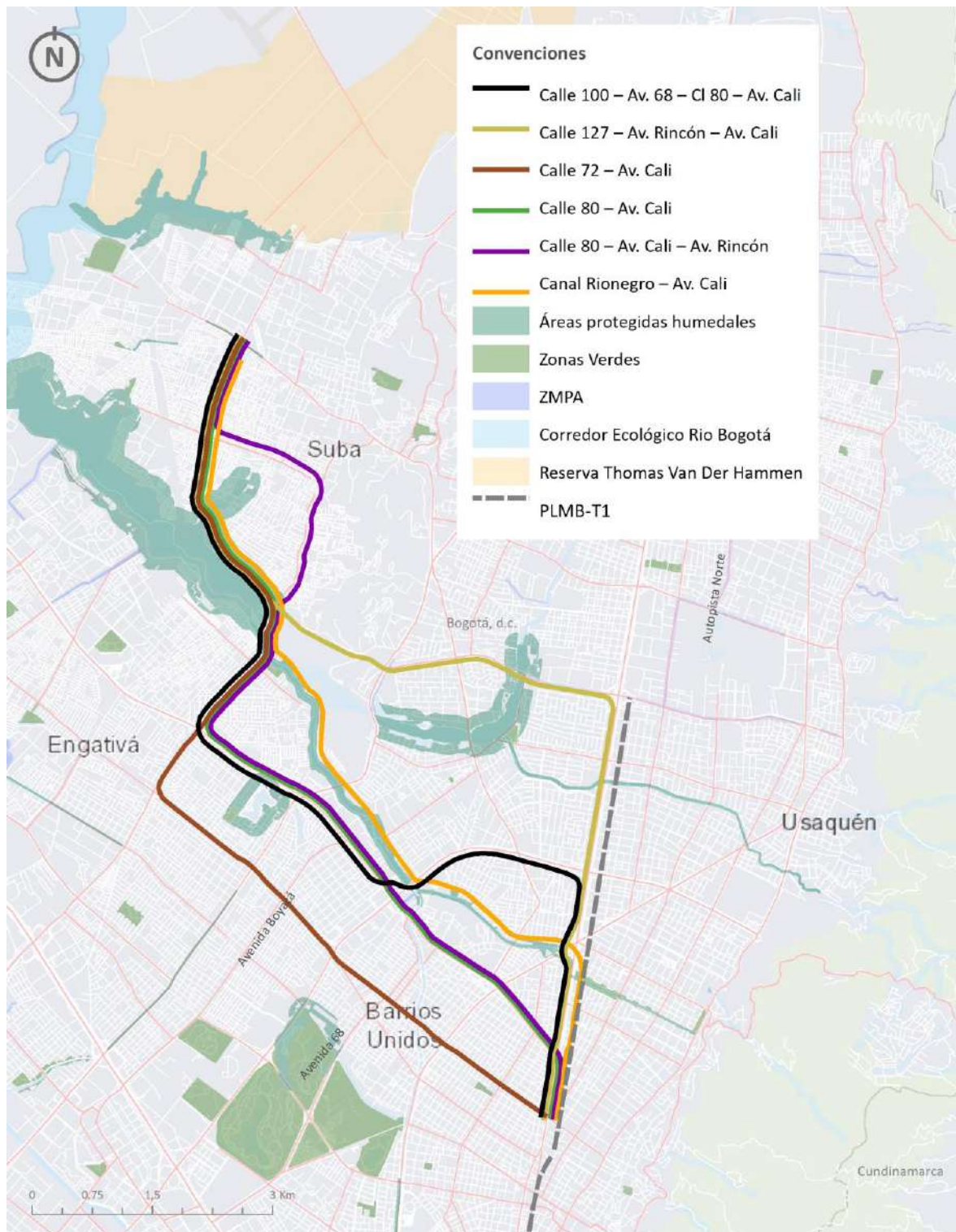


Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativas a analizar en la Fase 2

2.2 Como fue mencionado en la introducción del presente informe, se analizaron 14 alternativas para evaluar en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño. Las 14 alternativas consisten en 6 trazados principales con una combinación variable de tipología de conexión y tipología de línea, definidos mediante el análisis de resultados en mesas de trabajo con EMB, FDN y Distrito. En la siguiente figura se muestran los trazados de las alternativas incluidas en el desarrollo de Fase 2.

Figura 2.2: Trazados definidos para alternativas de Fase 2



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 2.3 Las alternativas se describirán en detalle haciendo énfasis en su geometría, ventajas, desventajas, y posteriormente se evaluarán los indicadores para cada una, permitiendo una comparación normalizada en la evaluación multicriterio. Adicional a la evaluación multicriterio se presentan análisis adicionales que se realizaron con el objetivo de evidenciar información que no se incluyó en la matriz multicriterio y que condicionaba la inclusión de algunas alternativas según sus características operacionales, de transporte y de riesgo principalmente.
- 2.4 Las alternativas analizadas en esta fase son las siguientes (ver Tabla 2.1):

Tabla 2.1 Alternativas analizadas en la Fase 2 para la selección del Proyecto de Expansión Priorizado

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Matriz multicriterio

- 2.5 La matriz multicriterio que se usará para la Fase 2 y la selección de la alternativa de mejor desempeño, fue entregada por la EMB a la Consultoría, aunque en el desarrollo de las mesas de trabajo y las distintas discusiones técnicas, surgieron algunas modificaciones a algunos de los componentes como por ejemplo para el análisis del componente de Impacto Ambiental realizado por SYSTRA que para la línea 1 del metro, fue realizado con los indicadores relacionados a continuación:

- Fuentes hídricas: Cruces de agua
- Suelo: Generación de escombros durante la obra
- Paisajismo: Afectación arbórea
- Ruido y vibraciones: Generación ruido por la operación del sistema

2.6 Con la finalidad de realizar un análisis ambiental más detallado, la empresa Metro de Bogotá realizó acercamientos con la Secretaria Distrital de Ambiente y acordaron los indicadores que se han evaluado para la segunda línea del metro:

- Elementos de la Estructura Ecológica Principal: Área de traslape con los elementos de la EEP (Corredores Ecológicos, Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá)
- Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua: Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.
- Geomorfología del terreno: Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).
- Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional: Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.)
- Ruido urbano: Identificación de receptores sensibles (hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros)

2.7 La metodología y forma de evaluación fue revisada y concertada con la FDN y la empresa Metro de Bogotá en las actas de reunión relacionadas a continuación:

Tabla 2.2 Actas de reunión (mesas de trabajo) correspondientes a la revisión de componente ambiental

Acta	fecha	Reunión	Participantes
10	27/07/2020	Matriz multicriterio	EMB-FDN-UT
11	30/07/2020	Componente social - Matriz multicriterio	EMB-FDN-UT
14	3/08/2020	mesa componente ambiental	EMB-FDN-UT
15	3/08/2020	situación jurídica humedales	EMB-FDN-UT
20	6/08/2020	mesa componente riesgos	EMB-FDN-UT
30	31/08/2020	Componente Ambiental - Matriz multicriterio	EMB-FDN-UT
32	2/09/2020	Reunión SDA componente ambiental	EMB-FDN-UT-SDA
37	9/09/2020	Mapa de Ruido – SDA	EMB-FDN-UT-SDA
69	12/11/2020	Componente ambiental y social	EMB-FDN-UT

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

2.8 Al igual que este componente en cada disciplina se detalla los cambios respectivos en la evaluación de la matriz, la cual contiene 7 componentes, 21 criterios y 30 indicadores como se especifica en la Tabla 2.3,

Tabla 2.3 Pesos de criterios y componentes para la evaluación multicriterio de la selección de alternativa de mejor desempeño

Componente	Peso componente (2020)	Criterio	Indicador	Peso relativo del indicador (2020)
Afectación ambiental	13%	Elementos de la Estructura Ecológica Principal	Área de traslape con los elementos de la EEP[1] (Corredores Ecológicos, Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá).	30%
		Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua	Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.	25%
		Geomorfología del terreno	Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).	15%
		Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional	Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.)	25%
		Ruido urbano	Identificación de receptores sensibles (hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros)	5%
Proceso constructivo	14%	Rendimiento	Tiempo total de construcción	22%
		Daño emergente y lucro cesante	Perturbación a vecinos comerciales	11%
		Perturbaciones	En el tráfico vehicular	12%
			En la operación del BRT	25%
		Ruido y vibraciones	Generación de ruido por la construcción del sistema	7%
			Generación de vibraciones por la construcción del sistema	7%
Redes	Interferencias con redes principales	16%		
Urbano-Paisajístico	10%	Renovación urbana	Potencial de generación de Espacio Público	21%
			Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios	21%
			Potencial de recuperación de zonas deprimidas	18%
			Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	13%

Componente	Peso componente (2020)	Criterio	Indicador	Peso relativo del indicador (2020)
		Integración/des-integración urbana	Proximidad con edificaciones	13%
			Impacto visual	14%
Afectación Social	5%	Afectación a comunidades y territorio	Afectación a la infraestructura o equipamiento social: recreativa, hospitales, centros educativos, centros de salud, centros religiosos, organizaciones sociales	50%
			Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal	50%
Beneficios sociales por mejoras en transporte	18%	Mejoras de transporte	Pasajeros transportados (HP)	25%
			Ahorros en tiempo	25%
		Integración	Facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT	50%
Financiero	25%	Costos	Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)	59%
			Costos de operación y mantenimiento	41%
Riesgo	15%	Riesgo geotécnico y sísmico	Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras	17%
		Riesgo ambiental	Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros.	16%
		Riesgo sobre el cronograma	Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción	25%
		Riesgo de gestión predial	Capacidad de gestión para la adquisición predial	20%
		Riesgo financiero	Incertidumbre sobre el costo del proyecto	23%

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 2.9 Los pesos de componentes e indicadores se aplican a la valoración normalizada de cada indicador, procedimiento que se explicará a continuación.

Evaluación multicriterio

- 2.10 Para la evaluación multicriterio se debe normalizar la valoración de cada indicador, con el objetivo de poder aplicar los pesos de componentes e indicadores, sumar y comparar todas las alternativas bajo los mismos parámetros. Para la normalización o ponderación de cada indicador, se pueden usar diferentes métodos, desde proporciones simples, interpolaciones lineales, interpolaciones potenciales, métodos numéricos, clasificaciones discretas, continuas, alfabéticas, entre otros.
- 2.11 Para la evaluación se contemplan dos métodos: interpolación lineal continua y calificación proporcional continua.
- 2.12 El primer método, asigna una calificación de 100 puntos a la alternativa con mejor desempeño en el indicador, y una calificación de 10 puntos a la alternativa con peor desempeño, siguiendo la fórmula de interpolación lineal:

$$y = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} * (y_2 - y_1)$$

Donde:

y = calificación alternativa i

y_1 = 10 puntos

y_2 = 100 puntos

x = valoración alternativa i

x_1 = valoración mínima del indicador para todas las alternativas

x_2 = valoración máxima del indicador para todas las alternativas

- 2.13 El segundo método, clasifica las alternativas con mejor desempeño con 100 puntos, y al resto de alternativas se asigna un porcentaje respecto a la alternativa con mejor puntaje. Al comparar ambos métodos con un ejemplo, se observa que en el método de interpolación se presenta una alta desviación en las calificaciones de las alternativas, y se castiga a las alternativas con puntajes más bajos, aunque estén muy cerca entre sí sus valoraciones. La comparación se evidencia en la siguiente tabla y gráfica Figura 2.1:

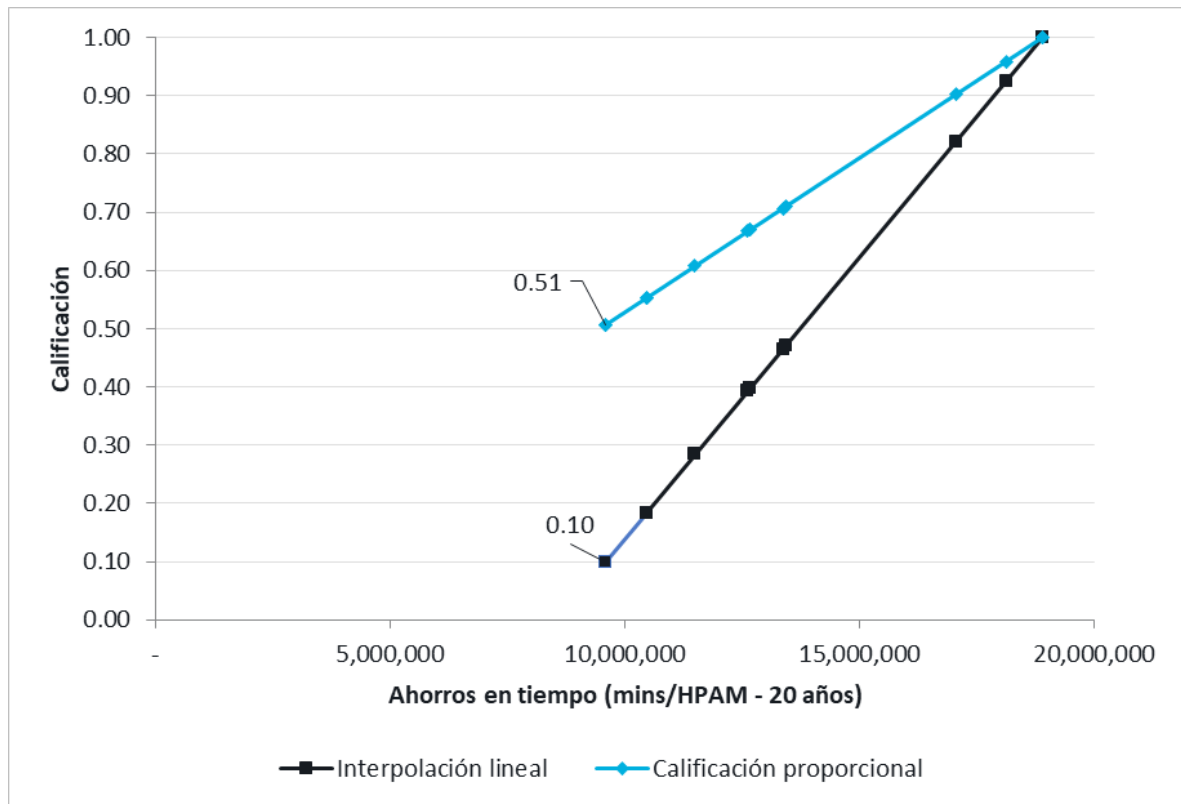
Tabla 2.4 Comparación entre método de interpolación lineal y calificación proporcional para un indicador ejemplo

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Ahorros en tiempo 20 años	Interpolación lineal	Calificación proporcional
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	18,910,411	1	1
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	18,910,411	1	1

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Ahorros en tiempo 20 años	Interpolación lineal	Calificación proporcional
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	18,132,982	0.92	0.96
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	17,056,339	0.82	0.9
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	13,429,627	0.47	0.71
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	13,363,907	0.46	0.71
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	12,674,438	0.4	0.67
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	12,674,438	0.4	0.67
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	12,617,519	0.39	0.67
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	11,492,378	0.28	0.61
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	10,454,839	0.18	0.55
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	10,454,839	0.18	0.55
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	9,585,632	0.1	0.51
2.1	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	9,585,632	0.1	0.51

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 2.1 Comparación entre método de interpolación lineal y calificación proporcional para un indicador ejemplo



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

2.14 Debido al análisis anterior, se selecciona el método de calificación proporcional para la evaluación multicriterio, pues permite una clasificación menos sesgada para todas las alternativas. Otros

métodos analizados como clasificación alfabética o discreta con diferentes rangos, se descartan al obtenerse resultados iguales entre alternativas, limitando los resultados y su validez.

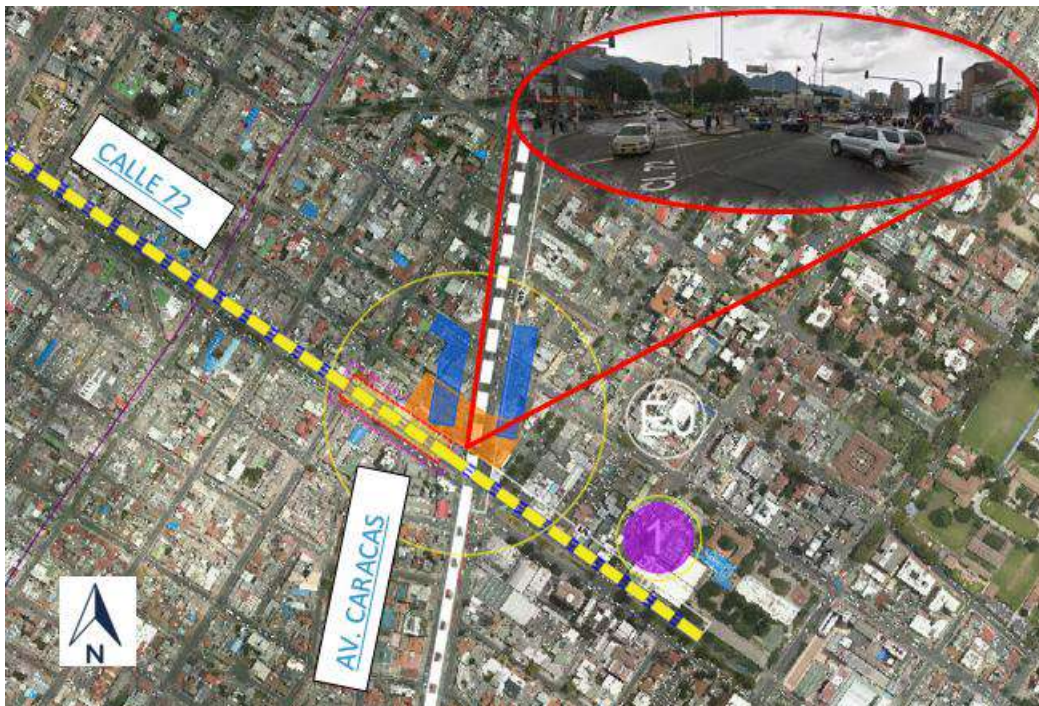
3 Alternativas e indicadores para la matriz multicriterio

- 3.1 En el presente capítulo se hará una descripción detallada de las alternativas evaluadas en la Fase 2 como resultado de la selección realizada a partir de las 18 alternativas. Adicionalmente se presentan los componentes, criterios e indicadores a evaluar para cada alternativa y que posteriormente serán insumo para la evaluación multicriterio.

Alternativas evaluadas

- 3.2 Para el desarrollo de 14 alternativas, todos los análisis se realizan desde el punto de terminación de la Primera Línea del Metro de Bogotá localizado en la Av. Caracas con Calle 72 sin incluir la última estación de la línea 1, desde este lugar se estudian varias opciones de trazado que incluyen alternativas de trazado mediante la prolongación de la línea actual y/o el planteamiento de una línea nueva hasta el nodo en común en la zona del portal de TransMilenio de Suba. Figura 3.1

Figura 3.1 Nodo de inicio de alternativas estudiadas



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

A modo general, en la tabla 3.1 “Características generales de las alternativas analizadas” se presentan las alternativas analizadas para conectar el nodo de inicio y la zona de expansión en la localidad de Suba, donde se puede evidenciar las longitudes estimadas de vía férrea doble, el proceso constructivo y el número de estaciones por alternativa y tipología:

Tabla 3.1 Características generales de las alternativas analizadas

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Longitud Total (Km)	Longitud Elevado (Km)	Longitud Subterráneo (Km)	Longitud Nivel (Km)	Estación elevada (Un)	Estación subterránea (Un)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	15.14	14.04	1.10	0.00	10	0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16.31	15.21	1.10	0.00	10	0
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	15.80	15.80	0.00	0.00	12	0
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	16.98	16.98	0.00	0.00	12	0
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	15.79	4.46	11.33	0.00	3	9
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16.72	3.57	13.15	0.00	11	2
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	13.70	11.98	0.00	1.72	9	0
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	14.91	13.19	0.00	1.72	9	0
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Extensión	15.94	15.94	0.00	0.00	11	0
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	15.82	1.34	14.48	0.00	0	11
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	15.31	15.31	0.00	0.00	0	11
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	15.16	1.32	13.84	0.00	11	0
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	14.73	0.00	14.73	0.00	0	10
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	14.73	7.34	7.39	0.00	5	5

Nota: Las distancias registradas corresponden a longitud de vía metro doble y no consideran el tramo de línea al patio taller. Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

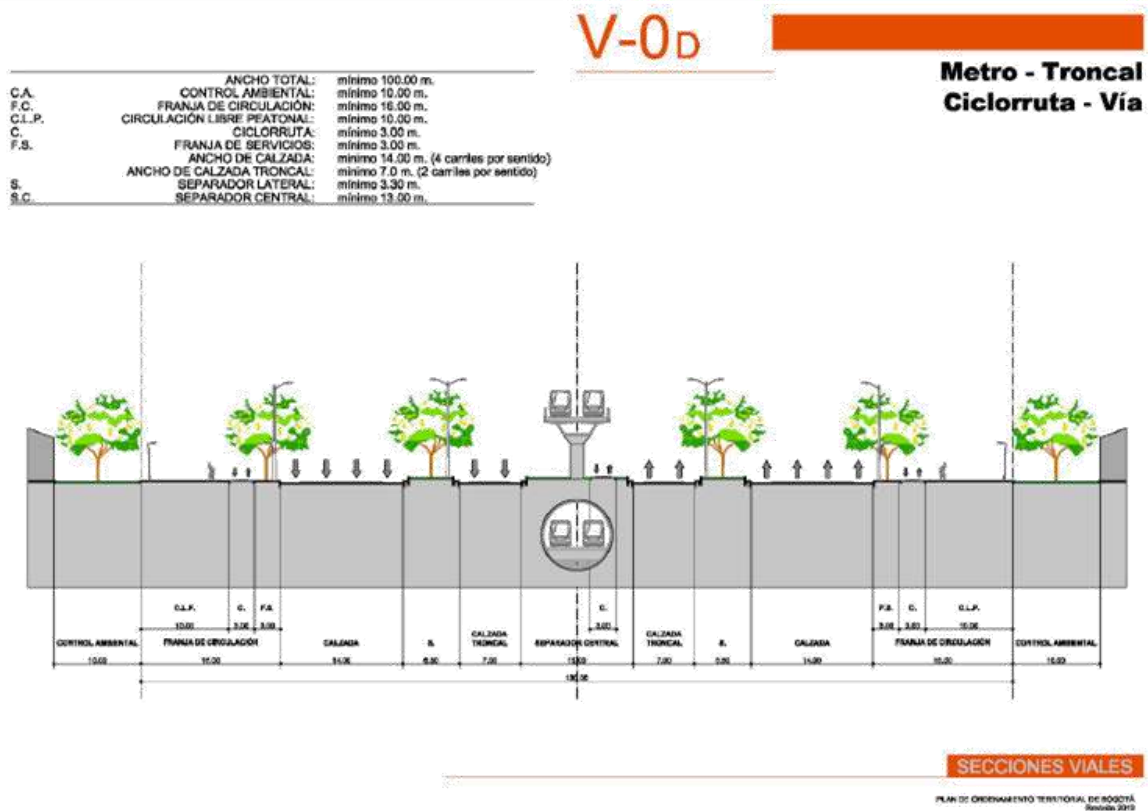
Corredores usados para el desarrollo de alternativas

3.3 En esta etapa de análisis, los corredores usados para el desarrollo de las diferentes alternativas presentan las siguientes características:

Autopista Norte o Avenida Paseo de los Libertadores

3.4 La Autopista Norte o Avenida Paseo de los Libertadores recorre la ciudad de norte a sur en calzada bidireccional el tramo norte, la cual contempla una sección vial tipo V0 con ancho de 100 metros, permitiendo la incorporación de sistema metro sin mayor problema, por el espacio disponible. Este corredor vial empalma con la Avenida Caracas en la calle 72 y tiene una sección vial V2¹ con un ancho de 40 metros. Figura 3.2 y 3.3

Figura 3.2 Sección Vial V0 con sistema metro elevado o subterráneo - POT Bogotá.



Fuente: Anexo 8 – Decreto 190 de 2004

¹ <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

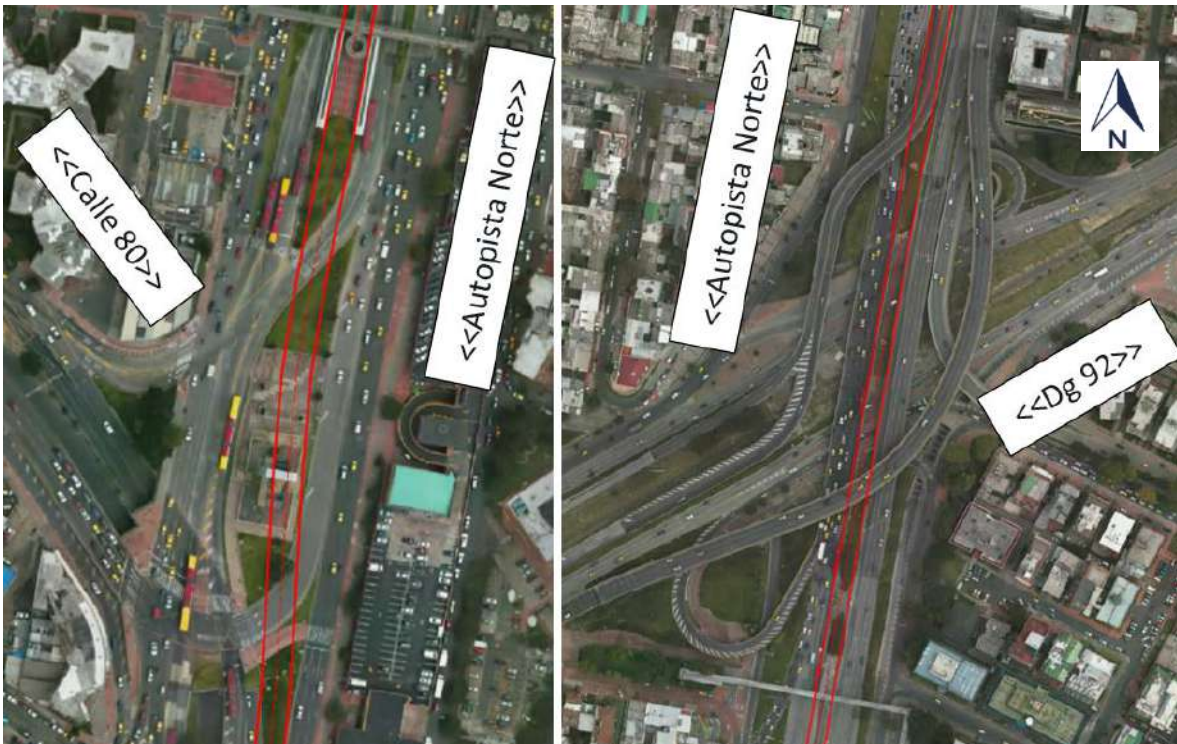
Figura 3.3 Registro fotográfico Autopista Norte



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.5 Este corredor vía es usado en las diferentes alternativas de estudio, donde se presentan puntos particulares como lo es el monumento a los Héroes y el puente de tercer nivel en la intersección con la Avenida NQS, que generan un desafío en el desarrollo de la geometría férrea y la integración con el futuro Regiotram Norte. Figura 3.4

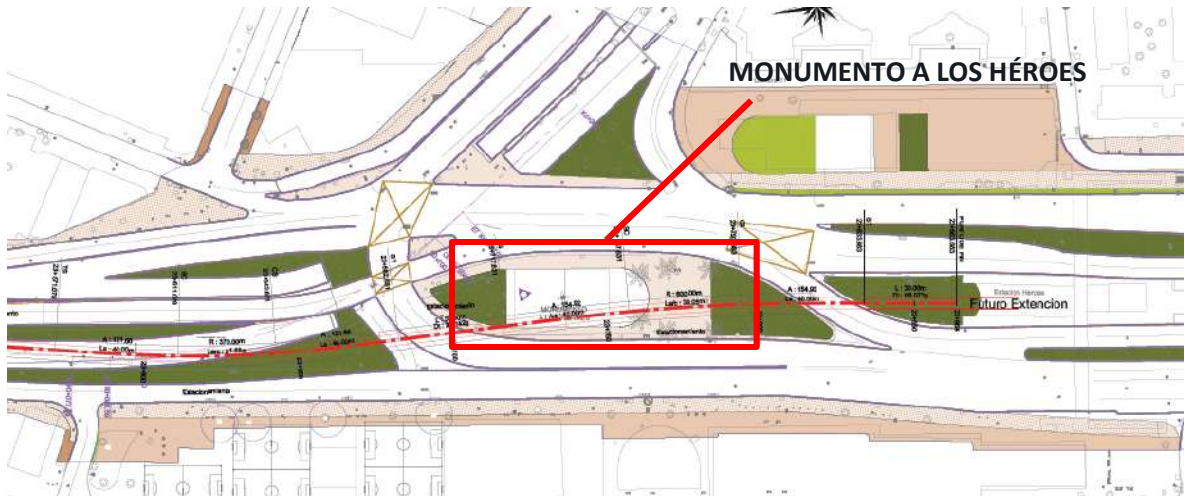
Figura 3.4 Infraestructura que limita la geometría férrea



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

3.6 Es así como se ratifica lo planteado en los diseños de la PLMB, donde el monumento a los Héroes debe ser trasladado para brindar una geometría limpia al trazado, que en el caso de la PLMB es usado para la cola de maniobra y permite un desarrollo futuro. En las imágenes siguientes (3.5 y 3.6)), se observa el planteamiento en esta zona, donde el eje férreo interfiere con la localización actual del monumento a los Héroes.

Figura 3.5 Afectación en planta al monumento a los Héroes



Fuente: Estudios de la PLMB – Cuarto de Datos

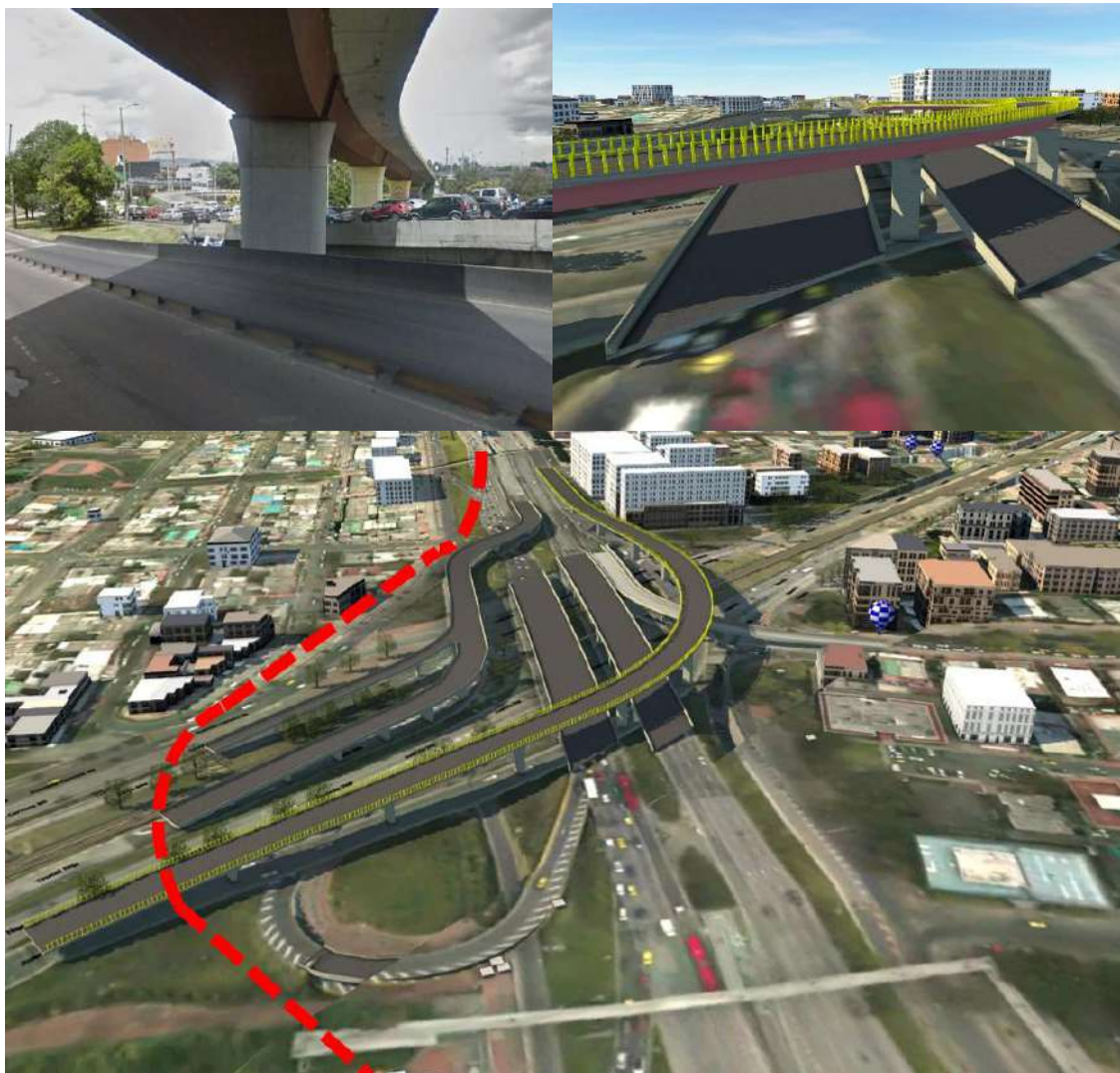
Figura 3.6 Afectación al monumento a los Héroes



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

3.7 De la Autopista Norte, no obstante y debido a la localización de pilas de los puentes existente, es necesario realizar la reconfiguración de la sección vial de los puentes que dan continuidad a la Autopista Norte y permitir el tránsito ferroviario. De manera alterna, es posible el desarrollo de un trazado curvo hacia el occidente de la intersección, evitando afectar la infraestructura existente, pero generando una afectación predial adicional. Figura 3.7

Figura 3.7 Interferencia de alineamiento con apoyos de puente de tercer nivel



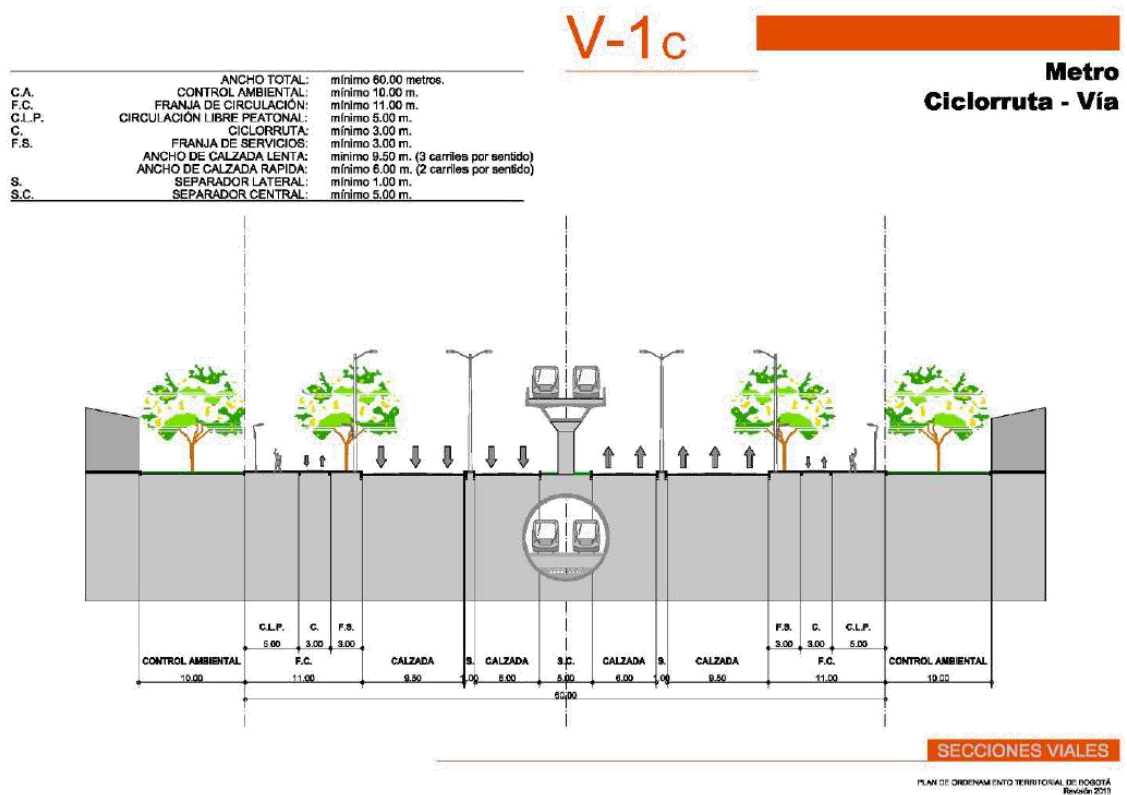
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Avenida Calle 80 o Avenida Medellín

- 3.8 La Avenida Calle 80 o Avenida Medellín, recorre la ciudad de oriente a occidente en calzada bidireccional, con una tipología de sección vial V1² según el POT de Bogotá, la cual contempla un ancho de 60 metros, permitiendo la incorporación de sistema metro sin mayor problema, al reservar espacios generosos para su implantación. Figura 3.8

² <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

Figura 3.8 Sección Vial V1 con sistema metro elevado o subterráneo - POT Bogotá.



Fuente: Anexo 8 – Decreto 190 de 2004

3.9 Este corredor vial presenta interferencia de la tipología férrea elevada con la infraestructura del sistema Transmilenio, en especial con los puentes peatonales de acceso a las estaciones y la localización de pilas en los tramos con estaciones. Respecto al alineamiento horizontal no presenta mayores desafíos para la inserción del sistema metro elevado. Figura 3.9

Figura 3.9 Registro fotográfico CI 80



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Avenida el Rincón o Cr 91-CI 127ª

- 3.10 La Avenida el Rincón o Cra. 91 en el tramo occidental y Calle 127ª en el tramo oriental, están localizadas en el nor-occidente de la ciudad y permiten la conexión entre la Av. Boyacá y la Avenida Tabor en la localidad de Suba con una calzada bidireccional, atravesando los cerros de Suba con fuertes pendientes, que son un desafío para los sistemas ferroviarios. El corredor está contemplado con una sección vial V1³ según el POT de Bogotá, señalada en con anterioridad en la descripción de Avenida Calle 80 o Avenida Medellín, con una sección de 60 metros y cuya tipología permite la inserción del sistema metro sin mayor dificultad. Figura 3.10

Figura 3.10 Registro fotográfico Av. Rincón



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.11 Actualmente, el tramo de la Av. Rincón entre Av. Tabor y CI 127ª se encuentra en obra, por tal razón el alineamiento se armonizará con este trazado para evitar la menor afectación a la infraestructura construida. Figura 3.11

Por otro lado, el tramo de la Av. Rincón entre Av. Boyacá y Cra. 91 presenta diseños para la ampliación de la vía actual. No obstante, debido a las pendientes elevadas de este eje, la tipología de metro usada en las dos (2) alternativas de este corredor es subterránea.

³ <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

Figura 3.11 Armonización de trazado con diseños existentes Av. Rincón



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Avenida Tabor o Calle132

- 3.12 La Avenida Tabor o Calle 132, discurre por la ciudad de oriente a occidente en calzada bidireccional y también está contemplada en el POT como una vía tipo V1⁴, señalada en con anterioridad en la descripción de Avenida Calle 80 o Avenida Medellín, facilitando la implantación del sistema metro, permitiendo la conexión de la Av. Cali con la Av. Rincón en el sector de Suba. Figura 3.12

Figura 3.12 Registro fotográfico Av. Tabor



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

⁴ <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

- 3.13 Este corredor vial permite la implantación de las tipologías elevado y subterráneo del sistema metro con facilidad, dada la sección vial actual.

Avenida Calle 100 o Avenida España

- 3.14 La Avenida Calle 100 o Avenida España, presenta una tipología V1, señalada con anterioridad en la descripción de Avenida Calle 80 o Avenida Medellín con un ancho de 60 metros. Este eje vial, recorre la ciudad de forma radial, conectando los cerros orientales con la Avenida Cra.68 en calzada bidireccional y finalmente conectando con el sur de la ciudad de Bogotá. Figura 3.13

Figura 3.13 Registro fotográfico Av. Cl 100



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.15 Este corredor vial presenta un separador angosto, que puede generar afectación al tráfico durante la construcción de la tipología elevada sumado a que dicho corredor será usado para el tránsito del sistema BRT correspondiente a la troncal Transmilenio de la Av. Carrera 68, no obstante, no presenta interferencia con infraestructura importante.,

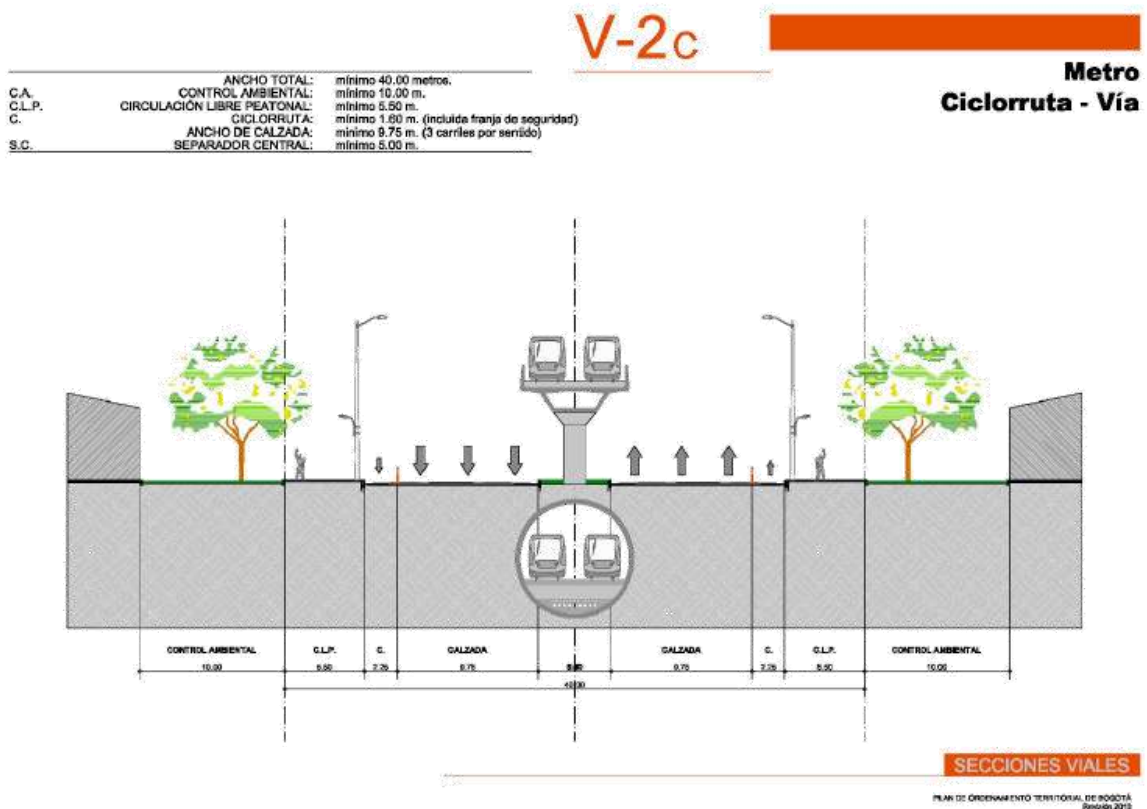
Avenida Ciudad de Cali (Entre Cl 80 y Cl 170)

- 3.16 La Av. Ciudad de Cali o Carrera 86 recorre la ciudad de Norte a Sur en calzada bidireccional, permite la conexión con el municipio de Soacha al sur de la ciudad. Este corredor, en su tramo sur contempla una sección vial V1⁵ y el tramo norte, entre Cl 80 y Cl 170, el cual se analizará para las alternativas de trazado del metro, presenta una sección vial V2⁶ según el POT de Bogotá, con un ancho de 40 metros y cuya tipología permite la inserción del sistema metro sin mayor dificultad. Figura 3.14

⁵ <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

⁶ <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

Figura 3.14 Sección Vial V2 con sistema metro elevado o subterráneo - POT Bogotá.



Fuente: Anexo 8 – Decreto 190 de 2004

- 3.17 El análisis de inserción del sistema metro por este corredor se realiza con las condiciones actuales, es decir, sin la inserción del sistema TransMilenio por este corredor, considerando que este no fue incluido dentro del escenario de modelación para los análisis de las alternativas de expansión del sistema Metro; evidenciando tramos en los cuales la sección vial existente no permite la adecuada implantación del sistema metro en su tipología elevada, debido a que las calzadas vehiculares están separadas por barreras Newjersey con 0.8m de ancho entre la calle 72 y la cr 91 o Av. Rincón. Figura 3.15

Figura 3.15 Registro fotográfico Av. Ciudad de Cali



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Avenida Calle 127 o Avenida Rodrigo Lara Bonilla

- 3.18 La Avenida Calle 127 o Avenida Rodrigo Lara Bonilla conecta la ciudad de oriente a occidente en calzada bidireccional, entre los cerros orientales y la Avenida Boyacá en el sector de Niza. Este corredor contempla sección vial V2⁷ según el POT de Bogotá, señalada con anterioridad en la descripción de Avenida Ciudad de Cali (Entre CI 80 y CI 170), con una sección de 40 metros, y cuya tipología permite la inserción del sistema metro sin mayor dificultad. Figura 3.16

Figura 3.16 Registro fotográfico CI 127



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.19 Este eje vial no genera grandes desafíos en la inserción del sistema metro en la tipología elevada. Sin embargo en la tipología subterránea, las cotas son un tema de análisis de mayor detalle, considerando la presencia del canal paralelo al corredor vial.

⁷ <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

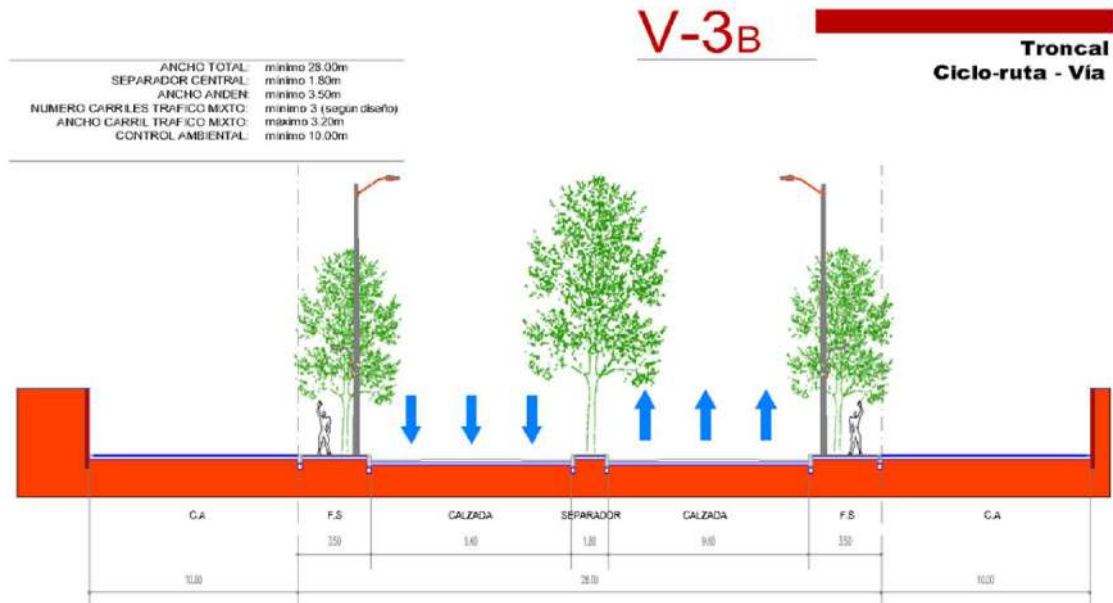
Avenida Calle 72 o Avenida Chile

- 3.20 La Avenida Calle 72 o Avenida Chile conecta la ciudad de oriente a occidente en calzada bidireccional, conectando los cerros orientales con el extremo occidental de la ciudad. Este corredor está contemplado con una sección V3^[1] según el POT de Bogotá, con un ancho de 31 metros dificultando la inserción del sistema metro elevado debido a lo estrecho de la sección existente y la proximidad a fachadas que registra esta alternativa, no obstante, según la SDP esta vía presenta una reserva vial V2^[2].
- 3.21 En este corredor, no se contempló la inserción de la tipología elevada, debido a lo angosto de la sección actual y el impacto urbanístico que genera el tablero elevado al estar muy cerca de las fachadas, La inserción de un viaducto en la Calle 72 presenta un alto impacto visual, urbano y ambiental, ya que la distancia desde el mismo hasta las fachadas existentes variaría entre los 7.50m y los 9.20m. En los tramos más angostos del corredor, la implantación del viaducto y en especial de las pilas, requeriría de la reconfiguración de la sección vial y por tanto afecta de manera directa la capacidad de la infraestructura actual y/o los predios aledaños, limitando la posibilidad de incluir nuevos proyectos de renovación urbana. La inserción de estaciones elevadas a lo largo del trazado implicaría la total afectación predial de todas las manzanas a lo largo de las mismas, ya que el ancho de las estaciones ocuparía la totalidad de la sección vial existente, aumentando el costo y la complejidad de la gestión predial.
- 3.22 Por tal razón se descartó la alternativa elevada y se plantea tipología subterránea en la calle 72 a lo largo del eje propuesto para el sistema metro, donde también se presenta cercanía de la infraestructura a los linderos de predios, con el atenuante que la intervención se desarrolla en un nivel inferior y no interfiere de forma directa con las cimentaciones de los predios colindantes, sin afectar negativamente en términos urbanísticos y prediales. Figura 3.17 y 3.18

^[1] <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf#>

^[2] <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf>

Figura 3.17 Sección Vial V3 sin compatibilidad de sistema metro - POT Bogotá.



Fuente: Anexo 8 – Decreto 190 de 2004

Figura 3.18 Sección vial angosta en corredor vial calle 72



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Canal Rionegro

- 3.23 El Canal Rionegro es un cuerpo de agua a cielo abierto que inicia en los cerros orientales, que discurre al occidente de la ciudad y desemboca en el humedal Juan Amarillo. Luego de analizar los anchos a lo largo del canal, se identificó que los puntos más estrechos cuentan con un ancho de 40 metros entre predios colindantes. Figura 3.19

Figura 3.19 Sección Canal Rionegro



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.24 Considerando que el sistema metro discurre por el eje del Canal Rionegro en tipología elevada y a nivel, no se evidencia grandes dificultades para el desarrollo de las alternativas de trazado. No obstante, se encontró que el corredor también es usado para el desarrollo de redes de alcantarillado de gran tamaño, lo cual obliga que el trazado geométrico del metro tenga que analizarse con mayor detalle en etapas futuras para reducir la interferencia al máximo, en caso de ser la alternativa seleccionada. Figura 3.20

Figura 3.20 Registro fotográfico canal Rio Negro



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Trazado geométrico de cada alternativa

Objeto de la actividad trazado geométrico

3.25 El objetivo de la actividad de trazado geométrico de las alternativas es el de identificar la factibilidad técnica de la inserción urbana de las catorce (14) alternativas contempladas en el análisis multicriterio. Específicamente se busca:

- Precisar los corredores usados para el desarrollo factible del sistema férreo;
- Identificar las posibilidades técnicas para la inserción de la transición de infraestructura elevada a infraestructura subterránea;
- Presentar los condicionantes para la inserción del trazado elevado y subterráneo;
- Inserción de estaciones;
- Identificación de afectación predial;
- Identificación de interferencia con redes;
- Identificación de afectación a zonas ambientales protegidas y
- Analizar la inserción del sistema férreo por tramos, identificando las singularidades.

3.26 El esquema de las alternativas de trazado se presenta en el Anexo A. Trazado geométrico de cada Alternativa.

Hipótesis del trazado

3.27 Se validan y se adoptan algunos parámetros del diseño geométrico propuestos en los estudios de prefactibilidad de la PLMB elaborado por Systra en el año 2016, teniendo en cuenta que dentro de las alternativas propuesta se encuentra la extensión de la PLMB-T1 y se proponen unos nuevos para el desarrollo del trazado en tipología elevada y su enlace con los tramos subterráneos. Tabla 3.2

Tabla 3.2 Hipótesis de diseño geométrico

Parámetro	Valor	Observaciones
Velocidad máxima	90km/h	
Galibo estático MR	3,20m	Según análisis matriz multicriterio Systra
Entre-eje	3,90m	Según análisis matriz multicriterio Systra
Trazado en planta:		
Radio mínimo	250m 400m recomendable	En función de la problemática específica en ciertas curvas con relación a la afectación predial y la cercanía a estaciones, se puede contemplar la reducción excepcional del radio a 200m:
Longitud mínima de los elementos de geometría	20m 30m recomendable	Impacto negativo sobre la calidad de explotación: reducción de la velocidad de diseño, mayor mantenimiento, reducción del nivel de confort.
Andenes:		
Longitud (para trenes de 6 ó 7 vagones)	150m 15m	Localización de estaciones en alineamiento recto.
Distancia a curva horizontal	1,72m	
Distancia horizontal nariz de	1,10m	

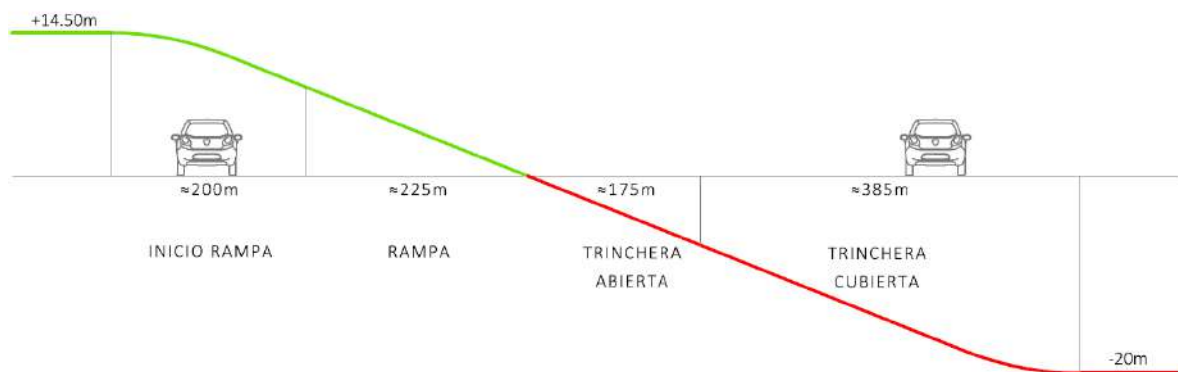
Parámetro	Valor	Observaciones
andén / eje de vía Distancia vertical andén / plano de rodadura		
Transición infraestructura elevada a subterránea: Anchura / Longitud Pendiente longitudinal máxima	14m / ≈1Km 4%	La longitud de la transición varía en función de la diferencia de nivel a obtener entre el viaducto y el túnel.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Zonas de transición

- 3.28 Las zonas de transición corresponden al punto en el que finaliza el tramo con tipología elevada para enlazar con la solución subterránea del proyecto o viceversa. Por un lado, se ha considerado la longitud necesaria para efectuar la transición de tipo de infraestructura: a partir de la cota nominal de la vía elevada, se desciende hacia el nivel de calle (nivel 0) mediante una rampa, que continúa primero en trinchera abierta, luego en trinchera cubierta hasta alcanzar la cota nominal de la tipología tipo túnel.
- 3.29 En esta fase del estudio se han adoptado las mismas hipótesis de diseño para todas las alternativas, con una pendiente máxima de 4%. Además, se adopta las mismas hipótesis de Systra en los estudios de prefactibilidad de la PLMB en el año 2016, respecto a las cotas de vía inicial y final, para poder determinar la longitud aproximada de la transición, que pasa de +14,5m hasta -20m. A continuación, se presenta un esquema con los diferentes segmentos de la transición. Figura 3.21

Figura 3.21 Transición entre tipologías elevada y subterránea



Fuente: Estudios de prefactibilidad de la PLMB en el año 2016 - PLMB-SYS-DOC-TOD-0500-0B -Beneficios económicos de opciones de inversión frente al trazado original

- 3.30 Además de la transición de la infraestructura, otro aspecto considerado es el planteamiento de una cola de maniobras, en el contexto de una ejecución por fases. Este análisis, se debe confrontar a un estudio de explotación, el cual define la configuración y necesidades espaciales de la cola.

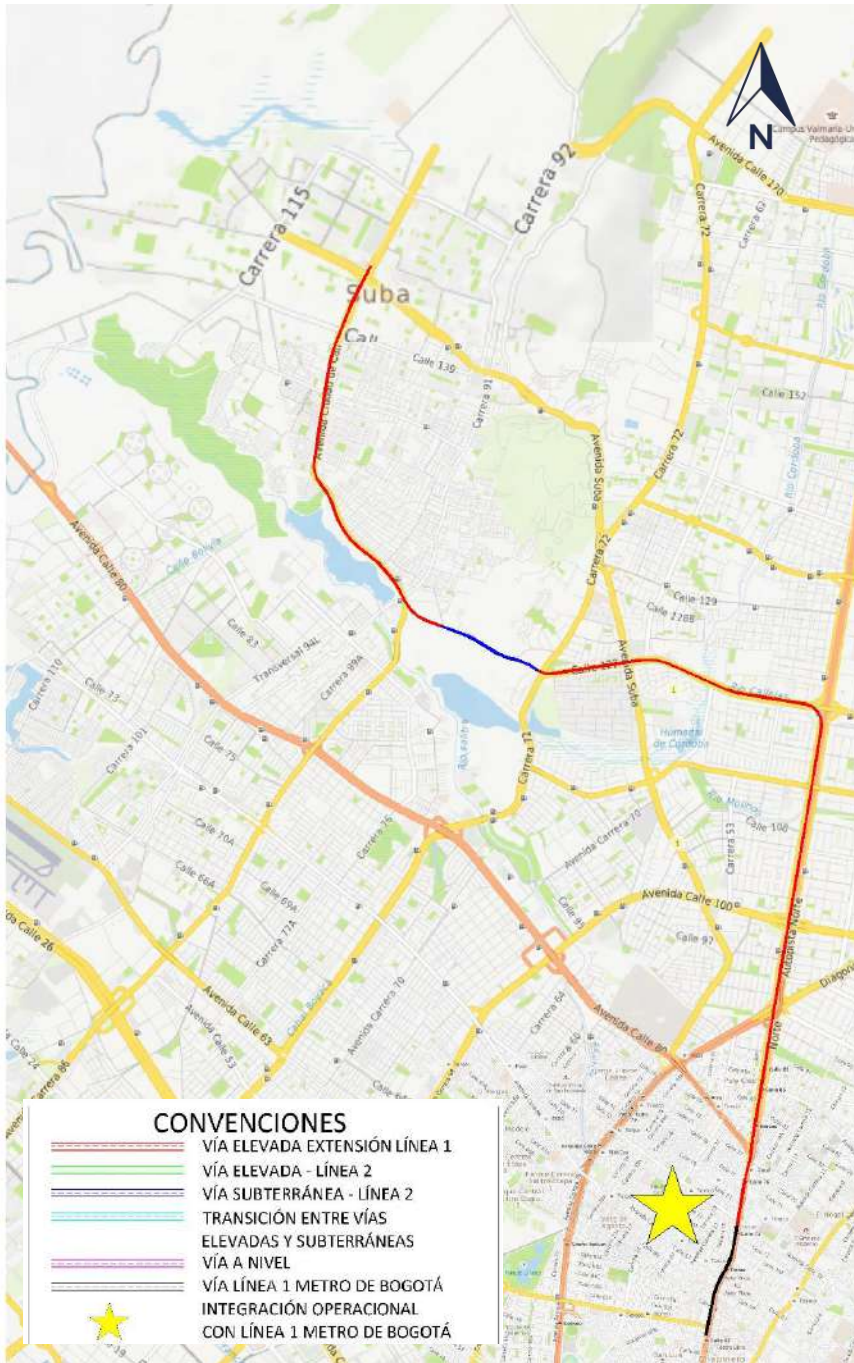
- 3.31 No obstante, para esta etapa de análisis, se adopta una cola de maniobra de 600 metros y que es similar a la longitud planteada en los diseños de la PLMB, la cual permite seis posiciones de estacionamiento para la regulación de frecuencia que suman 450 metros más 150 metros de zona de seguridad y colocación de aparatos de vía. Esta longitud de 600 m, podría ajustarse en función de la longitud final de los trenes, en el desarrollo del presente contrato.

Trazado, características y ubicación

Alternativa 2.01 / Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali / Mixta / Extensión

- 3.32 La Alternativa 2.01 funciona como extensión de la PLMB, desde la estación de la Av. Caracas con calle 72, con una tipología mixta, es decir, presenta tramos con tipología elevada y subterránea, el eje se desarrolla con tipología elevada por la Autopista Norte en sentido norte hasta alcanzar la calle 127, en donde hace un giro al occidente, tomando dicho corredor hasta la intersección con la Avenida Boyacá. Figura 3.22

Figura 3.22 Alternativa 2.01 / Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali / Mixta / Extensión



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

3.33 En este punto, se presenta un cambio a tipología subterránea hasta la carrera 89 debido a la topografía del tramo y posterior a esto, se retoma la tipología elevada. Figura 3.23

Figura 3.23 Tramo subterráneo posterior a la intersección CI 127 x Av. Boyacá



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.34 El trazado continúa en dirección occidente hasta encontrar la intersección de la carrera 91 con la calle 127a, al costado norte del Humedal Juan Amarillo y discurre por el corredor de la Avenida Ciudad de Cali al norte, hasta la calle 145, a la altura del Portal de TransMilenio de Suba.

Alternativa 2.02 / Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali / Mixta / Línea nueva

- 3.35 La Alternativa 2.02 funciona como una extensión de la PLMB, desde la estación de la Av. Caracas con calle 72 hasta la Calle 127, a partir de este punto se convierte en una línea nueva que inicia en la Autopista Norte con calle 125, en donde se plantea una estación de conexión o integración con la PLMB. Figura 3.24

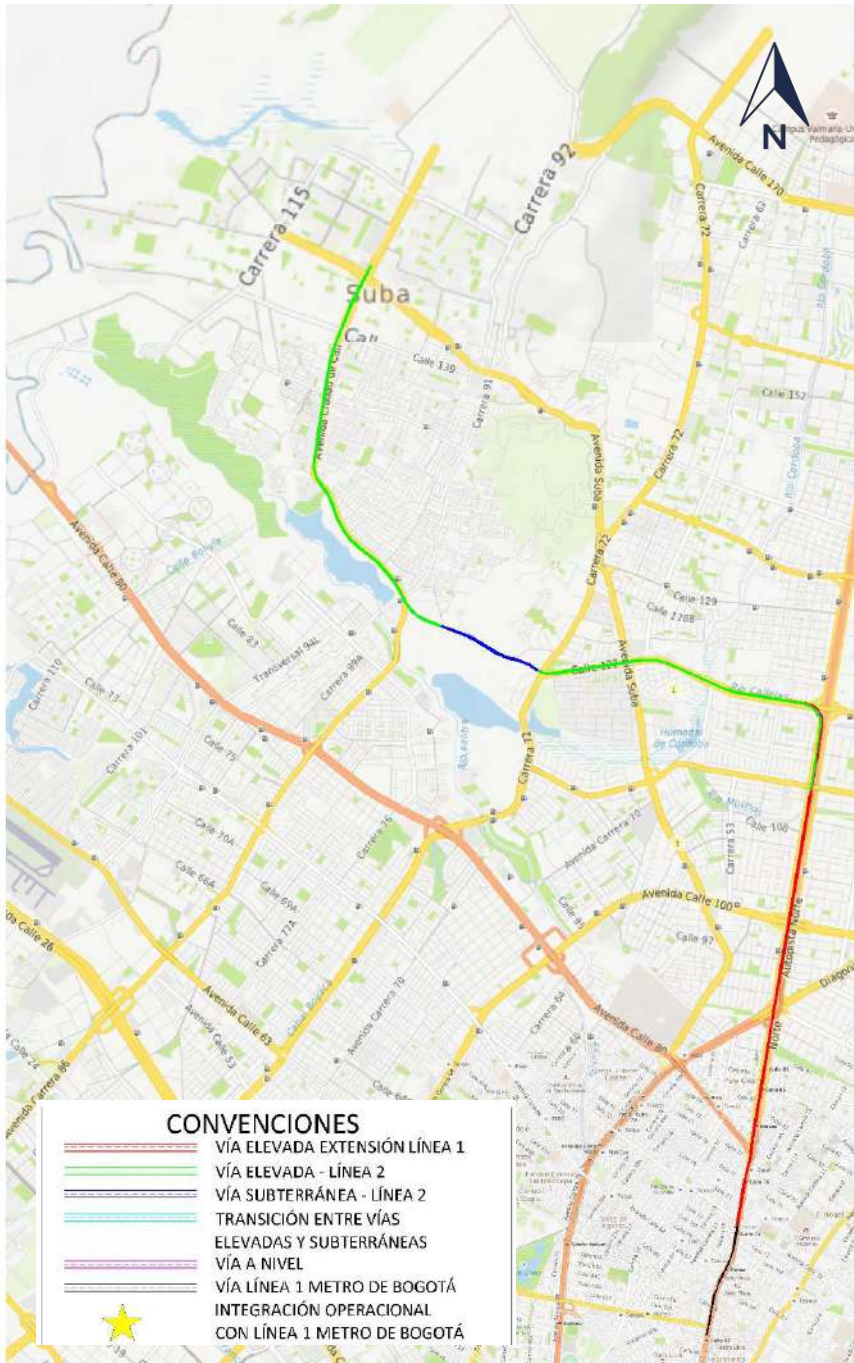
Figura 3.24 Estación de intercambio cl 127 - Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.36 Desde este punto, el trazado se desarrolla con las mismas características de la alternativa 1 hasta conectar con el portal de TransMilenio de Suba. Figura 3.25

Figura 3.25 Alternativa 2.02 / Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali / Mixta / Línea nueva

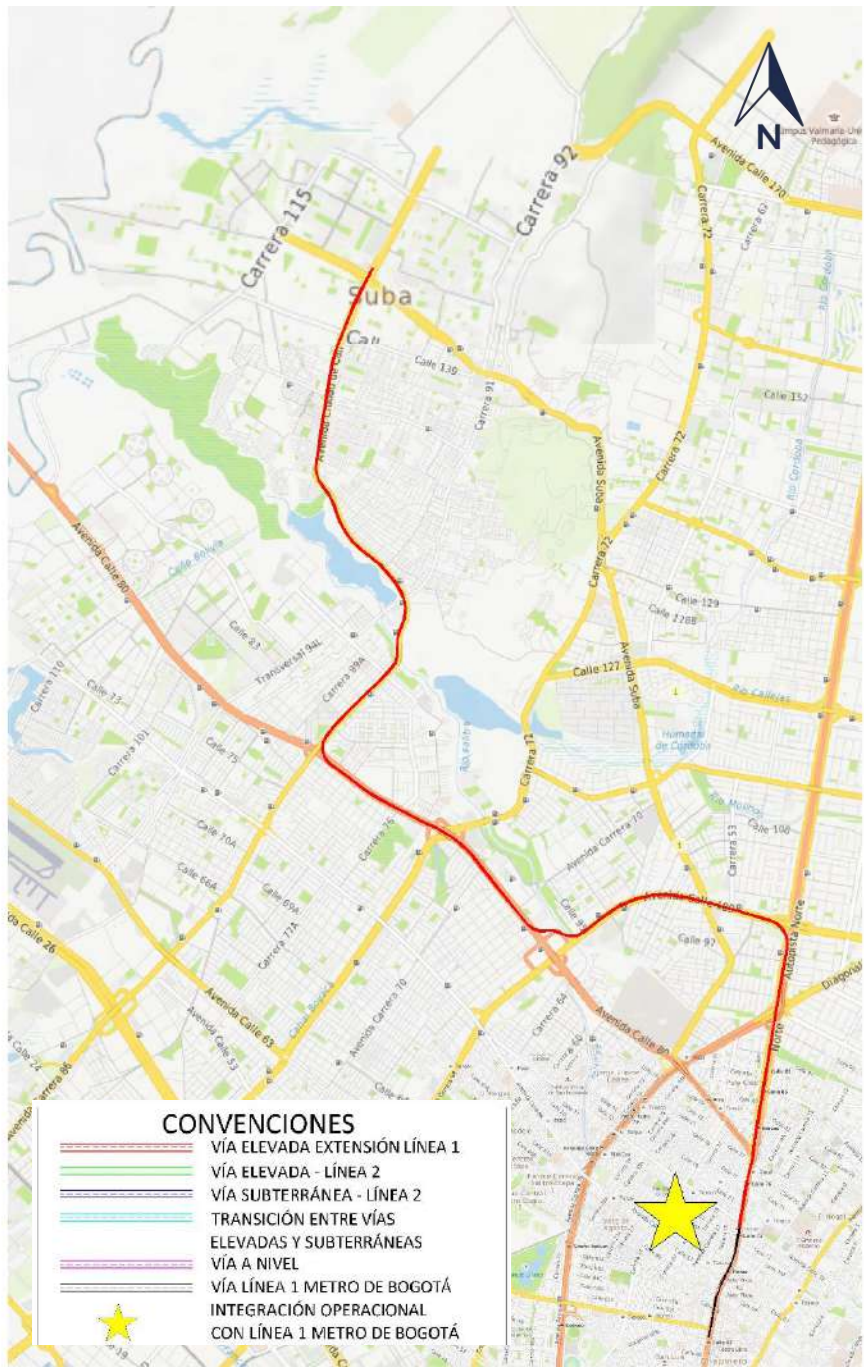


Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.03 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Elevada / Extensión

3.37 La Alternativa 2.03 funciona como extensión de la PLMB, desde la estación de la Av. Caracas con calle 72, con una tipología elevada. Figura 3.26

Figura 3.26 Alternativa 2.03 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Elevada / Extensión



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

3.38 El trazado discurre en dirección norte hasta la calle 100, en donde usa este corredor en dirección occidente, y luego en dirección sur por la Avenida 68. A la altura de la calle 95 el trazado gira por detrás de las edificaciones existentes (Homecenter) en dirección occidente, para incorporarse al corredor de la calle 80 al occidente. Figura 3.27

Figura 3.27 Zona de empalme entre AV. Carrera 68 y Av. Cl 80



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.39 El trazado continúa en dirección occidente hasta la Avenida Ciudad de Cali (carrera 86) y se desarrolla en dirección norte, hasta llegar a la calle 145 en el Portal de TransMilenio Suba.

Alternativa 2.04 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Elevada / Línea nueva

- 3.40 La Alternativa 2.04 funciona como extensión de la PLMB hasta la Calle 97, en donde se plantea una línea nueva que inicia en la Autopista Norte con calle 97, punto en donde se plantea una estación de conexión o integración con la PLMB. Figura 3.28

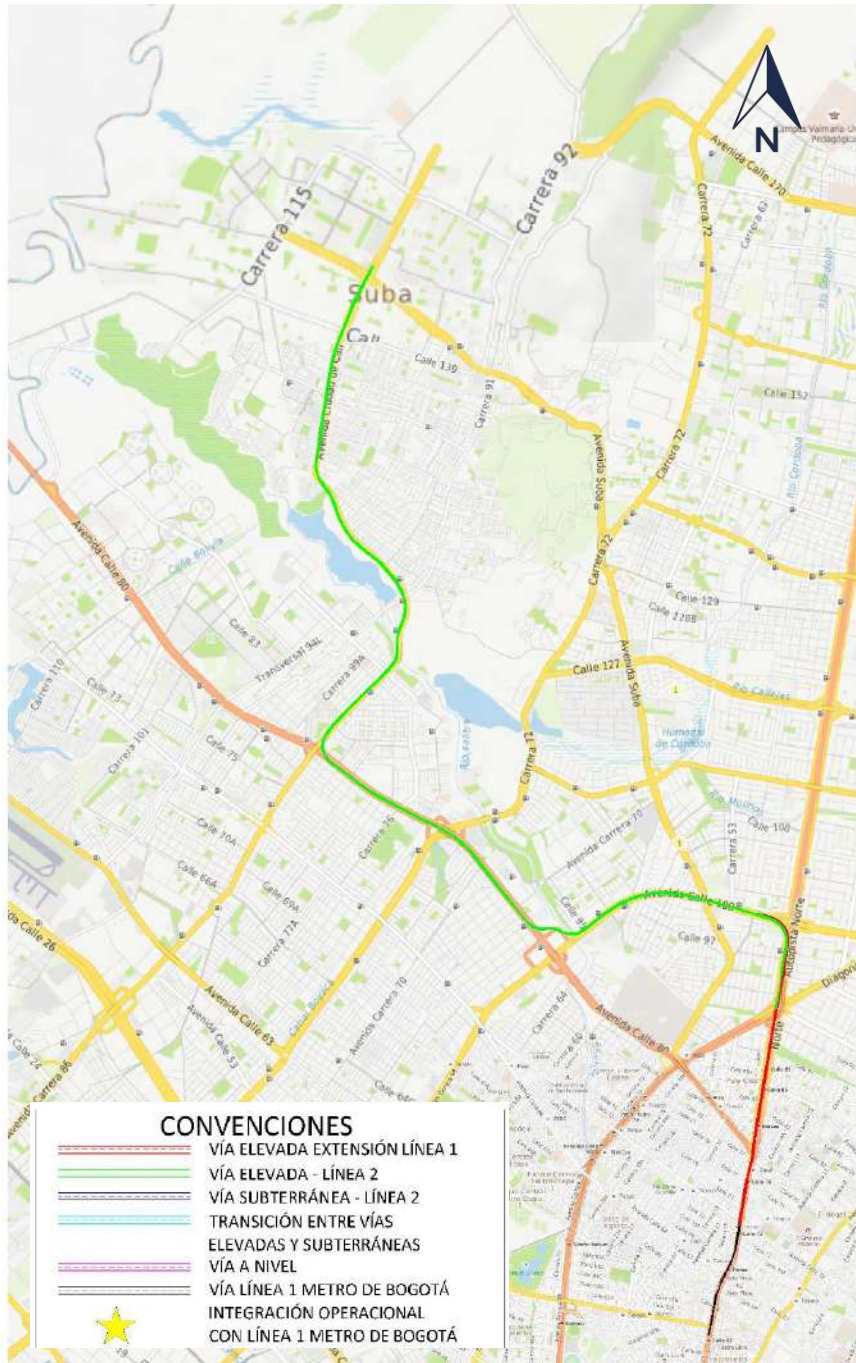
Figura 3.28 Estación de intercambio cl 100 - Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.41 El trazado toma el corredor de la calle 100 en dirección occidente, en tipología elevada. Desde este punto, el trazado se desarrolla con las mismas características de la alternativa 2.03 hasta conectar con el portal de TransMilenio de Suba. Figura 3.29

Figura 3.29 Alternativa 2.04 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Elevada / Línea nueva

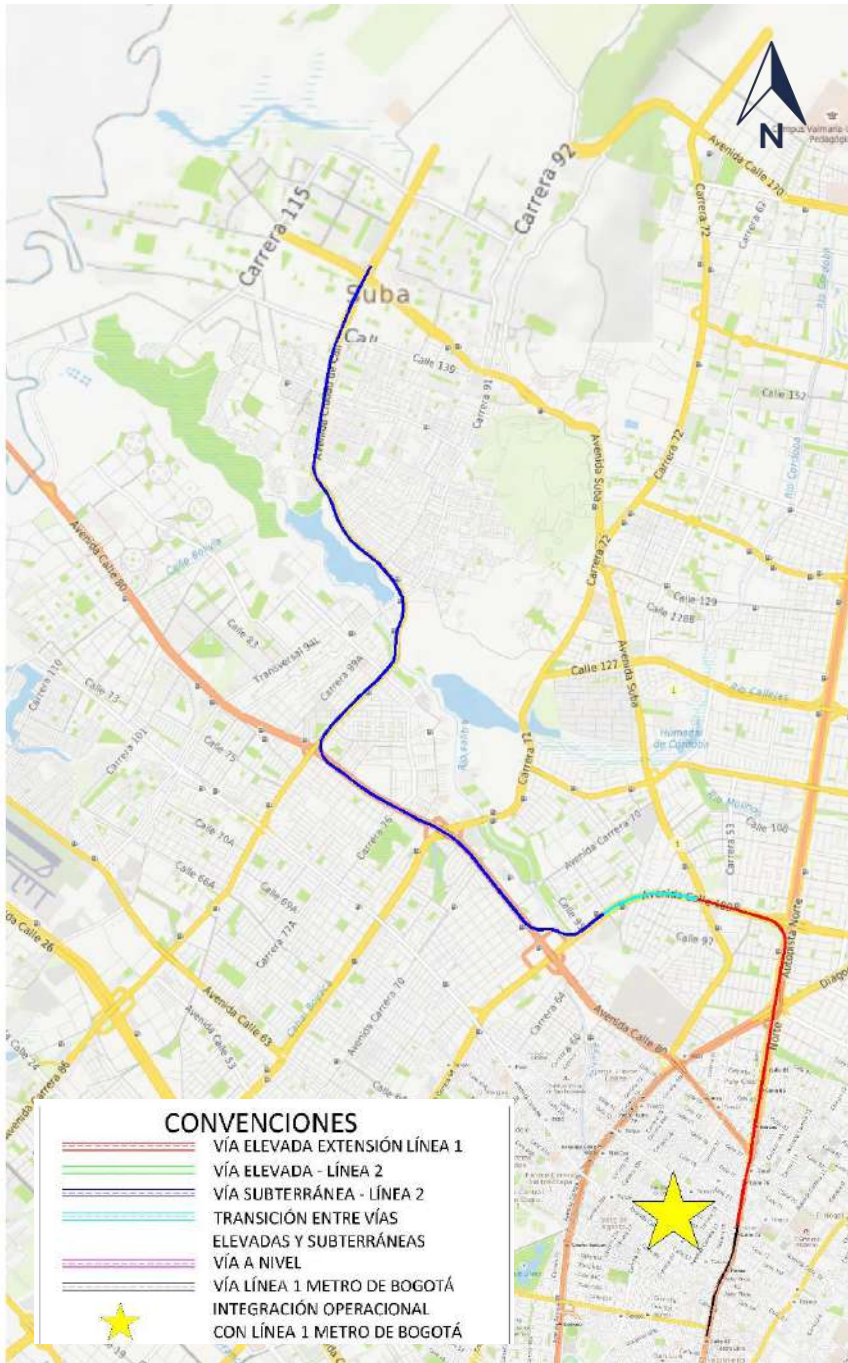


Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.05 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Mixta / Extensión

3.42 La Alternativa 2.05 funciona como una extensión de la PLMB, desde la estación de la Av. Caracas con calle 72, y funciona con tipología elevada en dirección norte por el corredor de la Autopista Norte. Figura 3.30

Figura 3.30 Alternativa 2.05 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / mixta / Extensión



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.43 A la altura de la calle 100, hace un giro en dirección occidente y se mantiene en tipología elevada hasta cruzar la intersección de la calle 100 con la Avenida Suba, punto en el cual se inicia la transición a tipología subterránea en aproximadamente 1 kilómetro. Figura 3.31

Figura 3.31 Transición entre tipologías elevado y subterráneo



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.44 A la altura de la calle 94a, el trazado continúa en tipología subterránea hasta el Portal de Suba usando los mismos ejes de las alternativas 3 y 4, es así como, a la altura de la calle 95 el trazado gira por detrás de las edificaciones existentes (Homecenter) en dirección occidente, para incorporarse al corredor de la calle 80. El trazado continúa en dirección occidente hasta la Avenida Ciudad de Cali y avanzando por este eje vial hasta llegar a la calle 145, al Portal de Transmilenio de Suba.

Alternativa 2.06 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva

- 3.45 La Alternativa 2.06 funciona como una línea nueva que inicia en la Autopista Norte con calle 100, en donde cruza perpendicularmente la PLMB y es en esta intersección, donde se plantea una estación de conexión o integración entre las dos líneas. Para esta alternativa, se contempla la extensión de la línea 1 hasta esta estación de la calle 97, y una conexión directa con la primera estación de la alternativa 2.06, en la calle 100. Figura 3.32

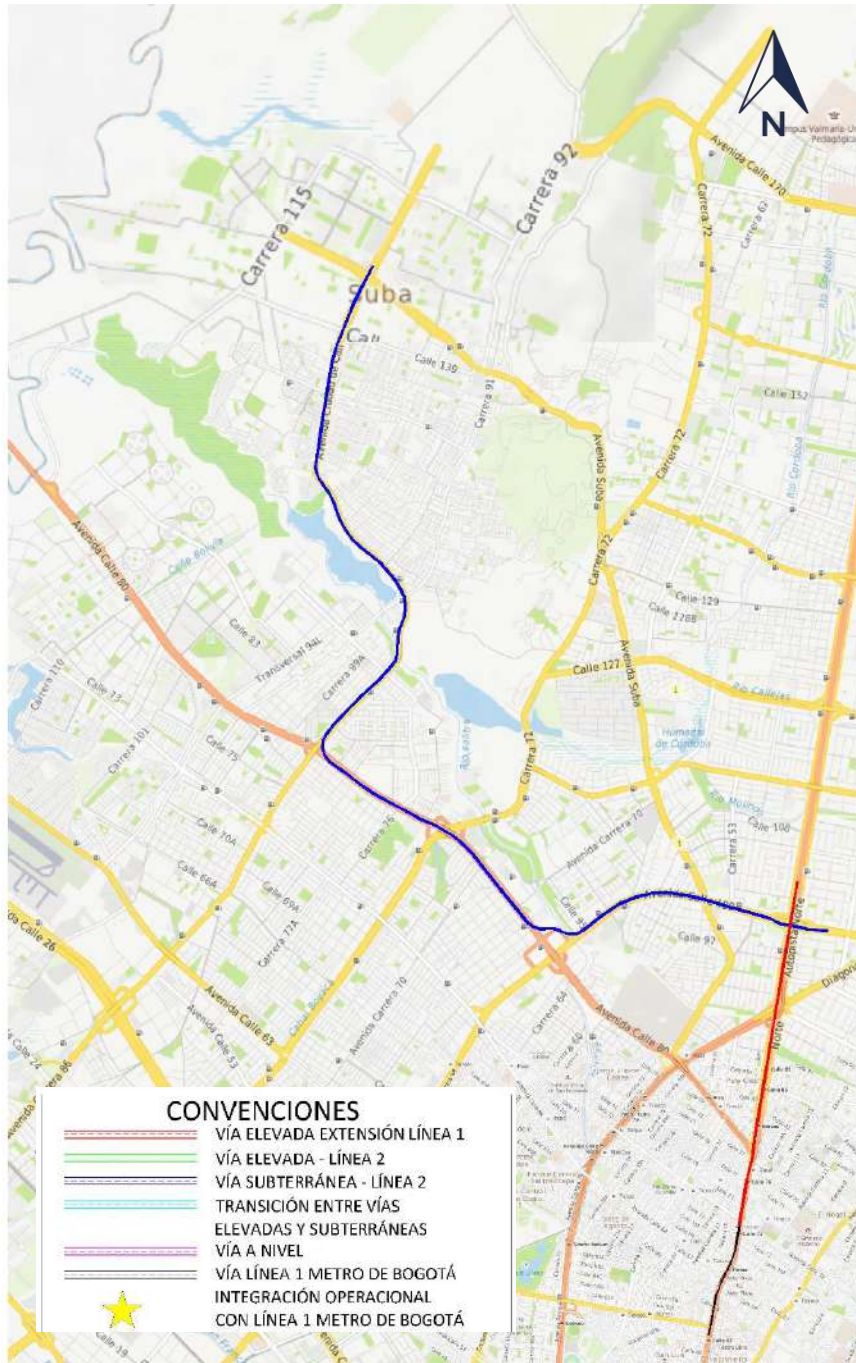
Figura 3.32 Estación de intercambio CI 100 - Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.46 La línea nueva, se desarrolla por el corredor de la calle 100 en dirección occidente, en tipología subterránea y a la altura de la calle 95 el trazado discurre por detrás de las edificaciones existentes (Homecenter) en dirección occidente, para incorporarse al corredor de la calle 80.
- 3.47 El trazado continúa en dirección occidente hasta la Avenida Ciudad de Cali, usando este corredor para llegar a la calle 145, al Portal de Transmilenio de Suba. Figura 3.33

Figura 3.33 Alternativa 2.06 / Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva

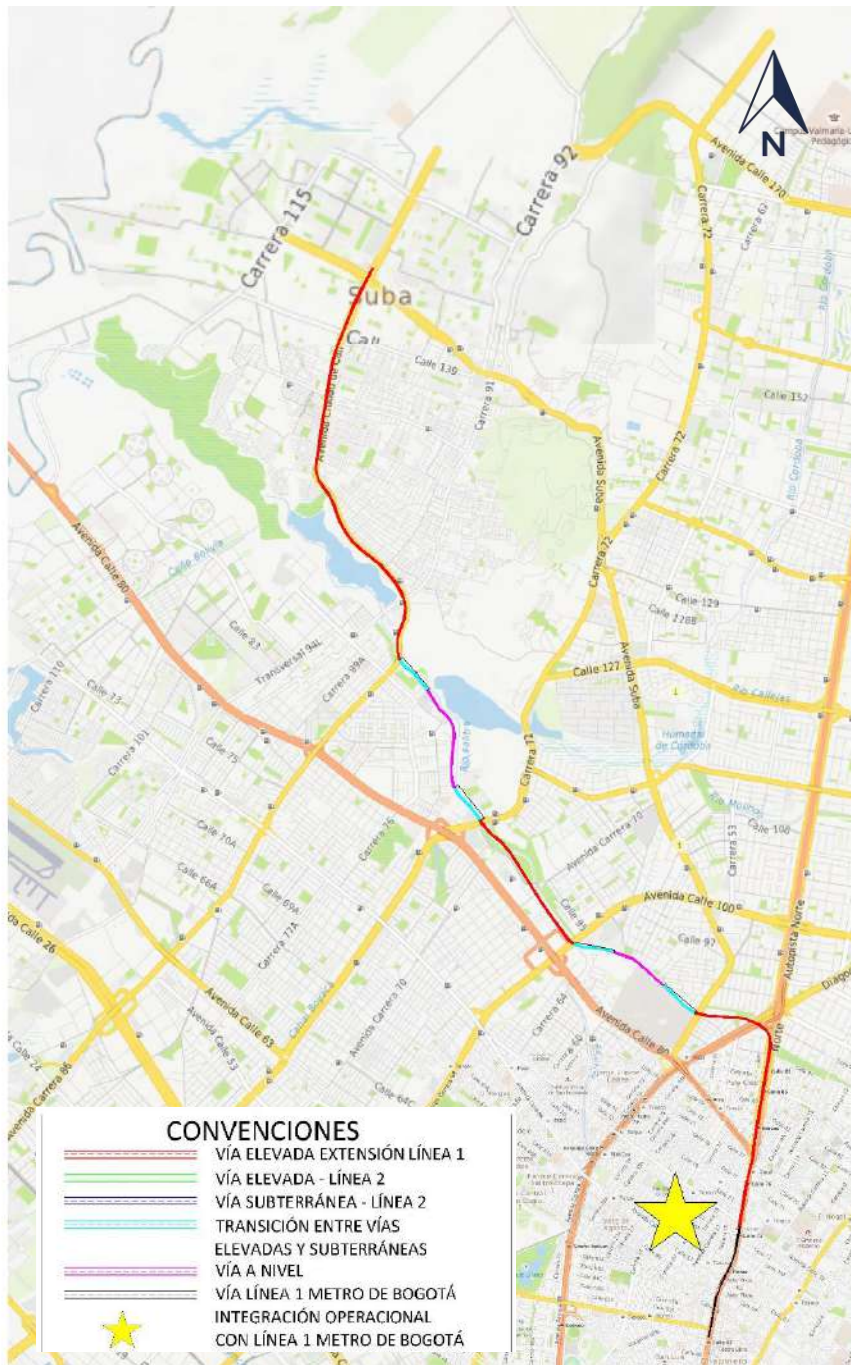


Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.07 / Canal Rionegro – Av. Cali / Elevada / Extensión

- 3.48 La Alternativa 2.07 funciona como una extensión de la PLMB, desde la estación de la Av. Caracas con calle 72, y funciona con tipología elevada en dirección norte por el corredor de la Autopista Norte. Figura 3.34

Figura 3.34 Alternativa 2.07 / Canal Rionegro – Av. Cali / Elevada / Extensión



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020 - Nota: Esta alternativa presenta transiciones entre tipologías elevada y a nivel.

3.49 A la altura de la calle 90, hace un giro en dirección occidente por el Canal Rionegro, y se mantiene en tipología elevada hasta la Av. Suba, punto en el cual el trazado inicia transición para alcanzar el

nivel del terreno en aproximadamente 1.5 kilómetros y posteriormente inicia una nueva transición para alcanzar la cota de la tipología elevada para salvar el corredor de la Av. 68. Figura 3.35

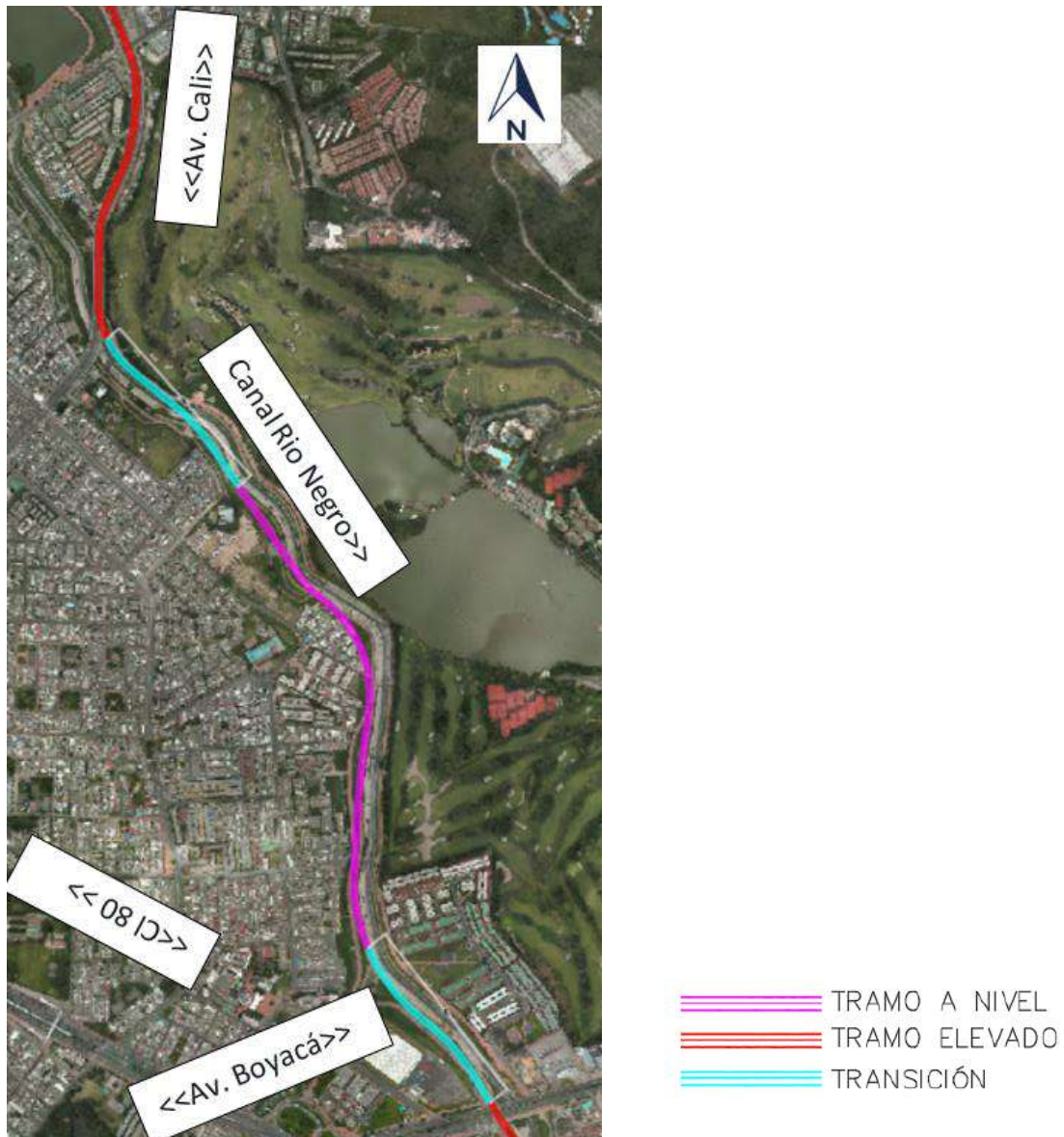
Figura 3.35 Transición entre tipologías elevado y a nivel entre Av. Suba y Cr 68



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020 - Nota: Esta alternativa presenta transiciones entre tipologías elevada y a nivel.

- 3.50 En este punto, el trazado continúa en tipología elevada hasta librar la Av. Boyacá, en donde se inicia otro tramo de transición entre la tipología elevada a nivel, donde se desarrolla por aprox. 3 Kilómetros y nuevamente inicia una transición a tipología elevada para incorporarse al corredor vial de la Av. Ciudad de Cali. Figura 3.36

Figura 3.36 Transición entre tipologías elevado y a nivel entre Av. Boyacá y Av. Cali



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020 - Nota: Esta alternativa presenta transiciones entre tipologías elevada y a nivel.

A partir de este punto, el trazado continúa en tipología elevada hasta el final de su recorrido en la calle 145 Portal de Suba.

Alternativa 2.08 / Canal Rionegro – Av. Cali / Elevada / Línea nueva

- 3.51 La Alternativa 2.08 funciona como una línea nueva que inicia en la Autopista Norte con calle 87, donde se plantea una conexión con la extensión de la PLMB mediante una estación de intercambio con tipología elevada. Figura 3.37

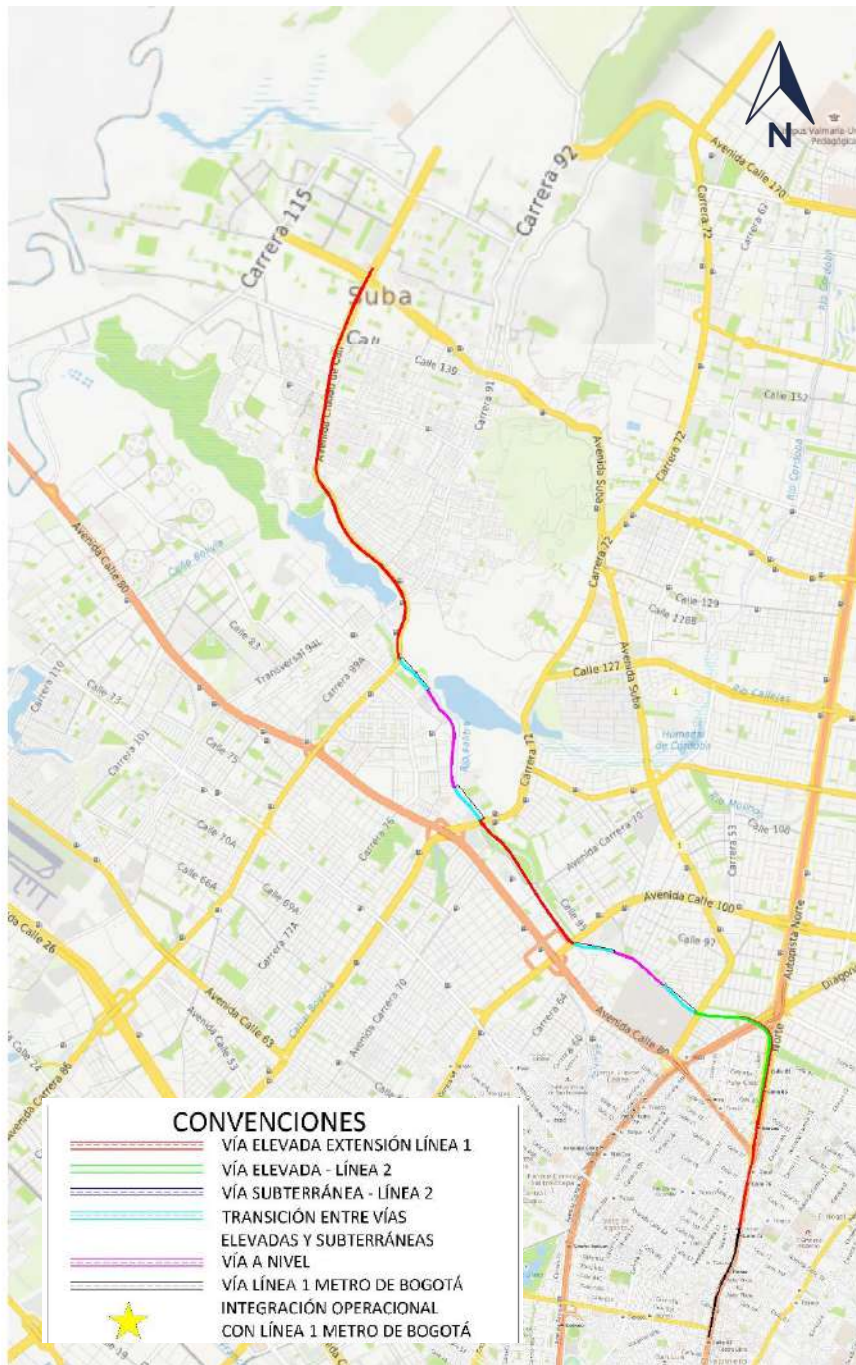
Figura 3.37 Estación de intercambio CI 90- Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.52 A la altura de la calle 90, la alternativa hace un giro en dirección occidente por el corredor del Canal Rionegro, el punto en el cual el trazado se desarrolla con las mismas características de la alternativa 2.07 hasta conectar con el Portal de TransMilenio de Suba. Figura 3.38

Figura 3.38 Alternativa 2.08 / Canal Rionegro – Av. Cali / Elevada / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020 - Nota: Esta alternativa presenta transiciones entre tipologías elevada y a nivel.

Alternativa 2.09 / Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón / Elevada / Línea nueva

3.53 La Alternativa 2.09 funciona como una línea nueva que inicia en la Av. Caracas con calle 76, donde se plantea una estación de conexión con la PLMB-T1 sobre este corredor vial. Figura 3.39

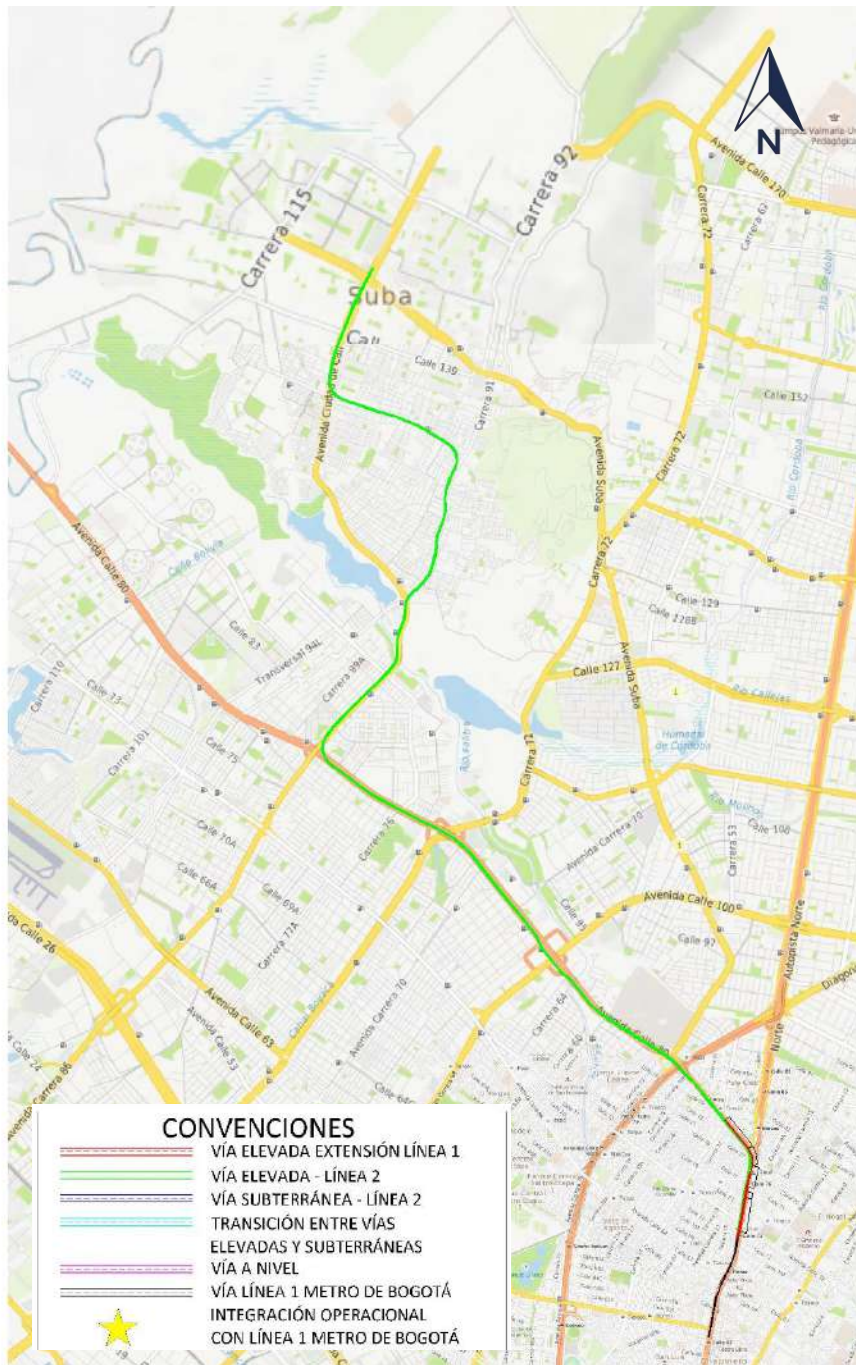
Figura 3.39 Estación de intercambio CI 80- Extensión PLMB y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.54 El trazado toma el corredor de la Calle 80 en dirección occidente, hasta la Avenida Ciudad de Cali, en donde hace un giro en dirección norte y continúa por este corredor hasta el Humedal Juan Amarillo. A partir de este punto, el trazado continúa por la carrera 91 hasta la calle 132, en donde hace un giro en dirección occidente, para luego incorporarse a la Avenida Ciudad de Cali en dirección norte, hasta la calle 145 en el Portal de Transmilenio de Suba. Figura 3.40

Figura 3.40 Alternativa 2.09 / Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón / Elevada / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.10 / Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón / Mixta / Línea nueva

3.55 La Alternativa 2.10 funciona como una línea nueva que inicia en la Av. Caracas con calle 76, donde se plantea en el tramo sobre este corredor vial una estación de conexión con la PLMB, la cual permite la conexión entre la línea subterránea y la línea elevada. Figura 3.41

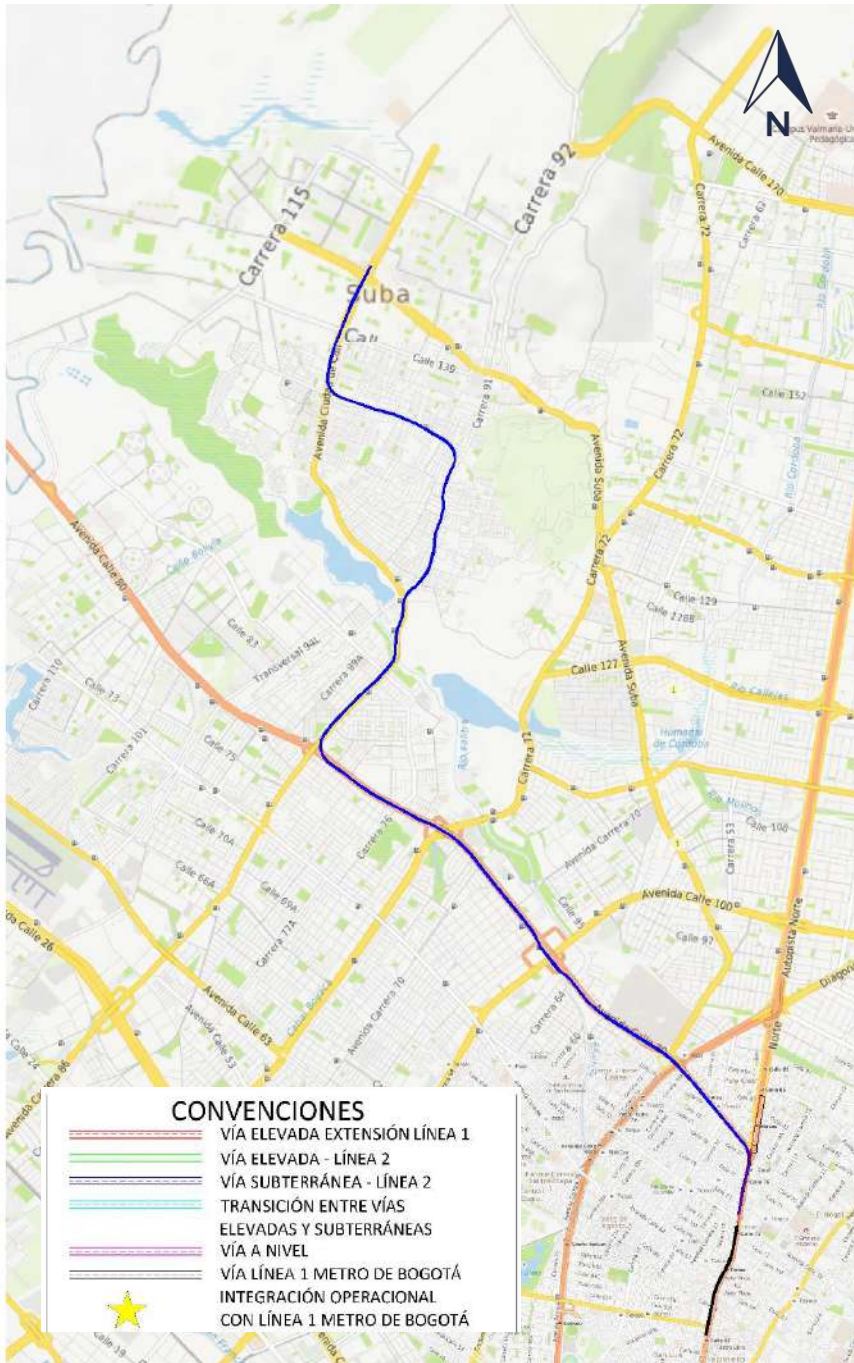
Figura 3.41 Estación de intercambio CI 80- cola de maniobra y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.56 El trazado toma el corredor de la Calle 80 en dirección occidente, hasta la Avenida Ciudad de Cali, discurriendo por este eje vial en dirección norte, hasta la Calle 145 en el Portal de Transmilenio de Suba. Figura 3.42

Figura 3.42 Alternativa 2.10 / Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón / Mixta / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.11 / Calle 80 – Av. Cali / Elevada / Línea nueva

3.57 La Alternativa 2.11 funciona como una línea nueva que inicia en la Av. Caracas con Calle 76, donde se plantea una estación de conexión con la PLMB-T1 sobre este corredor vial, la cual permite la conexión entre la línea subterránea y la línea elevada. Figura 3.43

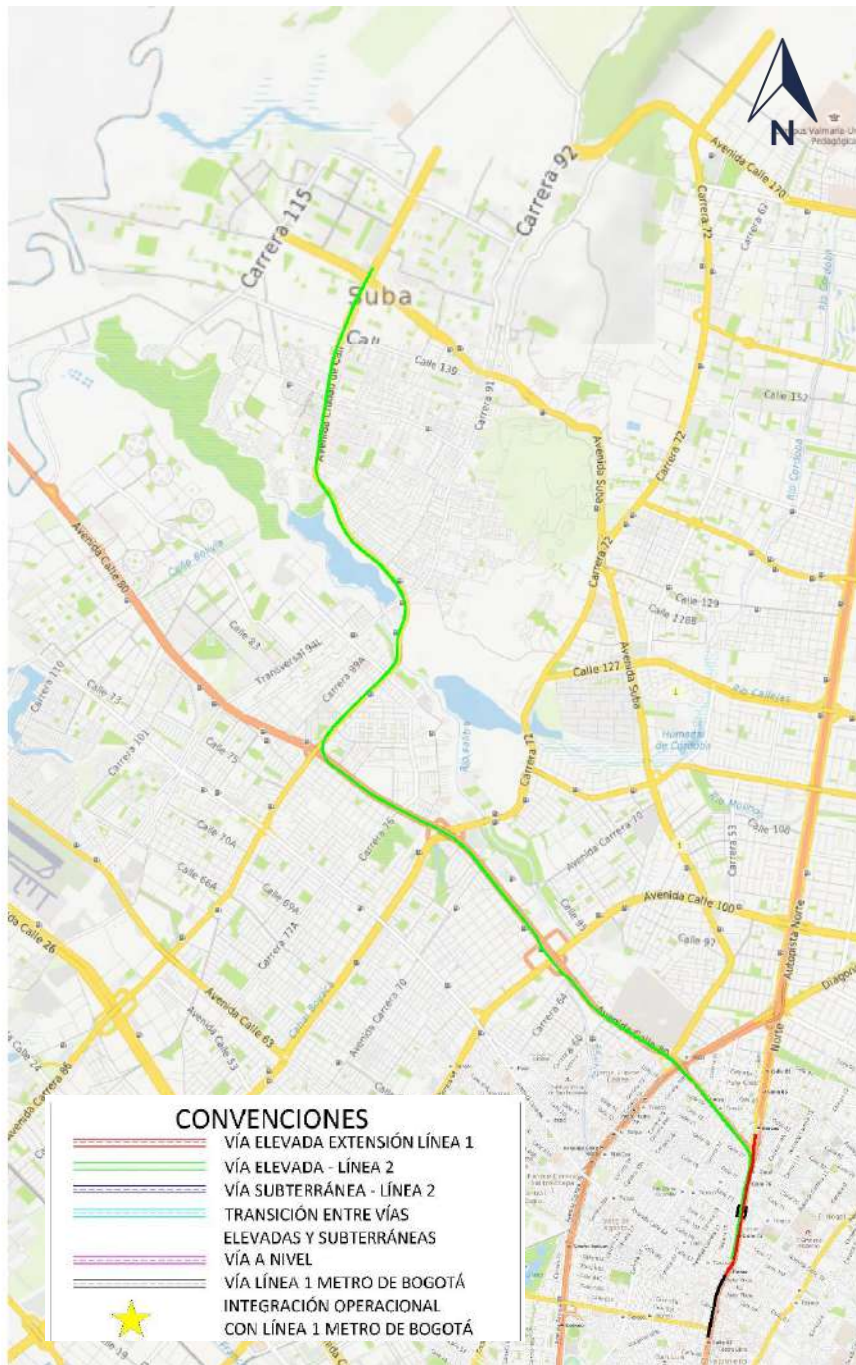
Figura 3.43 Estación de intercambio CI 80- cola de maniobra PLMB y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.58 El trazado toma el corredor de la Calle 80 en dirección occidente, hasta la Avenida Ciudad de Cali, en donde hace un giro en dirección norte, y continúa hasta el Humedal Juan Amarillo. En este punto, el trazado continúa por este corredor en dirección norte, hasta la calle 145 en el Portal de Transmilenio de Suba. Figura 3.44

Figura 3.44 Alternativa 2.11 / Calle 80 – Av. Cali / Elevada / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.12 / Calle 80 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva

3.59 La Alternativa 2.12 funciona como una línea nueva que inicia en la Av. Caracas con Calle 76 donde se plantea una estación de conexión con la PLMB-T1 sobre este corredor vial y permite la interfaz de la línea elevada con la línea subterránea. Figura 3.45

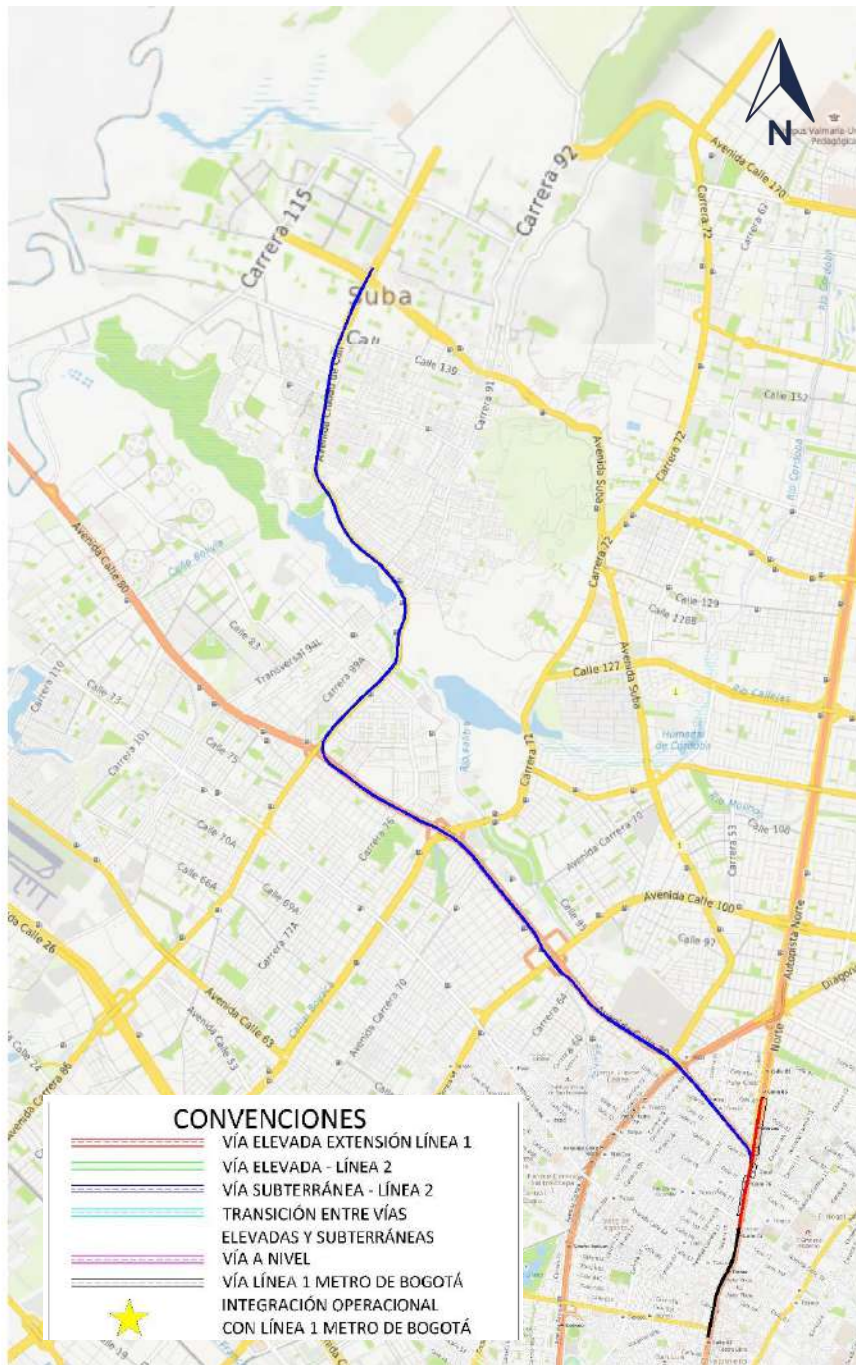
Figura 3.45 Estación de intercambio CI 80- Cola de maniobras y nueva línea de metro hacia Suba



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.60 La línea nueva se contempla con tipología subterránea avanzando por el corredor de la Calle 80 en dirección occidente, hasta la Avenida Ciudad de Cali, en donde hace un giro en dirección norte y continúa por este corredor discurriendo al costado del Humedal Juan Amarillo. En este punto, el trazado continúa al norte hasta la calle 145 en el Portal de TransMilenio de Suba. Figura 3.46

Figura 3.46 Alternativa 2.12 / Calle 80 – Av. Cali / Mixta / Línea nueva

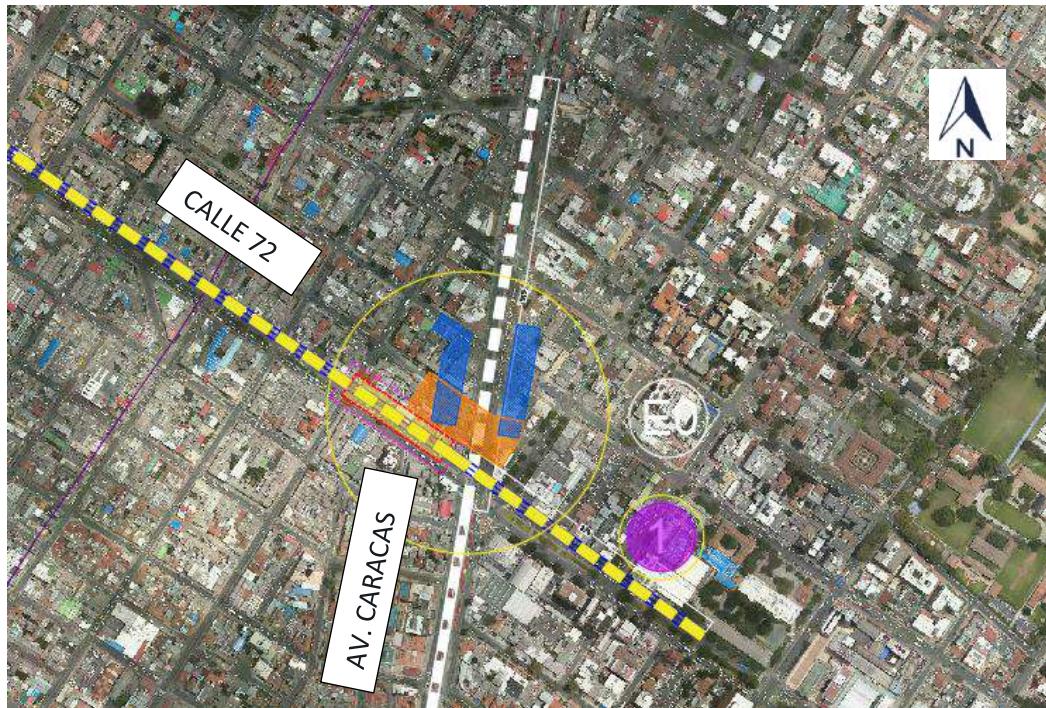


Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.13 / Calle 72 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva

3.61 La Alternativa 13 funciona como una línea nueva que inicia en la Av. Caracas con Calle 72 e intercepta la PLMB pero en cotas diferentes, donde se plantea una estación de conexión, permitiendo la interfaz entre la tipología elevada y la tipología subterránea. Figura 3.47

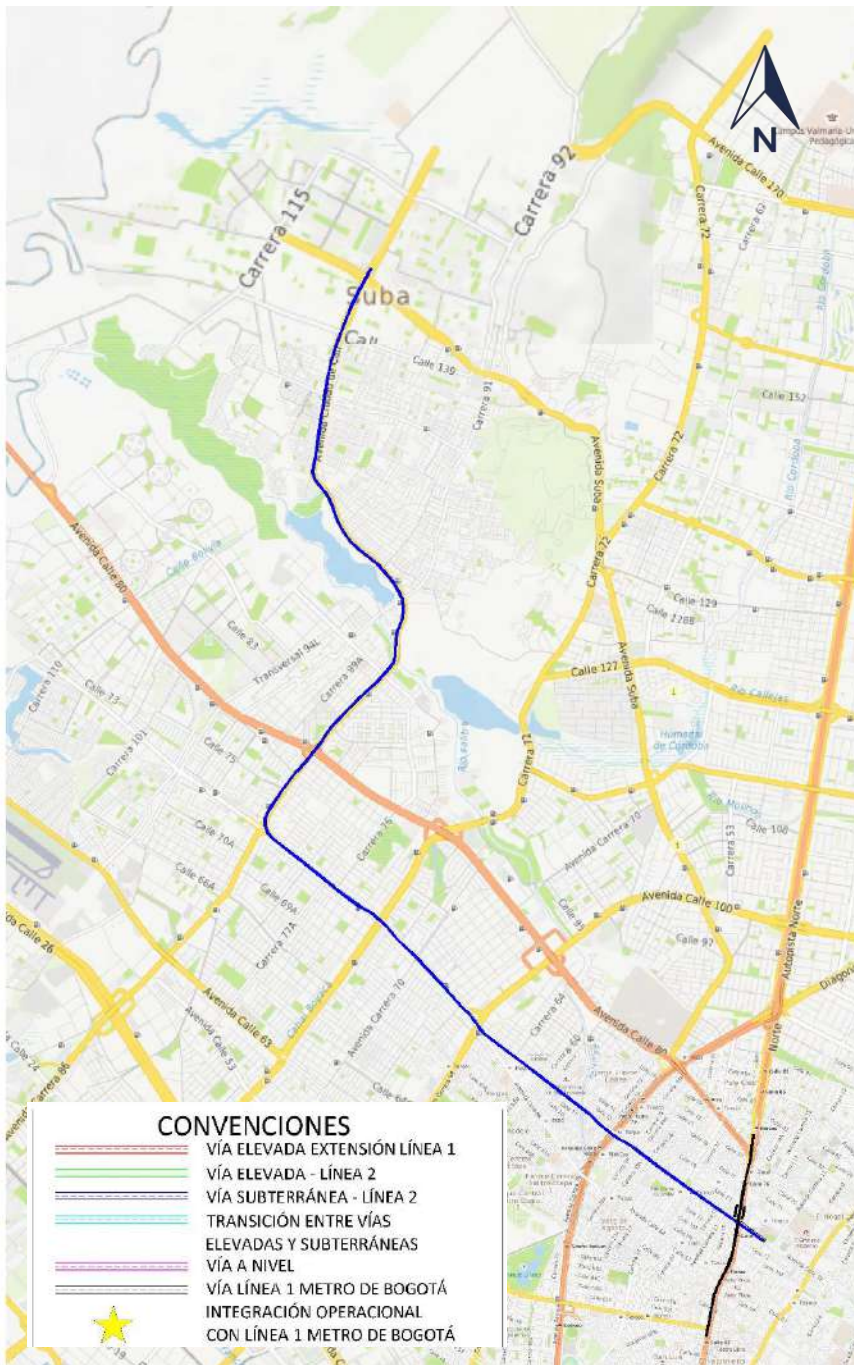
Figura 3.47 Alternativa 2.13 / Calle 72 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.62 El trazado con tipología subterránea toma el corredor de la Calle 72 en dirección occidente hasta la Avenida Ciudad de Cali, donde hace un giro en dirección norte y continúa por este eje vial pasando al costado del Humedal Juan Amarillo y luego alcanza la Calle 145 en el Portal de Transmilenio de Suba. Figura 3.48

Figura 3.48 Alternativa 2.13 / Calle 72 – Av. Cali / Subterránea / Línea nueva



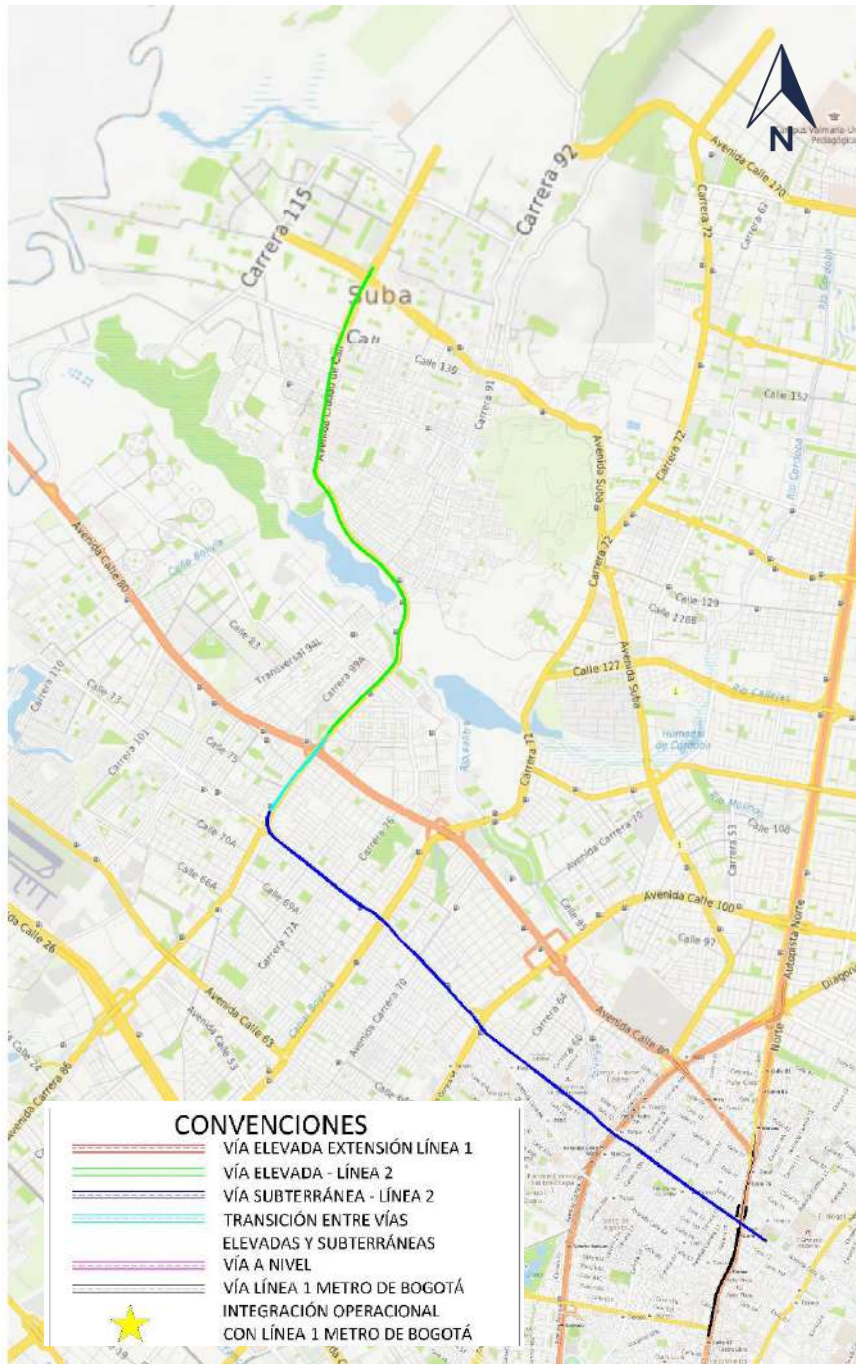
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixta / Línea nueva

Esta alternativa inicia en el mismo punto y en las mismas condiciones que la alternativa 2.13, discurriendo de manera subterránea a lo largo de la calle 72 hasta alcanzar la Av. Cali, punto en el cual se desarrolla la transición entre tipologías en aproximadamente 1.0 km a la altura de la calle

80. Desde este punto, el trazado se desarrolla con tipología elevada por la Av. Cali hasta alcanzar el portal de TransMilenio de Suba. Figura 3.49

Figura 3.49 Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixto / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

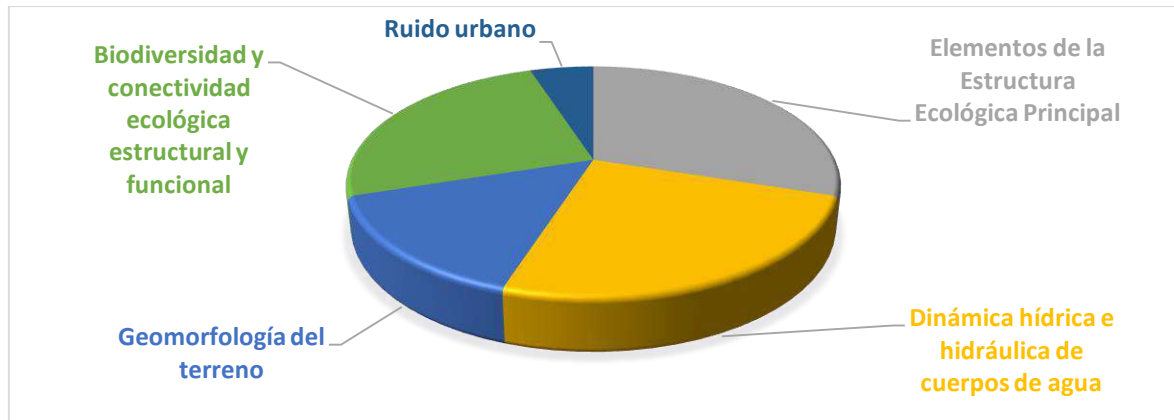
Definición de criterios e indicadores de evaluación

La matriz multicriterio utilizada en el presente análisis fue presentada por la EMB para la evaluación de la Fase 2 del presente estudio denominada “matriz multicriterio validada por autoridades (2020)”, en donde se encuentran establecidos componentes, criterios e indicadores con sus respectivos pesos. A continuación, se presenta el análisis de las catorce (14) alternativas por componente:

Componente afectación ambiental

- 3.63 El componente ambiental se enfoca en evaluar las restricciones ambientales que podrían impactar las alternativas propuestas acorde con el POT de Bogotá y la normativa ambiental vigente, para lo cual se realizará el cruce de las alternativas con los elementos de la Estructura Ecológica Principal –EEP, fuentes hídricas, zonas verdes, zonas con biodiversidad y conectividad ecológica y áreas sensibles al ruido.
- 3.64 De acuerdo con la matriz suministrada para la evaluación de las alternativas denominada “matriz multicriterio validada por autoridades (2020)”, los porcentajes de distribución de los indicadores de este componente se observan en la siguiente figura (Figura 3.50):

Figura 3.50 Distribución porcentajes componente ambiental



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Elementos de la Estructura Ecológica Principal

- 3.65 De acuerdo con el Decreto 190 de 2004 por el cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito, en el artículo 72, define que es la Estructura Ecológica Principal:

“Es la red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible. La Estructura Ecológica Principal tiene como base la estructura ecológica, geomorfológica y biológica original y existente en el territorio. Los cerros, el valle aluvial del río Bogotá y la planicie son parte de esta estructura basal. El conjunto de reservas, parques y restos de la vegetación natural de quebradas y ríos son parte esencial de la Estructura Ecológica Principal deseable y para su realización es esencial la restauración ecológica. La finalidad de la Estructura Ecológica Principal es la conservación y

recuperación de los recursos naturales, como la biodiversidad, el agua, el aire y, en general, del ambiente deseable para el hombre, la fauna y la flora”.

3.66 De igual manera el Decreto 190 de 2004 por el cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito, en el artículo 75, define los componentes de la Estructura Ecológica Principal:

- El Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital de que trata el capítulo IV del Acuerdo 19 de 1996 del Concejo de Bogotá.
- Los Parques Urbanos de escala metropolitana y zonal.
- Los corredores ecológicos.
- El Área de Manejo Especial del Río Bogotá.

3.67 El Decreto 190 de 2004 por el cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito, en el artículo 79, define el Sistema de Áreas Protegidas:

“El Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital (SAP), es el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural del Distrito Capital, la Región o la Nación, cuya conservación resulta imprescindible para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital, las cuales, en beneficio de todos los habitantes, se reservan y se declaran dentro de cualquiera de las categorías enumeradas en el presente Plan”

3.68 De igual manera el Decreto 190 de 2004 por el cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito, en el artículo 81, presenta la clasificación del Sistema de Áreas Protegidas:

- Áreas protegidas del orden Nacional y Regional: según las categorías declaradas conforme a las normas vigentes.
- Áreas protegidas del orden Distrital: a. Santuario Distrital de Fauna y Flora. b. Área Forestal Distrital. c. Parque Ecológico Distrital.
- Área de traslape con los elementos de la EEP

3.69 Este indicador corresponde al traslape de cada trazado seleccionado (Corredor de análisis de 400 metros, 200 metros a la derecha y 200 metros a la izquierda del eje de cada alternativa) con los elementos de la Estructura Ecológica Principal (Corredores ecológicos, sistemas de áreas protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Áreas de Manejo Especial del Río Bogotá). El detalle del indicador se observa en la siguiente tabla (Tabla 3.3):

Tabla 3.3 Indicador Área de traslape con los elementos de la EEP

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar las áreas de traslape de las alternativas con los elementos de la Estructura Ecológica Principal -EEP
Variables del indicador (entradas)	Área de traslape de las alternativas con las capas de la Estructura Ecológica Principal descargadas en el visor de la Secretaria Distrital de Ambiente -SDA: Capa Áreas protegidas. Capa corredores de ronda. Capa cuenca alta del rio Bogotá. Capa Franja de adecuación. Capa parques urbanos. Capa reserva forestal protectora Van Der Hammen.

Ítem	Descripción
	Capa ronda hidráulica. Capa ZMPA.
Metodología de cálculo	El indicador se calcula como el área de traslape con elementos de la estructura ecológica principal (Corredores ecológicos, sistemas de áreas protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá) que se interceptan en cada una de las alternativas de trazado, para lo cual se emplean capas de los elementos de la EEP de la ciudad de Bogotá, para identificar: Santuario Distrital de Fauna y Flora, Área Forestal Distrital, Parque Ecológico Distrital (Reserva Forestal Distrital y Humedales), Parques Urbanos de escala metropolitana y zonal, Corredores ecológicos, Área de Manejo Especial del Río Bogotá.
Unidad de medición	Área de traslape en hectáreas (Ha)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapas y áreas interceptadas de la estructura ecológica principal en cada una de las alternativas
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	Se realiza una ponderación de la siguiente forma, según lo acordado en la reunión del 02 de septiembre del 2020 (Acta No. 32 del Contrato) con participación de la FDN, EMB, UT Egis Steer y la SDA. AFECTACION ALTA (80%): Cuando las alternativas se traslapen con los elementos de la EEP: 1. Áreas protegidas a Nivel Nacional, 2. Áreas protegidas a nivel regional, 3. Áreas protegidas del orden Distrital, a. Santuario Distrital de Fauna y Flora, b. Área Forestal Distrital. c. Parque Ecológico Distrital (Reserva Forestal Distrital y Humedales) 4. Corredores ecológicos 5. Área de Manejo Especial del Río Bogotá. AFECTACION MEDIA (20 %): Cuando las alternativas se traslapen con los elementos de la EEP como parques urbanos de escala metropolitana y zonal. La alternativa que tenga menor área de interceptación con EEP es la que resulta con mejor puntuación.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.70 El indicador se calcula como el área que se intercepta en cada una de las alternativas de trazado para lo cual se cruzarán las 14 alternativas seleccionadas con las capas de la estructura ecológica principal, las alternativas que tengan una mayor área de traslape serán las que tengan una menor calificación en la matriz.

- 3.71 Para el desarrollo de los indicadores propuestos se determinó un búfer de 400 m teniendo en cuenta la Guía Para la Definición, Identificación Y Delimitación del Área de Influencia de julio de 2018 publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.⁸,
- 3.72 Se presentan mapas en el Anexo B1. Elementos de la Estructura Ecológica Principal, donde se visualizará cada uno de los elementos de la estructura ecológica principal interceptados por los corredores seleccionados y la cuantificación del área de afectación en cada una de las alternativas.
- 3.73 En cuanto a la calificación del indicador se disgregó en calificación alta y media teniendo en cuenta la clasificación y las restricciones de cada uno de los elementos de la estructura ecológica principal de acuerdo con el POT de Bogotá.

Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua

- 3.74 De acuerdo con lo indicado por la EAAB, que define el sistema hídrico como *“el conjunto de cuerpos de aguas naturales y/o artificiales, que hacen parte del drenaje de la ciudad; estos incluyen tanto la ronda hidráulica que es la franja paralela a la línea media del cauce, la cual es de hasta 30 metros de ancho y su Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA), que se conoce como la franja contigua a la ronda hidráulica destinada principalmente a su protección y preservación, así como al mantenimiento de los cuerpos de agua, es decir, es la zona destinada para la transición entre la Ciudad construida y el cuerpo de agua. los diferentes elementos del sistema hídrico que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal de la Ciudad como humedales, ríos, quebradas y canales pertenecientes a las cuencas hidrográficas de Tunjuelo, Salitre, Fucha y Torca-Guaymaral y de su eje articulador: el Río Bogotá”*⁹.
 - Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica
- 3.75 Este indicador hace referencia a la posible afectación del nuevo corredor férreo en los cuerpos de agua que cruce el trazado. A continuación, se describen las características principales del indicador (Tabla 3.4):

Tabla 3.4 Indicador Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar el cruce de fuentes hídricas en cada una de las alternativas
Variables del indicador (entradas)	Cartografía de Bogotá “Cuerpo de agua de ambiente y desarrollo” obtenida en datos abiertos Bogotá - IDECA

⁸ En dicha guía tienen en cuenta diferentes áreas de medición para cada uno de los componentes, físico y biótico que hacen parte del área de influencia. A saber: “se pueden observar los criterios espaciales tenidos en cuenta para la definición del área de influencia del componente fauna, como son las coberturas naturales con aprovechamiento de recursos, las restricciones de la zonificación de manejo, un radio de 500 m para cada punto de ocupación de cauce y un búfer de 100 m a cada lado del corredor o vías de movilidad”. Teniendo como base la información de la guía y por tratarse de estudios de prefactibilidad, se definió un búfer de 400 metros, el cual es superior al referenciado en la guía mencionada.

⁹ https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-zmbiental/Sistema_hidrico_del_Distrito_Capital/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8zizQKdDQwtDlz8_P2dTA0CPZ0sgoydTDxDAw30w8EKDHAARwP9KGT9BiZGzgaBwQFOQf6hzoamQeZQ_XgUROG3P0w_Sj-uATdHEyFUfidGQ4yB7dLHF2NoQrwmFGQGxqaV6mbHeioqAgANAeBHg!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEH/

Ítem	Descripción
Metodología de cálculo	El indicador se calcula como la cantidad de cuerpos de agua que se interceptan en cada una de las alternativas de trazado
Unidad de medición	Unidades de cuerpos de agua interferidos (UN)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapa y cantidad de cuerpos de agua interceptados.
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	<p>Se realiza una ponderación de la siguiente forma, según lo acordado en la reunión del 02 de septiembre del 2020 (Acta No. 32 del Contrato) con participación de la FDN, EMB, UT Egis Steer y la SDA.</p> <p>AFECTACION ALTA (80%): Cuando las alternativas se traslapen con los siguientes cuerpos de agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lagos 2. Lagunas 3. Humedales 4. Ríos 5. Quebradas <p>AFECTACION MEDIA (20%): Cuando las alternativas se traslapen con los cuerpos de agua como: Canales.</p> <p>La alternativa que tenga el menor número de interferencias con cuerpos de agua es la que resulta con mejor puntuación.</p>

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.76 El indicador se calcula como la cantidad de cuerpos de agua que se interceptan en cada una de las alternativas de trazado para lo cual se cruzarán las 14 alternativas seleccionadas con la capa “Cuerpo de agua de ambiente y desarrollo” obtenida en datos abiertos Bogotá - IDECA.
- 3.77 En el Anexo B2. Dinámica Hídrica e Hidráulica de cuerpos de agua, se presentan mapas donde se visualiza cada uno de los cuerpos de aguas interceptados por los corredores seleccionados y se cuantifica la cantidad de fuentes hídricas interceptadas en cada una de las alternativas.
- Geomorfología del terreno*
- 3.78 El Distrito capital cuenta con zonas verdes las cuales para la extensión del metro podrían ser susceptibles de ser endurecidas, razón por la cual se tendrá en cuenta para la selección de las alternativas aquellas que tengan una menor área de zonas verdes.
- Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)
- 3.79 Este indicador corresponde al área de traslape de cada trazado seleccionado (Corredor zona de influencia directa de 100 metros, es decir, 50 metros a la derecha y 50 metros a la izquierda del eje de cada alternativa) que se intercepta con las zonas verdes del Distrito Capital. El detalle del indicador se observa en la siguiente tabla (Tabla 3.5):

Tabla 3.5 Indicador Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar las áreas de traslape de las alternativas con las zonas verdes
VARIABLES del indicador (entradas)	Cartografía de Bogotá “Zonas verdes” obtenida en datos abiertos Bogotá – IDECA
Metodología de cálculo	Se calcula como el área de zonas verdes que se intercepta con el corredor (100 metros) en cada una de las alternativas. La información de zonas verdes en los corredores seleccionados será obtenida en datos abiertos Bogotá – IDECA.
Unidad de medición	Área de traslape en hectáreas (Ha)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapas y aéreas interceptadas con zonas verdes
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que tenga menor área de interceptación con zonas verdes es la que resulta con mejor puntuación.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

3.80 El indicador se calcula como el área que se intercepta en cada una de las alternativas de trazado para lo cual se cruzan las 14 alternativas seleccionadas con la capa “Zonas verdes” obtenida en datos abiertos Bogotá - IDECA.

3.81 En el Anexo B3. Geomorfología del terreno, se presentan mapas donde se visualizan cada una de las zonas verdes interceptadas por los corredores seleccionados y se cuantifica el área verde susceptible de endurecimiento durante la fase de construcción del proyecto.

Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional

3.82 La Secretaría Distrital de Ambiente indica que: *“Las ciudades albergan un mosaico de hábitats singulares que dan cabida a diversas especies de fauna y flora, muchas de las cuales encuentran su óptimo ecológico precisamente en los espacios urbanos. Consecuentemente, la organización de las ciudades no puede hacerse pensando que sólo los seres humanos utilizan ese espacio, ya que una serie de animales y plantas conviven en ellos.*

Bogotá Distrito Capital con una extensión de 163.660,94 ha (23,41% área urbana y 76,59% área rural), posee una diversidad de ecosistemas que asciende a más 90 tipos rurales y a más de 400 unidades ambientales urbanas, en donde habitan más de 600 especies de flora y potencialmente más de 200 especies de fauna; es un ejemplo tangible de lo que implica el reto de la Gestión para la Conservación de la Biodiversidad Urbana en un contexto de ruralidad dominante y con profundas interdependencias con una región geográfica amplia, compleja y diversa desde los aspectos político, socioeconómico y ambiental”¹⁰.

¹⁰ <http://ambientebogota.gov.co/politica-para-la-gestion-de-la-conservacion-de-la-biodiversidad-en-el-distrito-capital>

3.83 Por lo anterior para la selección de las alternativas se tendrá en cuenta la Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional por la cual cruzan las opciones propuestas por la Consultoría.

- Traslape con zonas de importancia en biodiversidad

3.84 Este indicador corresponde al área de traslape de cada trazado seleccionado (Corredor de 100 metros – zona de influencia directa) con ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano del Distrito Capital. El detalle del indicador se observa en la siguiente tabla (Tabla 3.6):

Tabla 3.6 Indicador Traslape con zonas de importancia en biodiversidad

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar las áreas de traslape de las alternativas con ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano del Distrito Capital
Variables del indicador (entradas)	<p>Cartografía sobre biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Área de traslape de las alternativas con las capas de la página del Instituto Alexander von Humboldt. <ul style="list-style-type: none"> - AICA - Áreas prioritarias de conservación. - Ecosistemas generales - Humedales 2012. - Paramos 2006. - Paramos 2012. - Reserva biosfera. - Reserva ley segunda. - Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP. - Zonas de protección en desarrollo RN. - Bosques 2013. - Bosques 2015 ▪ Área de traslape de capa “corredores de ronda” descargadas en el visor de la Secretaria Distrital de Ambiente –SDA. ▪ Área de traslape de las alternativas con la capa “arbolado urbano de Bogotá” descargada de la página del Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano de Bogotá D.C -SIGAU del Jardín Botánico de Bogotá.
Metodología de cálculo	Se calcula como el área sobre ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano del Distrito Capital – SDA, que se intercepta con el corredor (100 metros) en cada una de las alternativas.
Unidad de medición	Área de traslape en hectáreas (Ha)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapas y aéreas interceptadas con zonas verdes
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	Se calcula como el área sobre ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano del Distrito Capital – SDA, que se intercepta con el corredor (100 metros) en cada una de las alternativas.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

3.85 El indicador se calcula como el área que se intercepta en cada una de las alternativas de trazado para lo cual se cruzan las 14 alternativas seleccionadas con las capas de biodiversidad, corredores ecológicos y arbolado urbano de Bogotá.

3.86 En el Anexo B4. Biodiversidad y Conectividad Ecológica Estructural y Funcional, se presentan mapas donde se visualiza cada una de las áreas de Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional interceptados por los corredores seleccionados.

Ruido urbano

3.87 La Secretaría Distrital de Ambiente indica con relación al ruido urbano que: *“Las zonas residenciales están expuestas a ruidos procedentes de muchas fuentes sonoras. La mayoría de estos sonidos proceden del sistema de transporte: automóviles, camiones, motos, trenes, aviones, etc. Lo que supone que las zonas más ruidosas de una ciudad son aquellas que están aledañas a aeropuertos y vías principales.*

Además, algunas zonas residenciales están expuestas a ruidos procedentes de actividades económicas del tipo; industria, comercio y de servicio. Asimismo, impactadas por ruidos generados por las actividades propias del ser humano (gritos, llantos, portazos, pisadas, riñas, perifoneo comercial) y ruidos “naturales” como los originados por ladridos, grillos, lluvia, etc.

En conclusión, se entiende como afectación por ruido al ambiente, cuando estos ruidos trascienden la propiedad privada e impactan de manera negativa y extralimitando los estándares máximos permisibles - Resolución 0627 de 2006. Los cuales, están ligados al uso del suelo, esto quiere decir que estos estándares dependen de si la reglamentación urbanística cataloga el suelo, como residencial, comercial, industrial, rural. Asimismo, la normativa ambiental vigente en materia de ruido califica el uso del suelo, según su uso más restrictivo, así las cosas, si el uso está catalogado como residencial con algunas actividades comerciales permitidas, la evaluación del impacto ambiental por emisión de ruido se realiza, en este caso, para el uso más restrictivo el: residencial”¹¹.

- Identificación de receptores sensibles

3.88 Este indicador corresponde al traslape con la cartografía de ruido suministrada por la SDA. El detalle del indicador se observa en la siguiente tabla (Tabla 3.7):

Tabla 3.7 Indicador Identificación de receptores sensibles

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar las áreas de traslape con la cartografía de ruido urbano de la SDA
Variables del indicador (entradas)	Cartografía ruido urbano suministrada por la SDA: <ul style="list-style-type: none"> ▪ cartografía PUAR (Población urbana afectada por ruido), ▪ cartografía de conflicto de uso, este a su vez se clasificará en los sectores: <ul style="list-style-type: none"> • Sectores A. (Tranquilidad y Silencio), áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.

¹¹ <http://ambientebogota.gov.co/ruido>

Ítem	Descripción																																	
	<i>Sectores B. (Tranquilidad y Ruido Moderado), zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios</i>																																	
Metodología de cálculo	Se calcula como el porcentaje de afectación de las alternativas propuestas con la cartografía de ruido suministrada por la SDA																																	
Unidad de medición	<ul style="list-style-type: none"> - Indicador PUAR: Habitantes, - Indicador conflicto de uso: Área (Ha) 																																	
Naturaleza	Cuantitativo																																	
Visualización	Mapas y áreas interceptadas con la cartografía de ruido																																	
Nivel	Bogotá D.C.																																	
Calificación	<p>Se realiza una ponderación de la siguiente forma, según lo acordado en la reunión del 09 de septiembre del 2020 (Acta No. 37 del Contrato) con participación de la FDN, EMB, UT Egis Steer y la SDA.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar la cartografía PUAR (Población urbana afectada por ruido) la cual se le da un peso del 60%. Las alternativas que tengan una mayor población afectada por ruido tienen una menor calificación. ▪ Utilizar la cartografía de conflicto de uso la cual se le da un peso del 40%. Este a su vez se clasificar en los sectores: <ul style="list-style-type: none"> . Sectores A. (Tranquilidad y Silencio), áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos. (27%) . Sectores B. (Tranquilidad y Ruido Moderado), zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios. (13%). <p>Para definir un solo criterio de evaluación se asigna una calificación por rango de valores, de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicador PUAR: Se da una calificación por rangos de población. <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="3">POBLACION</th> </tr> <tr> <th>CALIFICACION</th> <th>RANGO INFERIOR</th> <th>RANGO SUPERIOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6962,60</td> <td>7886,4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7886,4</td> <td>8810,2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8810,2</td> <td>9734</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9734</td> <td>10657,8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10657,8</td> <td>11581,6</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Indicador conflicto de uso: Se da una calificación por rangos para los sectores. <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="3">SECTOR A</th> </tr> <tr> <th>CALIFICACION</th> <th>RANGO INFERIOR</th> <th>RANGO SUPERIOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6,56</td> <td>7,65</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7,65</td> <td>8,75</td> </tr> </tbody> </table>	POBLACION			CALIFICACION	RANGO INFERIOR	RANGO SUPERIOR	1	6962,60	7886,4	2	7886,4	8810,2	3	8810,2	9734	4	9734	10657,8	5	10657,8	11581,6	SECTOR A			CALIFICACION	RANGO INFERIOR	RANGO SUPERIOR	1	6,56	7,65	2	7,65	8,75
POBLACION																																		
CALIFICACION	RANGO INFERIOR	RANGO SUPERIOR																																
1	6962,60	7886,4																																
2	7886,4	8810,2																																
3	8810,2	9734																																
4	9734	10657,8																																
5	10657,8	11581,6																																
SECTOR A																																		
CALIFICACION	RANGO INFERIOR	RANGO SUPERIOR																																
1	6,56	7,65																																
2	7,65	8,75																																

Ítem	Descripción		
	3	8,75	9,84
	4	9,84	10,94
	5	10,94	12,03
	SECTOR B		
	CALIFICACION	RANGO INFERIOR	RANGO SUPERIOR
	1	49,62	58,83
	2	58,83	68,04
	3	68,04	77,26
	4	77,26	86,47
	5	86,47	95,68

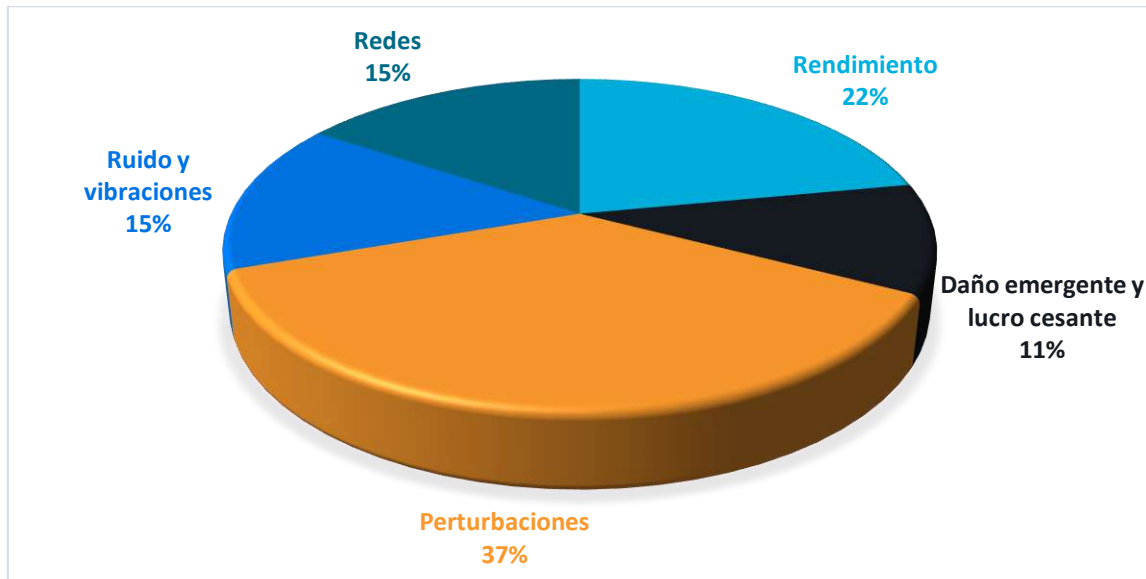
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 3.89 Después de realizar la ponderación del indicador de ruido, las alternativas que tengan los menores valores serán las que tendrán mejor calificación. Ver Anexo B5. Ruido Urbano.

Componente Proceso Constructivo

- 3.90 El componente de Proceso Constructivo, de acuerdo con el documento base para este análisis, corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C, trata de evaluar los impactos del proyecto sobre los habitantes que viven en inmediaciones o zonas afectadas por el corredor del trazado, durante el periodo de las obras del proyecto.
- 3.91 De acuerdo con la matriz suministrada para la evaluación de las alternativas denominada “matriz multicriterio validada por autoridades (2020)”, los porcentajes de distribución de este componente se observan en la siguiente figura (Figura 3.51):

Figura 3.51 Distribución porcentajes proceso constructivo



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Rendimiento

3.92 El criterio de rendimiento se enfoca en estimar la duración de la construcción de las diferentes alternativas sin optimizaciones de cronograma, con la finalidad de poder identificar la opción con mejores indicadores.

- Tiempo total de construcción

3.93 Considera la rapidez de construcción de la línea en función de su configuración (tipología subterránea o aérea) y el contexto urbano de cada alternativa. Ver Anexo C1. Tiempo Total de Construcción. Tabla 3.8

Tabla 3.8 Indicador Tiempo total de construcción

Ítem	Descripción
Objetivo	Calcular, sin optimizaciones de cronograma, el tiempo de construcción de cada alternativa
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Utilización de las variables del estudio de Systra para los estudios de prefactibilidad de la PLMB de 2016, tales como: - Programación de tiempos, métodos y sucesión de etapas para minimizar el impacto sobre el tráfico vial y los edificios existentes, - Los tiempos tomados en cuenta para la planificación de las obras, se encuentran directamente relacionados con los puestos de obra y las obras en tiempo oculto, - Se toma en cuenta los rendimientos promedios de ejecución de las obras. Los rendimientos son los mismos para todas las alternativas, no se tienen en cuenta las particularidades de cada alternativa, por ejemplo, obras más complicadas por cuestiones ambientales y en zonas de gran densidad urbana; con excepción de la calle 127, donde se presentan redes matrices de acueducto de gran envergadura que ameritaron un detalle mayor.

Ítem	Descripción
Metodología de cálculo	<p>Utilización de las variables del estudio de prefactibilidad de la PLMB - Systra de 2016, como requerido por FDN y EMB:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Túnel: El túnel se realiza con tuneladora. El ritmo de avance es de unos 300ml/mes en pleno rendimiento. Las condiciones geológicas no son tomadas en cuenta, pues no se disponen de estudios detallados sobre la geología precisa. Se tomó una sola tuneladora para los tramos de línea. En el plazo global se ha integrado el plazo del paso del túnel en las estaciones. - Viaducto: Se han tenido en cuenta las hipótesis siguientes: <ul style="list-style-type: none"> a. Las dovelas del tablero del viaducto son prefabricadas en el sitio de prefabricación. Las dovelas son aportadas por camiones desde el sitio de prefabricación y se colocan a la ayuda de una viga lanzadora. El avance retenido para la realización del tablero es de 4.5 días. b. Se considera la hipótesis que se disponen de 3 a 5 vigas lanzadoras (una viga cada 3 - 5 km). El ritmo de avance retenido para la realización del tablero es de un tablero cada 3 días. c. Los apoyos (fundaciones, pilas y capiteles) se realizan in-situ; el número de equipos se determina para limitar la duración de las obras en el conjunto de la traza aérea con el fin de minimizar los impactos sobre los ribereños. El ritmo de avance retenido es de 3 apoyos/mes teniendo en cuenta una media de 6 a 7 equipos cada 6 km. - Túnel a cielo abierto: el ritmo de avance retenido es de 30 m por mes. En función de la longitud de la zanja, se prevé de 2 a 5 frentes de obra. - Estación aérea: El plazo considerado para la realización de una estación es de 12 meses. Siguiendo el método retenido, las obras de cada estación empezarán después del paso de la viga lanzadora (después de la realización del viaducto en la estación). Se considera que 6 estaciones estarán en obras simultáneamente. - Estaciones subterráneas: plazo total retenido para la estación es de 18 meses. Se consideran que se realizan las obras simultáneamente. - Se considera que las alternativas de tipología mixta, es decir, que tiene tramos elevados y subterráneos se desarrollan al mismo tiempo en frentes de obras diferentes.
Unidad de medición	Meses
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Tabla de Excel en anexo C1
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	El tramo u opción de trazado que presente la estructura con un potencial de construcción más rápido y el contexto urbano más favorable obtiene la mejor puntuación. (A menor tiempo mejor calificación)

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Daño emergente y lucro cesante

- 3.94 El análisis del criterio de daño emergente y lucro cesante, se calculó de acuerdo con el documento base, “estudios de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C”, que estima, las posibles afectaciones que se pueden generar en las zonas aledañas de las alternativas seleccionadas, durante el proceso de construcción del proyecto de expansión de la PLMB-T1, en particular a los establecimientos comerciales, sin determinar un costo de daño

emergente ni lucro cesante. El indicador que se trabajó corresponde específicamente a la perturbación a vecinos comerciales descrito a continuación.

- Perturbaciones a vecinos comerciales

3.95 El indicador se estima en función de la cantidad de predios con destinación comercial que se encuentran en la zona de afectación directa de cada alternativa, a cada lado del eje del corredor y que posiblemente serán afectados directa o indirectamente durante la ejecución del proyecto.

3.96 Para identificar estos predios, se toma el eje de cada alternativa y con la base catastral se seleccionan los predios con frente a los corredores, discriminando aquellos que se encuentran en catastro con destinación comercial la cual nos permitirá generar la estimación del impacto en el comercio durante la construcción de las obras. Ver Anexo C2. Daño emergente y lucro cesante. Tabla 3.9

Tabla 3.9 Indicador Perturbación a vecinos comerciales

Ítem	Descripción
Objetivo	Minimizar los impactos de las obras durante la construcción de la expansión de la PLMB sobre los establecimientos de comercio.
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Cantidad de predios con destinación económica
Metodología de cálculo	A partir de la información que brinda Catastro Distrital e IDECA sobre el uso del suelo del POT se realiza la identificación de las unidades comerciales en la primera manzana adyacente al trazado de las alternativas. Dicho valor se verá afectado de forma inversamente proporcional al rendimiento de la construcción de cada alternativa.
Unidad de medición	Unidades de predios comerciales afectados en el tiempo de construcción (UN/rendimiento construcción)
Naturaleza	Indicador cuantitativo
Visualización	Cuadro de Excel
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que registre el menor número de comercio afectado será la que mejor calificación registre dentro del análisis. (a menor índice mejor calificación)

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Perturbaciones

3.97 El criterio de perturbaciones al tráfico se enfoca en identificar la alternativa que durante la construcción del sistema metro ofrece los menores impactos al tráfico vial mixto y sobre el sistema BRT o troncales del TransMilenio de la ciudad.

- Perturbación en el tráfico vehicular

3.98 El indicador de perturbación en el tráfico vehicular refleja el impacto que tiene la construcción de las diferentes tipologías del sistema férreo en el tráfico automotor. Se clasifica la afectación en

cuatro tipos de impactos (Viaducto o elevado, trinchera cubierta, túnel y a nivel en zona de poco tráfico). Ver Anexo C3.1. Perturbación al tráfico vehicular. Tabla 3.10

Tabla 3.10 Indicador Perturbación en el tráfico vehicular

Ítem	Descripción
Objetivo	Minimizar los impactos de las obras durante la construcción de la expansión de PLMB sobre el tráfico vial
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativas segmentadas por tramos, - Longitud de cada tramo, - Método constructivo de cada tramo. - Método constructivo de las estaciones
Metodología de cálculo	<p>A cada tramo se asigna un valor entre 2 y 5 de acuerdo a la siguiente descripción:</p> <p>Infraestructura tipo túnel entre pantallas – Nota: 2/5: Las trincheras cubiertas constituyen el tipo de proceso constructivo con mayor impacto sobre el tráfico vehicular durante las obras.</p> <p>Infraestructura tipo viaducto – Nota: 3/5: El viaducto presenta un impacto más elevado al tráfico automotor que la tipología túnel; tal es el caso de las obras de fundaciones o cimentaciones de los apoyos separados alrededor de 30 metros en la tipología elevada, sumado al transporte de los elementos prefabricados que demandan una logística mayor y generan una afectación al tráfico de las zonas aledañas a la construcción vehicular.</p> <p>Infraestructura tipo túnel – Nota: 4/5: Para la tipología túnel, el impacto es menor considerando que la infraestructura se construye debajo de las calzadas vehiculares y tan solo interfiere con el tráfico y las edificaciones en las zonas de particulares del túnel como acceso a estaciones y pozos de ataque.</p> <p>Infraestructura a nivel – Nota: 5/5: La infraestructura construida a nivel en zonas que no hacen parte de ejes viales, genera el menor impacto sobre el tráfico vehicular, puesto que esta tipología está planteada en zonas donde no intercepta calzadas vehiculares, tan solo impacta el tráfico en la logística requerida para el suministro de materiales a la zona donde se desarrollan las obras.</p> <p>Se totaliza el producto del puntaje por cada tramo con su longitud + el puntaje asignada por cada estación por la longitud estimada y se divide por la sumatoria de la longitud total de tramos + la longitud total estimadas de las estaciones:</p> $P \text{ Alternativa} = (P1 * L1 + P2 * L2 + \dots + Pn * Ln + Pe1 * Le1 + Pe2 * Le2 + \dots + Pen * Len) / (\sum L (1-n) + \sum Le (1-n))$ <p>P=puntaje L=longitud</p>
Unidad de medición	Puntaje entre 2 y 5
Naturaleza	Indicador cualitativo
Visualización	Memoria de cálculo Excel
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que tiene el índice mayor, es la que están mejor calificada. Los intervalos de calificación son los siguientes:

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Perturbación en la operación del BRT

3.99 El indicador “Perturbaciones en la operación del BRT” consiste en definir las alternativas con menor impacto sobre el tráfico de las troncales del TransMilenio o sistema BRT de Bogotá D.C. Ver Anexo C3.2. Perturbación en la Operación del BRT. Tabla 3.11

Tabla 3.11 Indicador Perturbación en la operación del BRT

Ítem	Descripción
Objetivo	Minimizar los impactos de las obras de construcción de la PLMB sobre el tráfico de las troncales del TransMilenio.
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativas segmentadas por tramos, - Longitud de cada tramo, - Longitud estimadas de estaciones, - Método constructivo de cada tramo.
Metodología de cálculo	<p>El criterio “perturbaciones al tráfico BRT” consiste en definir las alternativas con impacto mínimo sobre el tráfico de las troncales del TransMilenio. Se realizó la identificación del kilometraje de troncales de TransMilenio afectado por la construcción de la expansión de la PLMB, tanto de la línea férrea como de las estaciones. Así mismo, se identificaron los tramos de troncales afectados puntualmente y linealmente por las obras de las alternativas.</p> <p>Según el tipo de infraestructura realizada, fue determinada una zona de influencia durante las obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevado • trinchera cubierta • túnel <p>De allí se estiman los metros lineales del total de vías usadas por el sistema BRT susceptibles de cierre para las tipologías elevada y trinchera cubierta. En las zonas donde el sistema metro intercepta el sistema BRT, se considera una afectación de 100 metros.</p> <p>En contra parte, la tipología subterránea solo afecta la operación con el sistema BRT en las zonas de acceso a las estaciones, para lo cual se considera su afectación lineal.</p> <p>Ninguna de las alternativas planteadas a nivel tiene perturbación con el BRT, por lo cual no se considera.</p>
Unidad de medición	Km de troncales afectadas
Naturaleza	Indicador cuantitativo
Visualización	Planos y memoria de cálculo Excel
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que tiene la menor longitud de interferencia obtendrá la mejor calificación:

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Ruido y vibraciones

3.100 Este criterio se encuentra compuesto por los indicadores de generación de ruido por la construcción y la generación de vibraciones por la construcción del proyecto de expansión de las diferentes alternativas planteadas.

- Generación de ruido por la construcción del sistema

3.101 El indicador se estima con información secundaria la posible afectación por el ruido que produce la construcción del proyecto de expansión de la PLMB-T1. Ver Anexo C4.1. Generación de Ruido por la Construcción del Sistema. Tabla 3.12

Tabla 3.12 Indicador Generación de ruido por la construcción del sistema

Ítem	Descripción
Objetivo	Comparar los niveles de presión sonora que se pueden generar por la construcción de la expansión de la PLMB, para determinar la alternativa de menor impacto por su generación.
Variables del indicador (entradas)	Información desarrollada para la evaluación y estructuración de la PLMB, en especial el documento PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)
Metodología de cálculo	Para estimar este impacto, se tuvieron en cuenta los valores obtenidos en las proyecciones de ruido realizadas en anteriores estudios para la PLMB, tanto subterráneo como elevado, tomando los valores máximos en cada caso, teniendo en cuenta el nivel de información del presente estudio.
Unidad de medición	Niveles de presión sonora en decibeles (dB)
Naturaleza	Indicador cuantitativo
Visualización	Valores obtenidos en las proyecciones de ruido realizadas en anteriores estudios
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que registre el menor nivel promedio será la que mejor calificación registre dentro del análisis.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Generación de vibraciones por la construcción del sistema

3.102 El indicador se estima con información secundaria la posible afectación por vibraciones que produce la construcción del proyecto de expansión de la PLMB-T1. De la siguiente forma (Ver Anexo C4.2. Generación de vibraciones por la construcción del sistema). Tabla 3.13

Tabla 3.13 Indicador Generación de vibraciones por la construcción del sistema

Ítem	Descripción
Objetivo	Valorar las vibraciones que se pueden generar por la construcción del sistema, para determinar la alternativa de menor impacto.
Variables del indicador (entradas)	Cartografía de Bogotá, identificada a través de Google Earth (Información Secundaria). Plan de Ordenamiento Territorial 2020.

Ítem	Descripción
Metodología de cálculo	Para realizar la estimación de las vibraciones generadas, se identificaron los predios ubicados en la zona de influencia directa para cada una de las alternativas. Se tuvieron en cuenta los umbrales de riesgo de movimientos admisibles definidos en el plan de auscultación elaborado como parte del Contrato 849 de 2013 desarrollado por el Consorcio CL1.
Unidad de medición	Unidades de predios identificados (UN)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Hoja de cálculo Excel
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que cuente con menor número de predios identificados para la construcción de la alternativa Metro será la de mejor puntuación. (

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Redes

3.103 La evaluación de las interferencias de las redes de servicios públicos sobre las alternativas propuestas para la expansión del metro permitirá reconocer el corredor en el que se generarían menos afectaciones en las principales líneas de redes húmedas y secas, reduciendo de esta manera las actividades de redistribución y relocalización en la etapa de construcción.

- Interferencias con redes principales

3.104 Para la evaluación de las afectaciones sobre redes principales por interferencias con cada una de las alternativas propuestas para la expansión de la primera línea del Metro de Bogotá, se consideraron las redes de servicios públicos existentes de los siguientes sistemas: Red matriz de acueducto, redes troncales de alcantarillado pluvial y sanitario, redes eléctricas de alta tensión y redes de gas natural. Tabla 3.14

Tabla 3.14 Indicador Interferencias con redes principales

Ítem	Descripción
Objetivo	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.
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Redes de servicios públicos: Red Matriz de acueducto, red troncal de alcantarillado pluvial y sanitario, redes de alta tensión y redes de gas. La información de cada red fue suministrada por las empresas de servicios públicos responsable, en formato shapefile o geodatabase. Las entidades gráficas analizadas serán las correspondientes a tuberías o líneas de alta tensión.
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: <ul style="list-style-type: none"> • Acueducto: se estiman los metros lineales de red matriz ($\Phi > 12''$) que requerirían ser intervenidos. • Alcantarillado: se estiman los metros lineales de colectores e interceptores

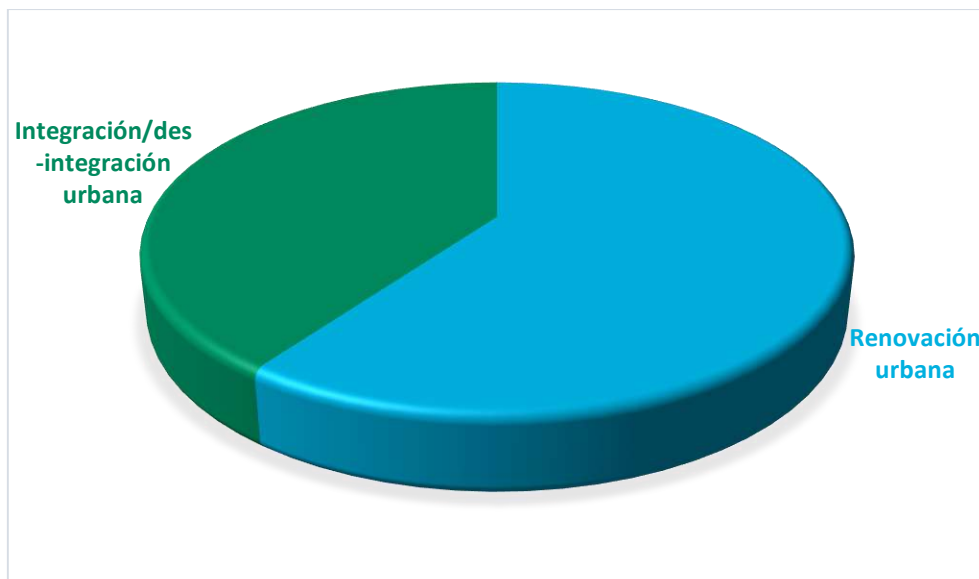
Ítem	Descripción																								
	<p>pertencientes a las redes troncales afectados por las alternativas. Se incluyen box culvert y canales de los sistemas de alcantarillado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía: se estiman los metros lineales de infraestructura de alta tensión que requerirán ser intervenidos. • Gas: se estiman los metros lineales de tuberías con diámetros de más de 4" que requerirán ser intervenidos. <p>Se incluyó un "Factor de Complejidad" en la cuantificación de las interferencias lineales, definido por la EMB:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Factor por metro lineal de interferencia identificada</th> <th>Factor de complejidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Red matriz acueducto</td> </tr> <tr> <td>Diámetro menor a 16 pulgadas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Diámetro entre 16 y 24 pulgadas</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>Diámetro entre 25 y 40 pulgadas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Diámetro mayor a 40 pulgadas</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Red troncal alcantarillado</td> </tr> <tr> <td>Diámetro menor a 60 pulgadas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Diámetro mayor o igual a 60 pulgadas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Redes secas</td> </tr> <tr> <td>Otras</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Red de alta tensión</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Factor por metro lineal de interferencia identificada	Factor de complejidad	Red matriz acueducto		Diámetro menor a 16 pulgadas	1	Diámetro entre 16 y 24 pulgadas	1,5	Diámetro entre 25 y 40 pulgadas	2	Diámetro mayor a 40 pulgadas	3	Red troncal alcantarillado		Diámetro menor a 60 pulgadas	1	Diámetro mayor o igual a 60 pulgadas	2	Redes secas		Otras	1	Red de alta tensión	1,5
Factor por metro lineal de interferencia identificada	Factor de complejidad																								
Red matriz acueducto																									
Diámetro menor a 16 pulgadas	1																								
Diámetro entre 16 y 24 pulgadas	1,5																								
Diámetro entre 25 y 40 pulgadas	2																								
Diámetro mayor a 40 pulgadas	3																								
Red troncal alcantarillado																									
Diámetro menor a 60 pulgadas	1																								
Diámetro mayor o igual a 60 pulgadas	2																								
Redes secas																									
Otras	1																								
Red de alta tensión	1,5																								
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.																								
Nivel	Bogotá D.C.																								
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.																								

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Urbano-Paisajístico

- 3.105 El componente urbano-paisajístico evalúa la coherencia de la inserción del proyecto con la dinámica urbana, así como, la identificación del potencial de modificación para mejorar la competitividad y calidad de vida de los ciudadanos. Lo anterior, teniendo en cuenta que el proyecto de transporte es un proyecto que impacta el desarrollo físico-espacial de la ciudad, pero así mismo constituye una oportunidad de modificar las estructuras urbanas existentes.
- 3.106 Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos planteados para este componente son los siguientes:
- Generar un impacto positivo en la ciudad a partir de la inserción urbana del proyecto de transporte. Esto por medio de la generación y modificación de elementos estructurantes de la ciudad como el espacio público y la oportunidad de renovar y revitalizar la ciudad a través del desarrollo de proyectos inmobiliarios en zonas deprimidas o donde el suelo se encuentre subutilizado.
 - Reducir los impactos negativos generados por la inserción urbana del proyecto de transporte. Lo anterior teniendo en cuenta que las dinámicas e imagen de la ciudad no deben ser alterados significativamente, especialmente en áreas de la ciudad con valor arquitectónico y/o urbanístico. Así mismo, la fragmentación e impacto visual generado por el proyecto deben ser mínimos, evitando zonas oscuras, inseguras y poco habitables para evitar el deterioro urbanístico de las zonas en las que se localice el trazado.
- 3.107 De acuerdo con la matriz multicriterio suministrada para la evaluación de las alternativas, correspondiente al ejercicio realizado por la EMB, los porcentajes de distribución de este componente se observan en la siguiente imagen (Figura 3.52):

Figura 3.52 Distribución porcentajes componente paisajístico



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Ver Anexo D. Componente Urbano-paisajístico.

Criterio renovación urbana

3.108 Se refiere al potencial del proyecto para revertir los efectos del deterioro – físico, social y económico – del área de influencia de este, orientando las actuaciones necesarias de planificación del entorno urbano a través del potencial de generación de espacio público, de desarrollo proyectos inmobiliarios y de recuperación de zonas deprimidas de acuerdo con trazado y tipología de inserción de este.

- Indicador potencial de generación de Espacio Público

3.109 El espacio público es uno de los principales elementos estructurantes de la ciudad y su conformación está estrechamente relacionada con los sistemas de movilidad de esta. La inserción urbana del sistema de transporte masivo debe ser parte de un proyecto con una concepción urbana integral que logre satisfacer las necesidades de los ciudadanos y de la ciudad en términos de movilidad y de espacio público. Tabla 3.15

Tabla 3.15 Indicador Potencial de generación de Espacio Público

Ítem	Descripción
Objetivo	Generar zonas de espacio público por la inserción urbana del proyecto
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Potencial de generación de espacio público a partir de la inserción urbana del trazado y diseño conceptual de estaciones por alternativa; y el cruce de esta información con la cartografía oficial del distrito (espacio público efectivo, manzanas, predios y edificaciones).
METODOLOGÍA DE CÁLCULO	<p>La inserción urbana del trazado y el diseño conceptual de estaciones trae como consecuencia, la generación de afectaciones prediales. Con base en estas afectaciones, se crea la oportunidad de generar nuevos espacios públicos, localizados en todos los casos en la primera manzana adyacente al sistema. Este indicador se mide en superficie (metros cuadrados totales de espacio público generado por la inserción del sistema). La generación de espacios públicos se da considerando los siguientes casos tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacio público generado a partir de la inserción de edificaciones laterales de acceso a estaciones de alternativas elevadas. Se contabilizan los casos en los que los edificios laterales de acceso están localizados en predios privados que son afectados (en algunos casos, los edificios laterales de acceso están localizados en espacio público existente, por lo cual éstos no generan espacio público nuevo). Para los casos en los que se localizan los edificios de acceso sobre predios que se afectan, se ha contabilizado como espacio público (ya que se generarían plazoletas públicas semi cubiertas en el área correspondiente a la huella de los edificios de acceso) el 50% del área en planta de dichos edificios laterales de acceso. Se contabiliza el 50% del área en planta de dichos edificios, ya que éstos requerirán de espacios técnicos, de servicio y puntos para la circulación vertical, que no contabilizan como espacio público. • Espacio público generado a partir de la inserción urbana de los puntos de acceso vertical a las estaciones subterráneas. Lo anterior aplica en los casos en los que no es posible localizar dichos accesos en el espacio público disponible (andenes, bahías de parqueo, plazoletas o zonas verdes), y por tanto es necesario afectar predios, lo que permite generar espacios públicos

- 3.110 Por la inserción urbana del sistema, tanto por trazado como por estaciones, se requerirá la adquisición de predios y la modificación del entorno urbano de los corredores. Esto genera un potencial de nuevo desarrollo social, económico e inmobiliario. Se deberá orientar el aprovechamiento de este potencial, para lograr una optimización de la función del transporte e incentivar procesos de renovación urbana en la ciudad. Tabla 3.16

Tabla 3.16 Indicador Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios

Ítem	Descripción
Objetivo	Aprovechar las oportunidades generadas por la inserción del sistema para el desarrollo de nuevos proyectos inmobiliarios.
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Potencial de generación de desarrollo de proyectos inmobiliarios a partir del diseño urbano conceptual de inserción del trazado y las estaciones por alternativa; y el cruce de esta información con la cartografía oficial del distrito (espacio público efectivo, manzanas, predios y edificaciones).
Metodología de cálculo	<p>A partir de la inserción urbana del trazado y diseño conceptual de estaciones, se identifican las áreas con potencial de desarrollo inmobiliario en el área de influencia (primera manzana adyacente) del proyecto. El indicador se mide en superficie (metros cuadrados totales en planta de manzanas con potencial de desarrollo inmobiliario generado por la inserción del sistema). Para la identificación de estas áreas de oportunidad se identifican dos casos tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manzanas en las que se localizan los edificios laterales de acceso a estaciones elevadas, que están conformadas por edificaciones de poca altura (1 a 4 pisos), y que no cuentan con equipamientos colectivos, edificaciones representativas o Bienes de Interés Cultural (BIC). Aquí, se toma el área total de la manzana como área con potencial de desarrollo inmobiliario. En el caso de las manzanas en las que se dan las condiciones anteriormente mencionadas, pero que cuentan con uno o varios predios construidos en altura (5 pisos o más), se toma el área parcial de la manzana, excluyendo estos predios. • Manzanas en las que se presenta afectación predial por la inserción del trazado (tipología elevada o subterránea), pero que dicha afectación solamente afecta un predio de la manzana (es el caso de los puntos o intersecciones en los que el trazado debe hacer un cambio de dirección, y generar una curva amplia que afecta predios en las esquinas de manzana en la intersección). En estos casos, se toma el área remanente de la manzana como zona de potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios. <p>La siguiente figura ilustra, a modo de ejemplo, el método de cálculo de este indicador:</p>

Ítem	Descripción
	<p> ■ Estación Edificios de acceso a la estación ■ Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios </p>
Unidad de medición	m ² con potencial inmobiliario
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	A través del plano en planta de inserción del trazado y las estaciones y un polígono que indica el área calculada.
Nivel	Primera manzana adyacente. Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que arroje una mayor superficie construible en el conjunto de estaciones y trazado es la que resulta mejor puntuada en este indicador.

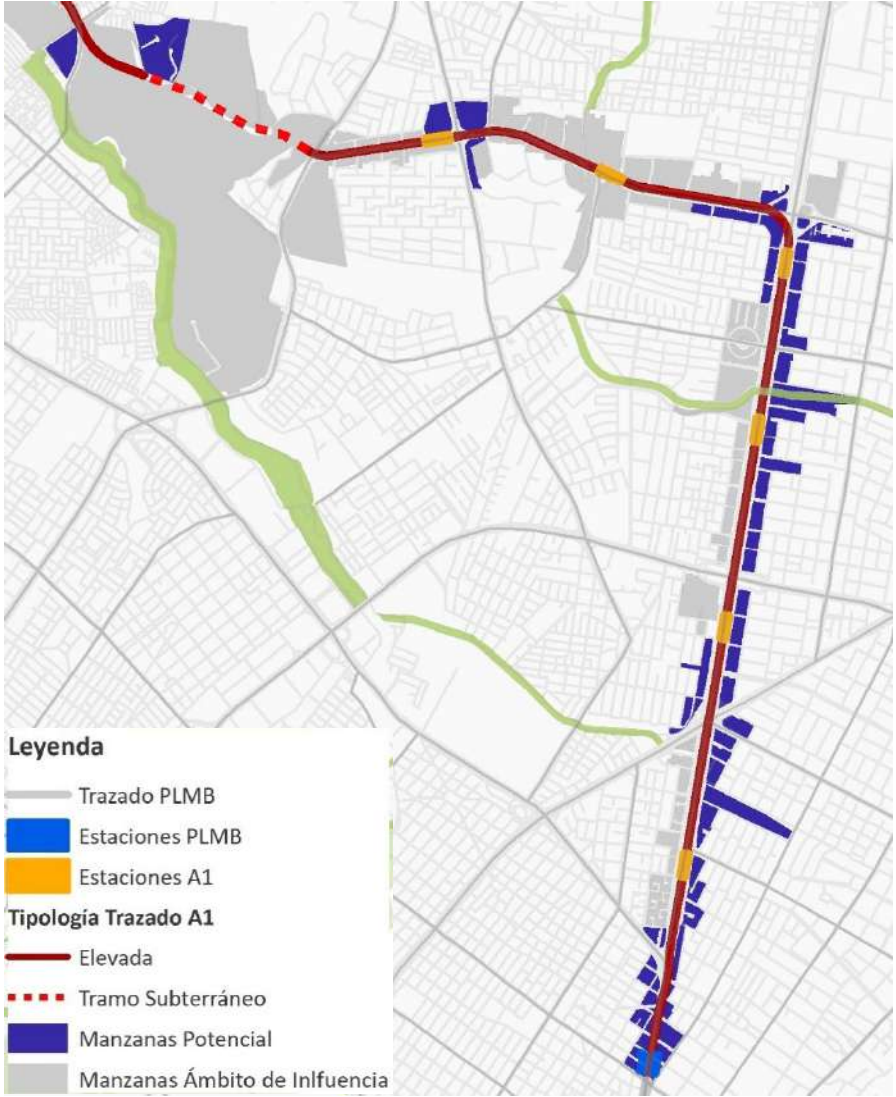
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Indicador potencial de renovación urbana

3.111 En las dinámicas de desarrollo de las ciudades puede darse la aparición de zonas con condiciones de subutilización de las estructuras físicas existentes. La inserción de un nuevo sistema de transporte puede constituir una oportunidad para aprovechar al máximo el potencial de desarrollo de estas zonas de la ciudad. Tabla 3.17

Tabla 3.17 Indicador Potencial de renovación urbana

Ítem	Descripción
Objetivo	Aprovechar las oportunidades generadas por la inserción del sistema para utilizar más eficientemente el suelo de acuerdo con la infraestructura existente.
Variables del indicador (entradas)	Potencial de renovación urbana a partir del cruce entre: el trazado y estaciones del proyecto por alternativa; shape catastral de manzanas de Bogotá; y el shape de Tratamientos Urbanísticos del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) en formulación de Bogotá.
Metodología de cálculo	En el ámbito de influencia del proyecto (primera manzana adyacente), se calculan los m ² con potencial de recuperación urbana de acuerdo con las zonas dispuestas

Ítem	Descripción
	<p>en tratamiento de Renovación Urbana a partir de los Tratamientos Urbanísticos del POT en formulación.</p> <p>El tratamiento de Renovación Urbana busca la transformación de zonas desarrolladas de la ciudad que tienen condiciones de subutilización de las estructuras físicas existentes, para aprovechar al máximo su potencial de desarrollo (Alcalde Mayor de Bogotá, D.C., 2004).</p> <p>La siguiente figura ilustra, a modo de ejemplo, el método de cálculo de este indicador:</p>  <p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> — Trazado PLMB ■ Estaciones PLMB ■ Estaciones A1 Tipología Trazado A1 — Elevada - - - Tramo Subterráneo ■ Manzanas Potencial ■ Manzanas Ámbito de Influencia
Unidad de medición	m2 renovables
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	A través de un mapa de cruce de información y un polígono que indica el área calculada.

Ítem	Descripción
Nivel	Primera manzana adyacente. Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que arroje una mayor superficie con potencial de recuperación es la que resulta mejor puntuada en este indicador.

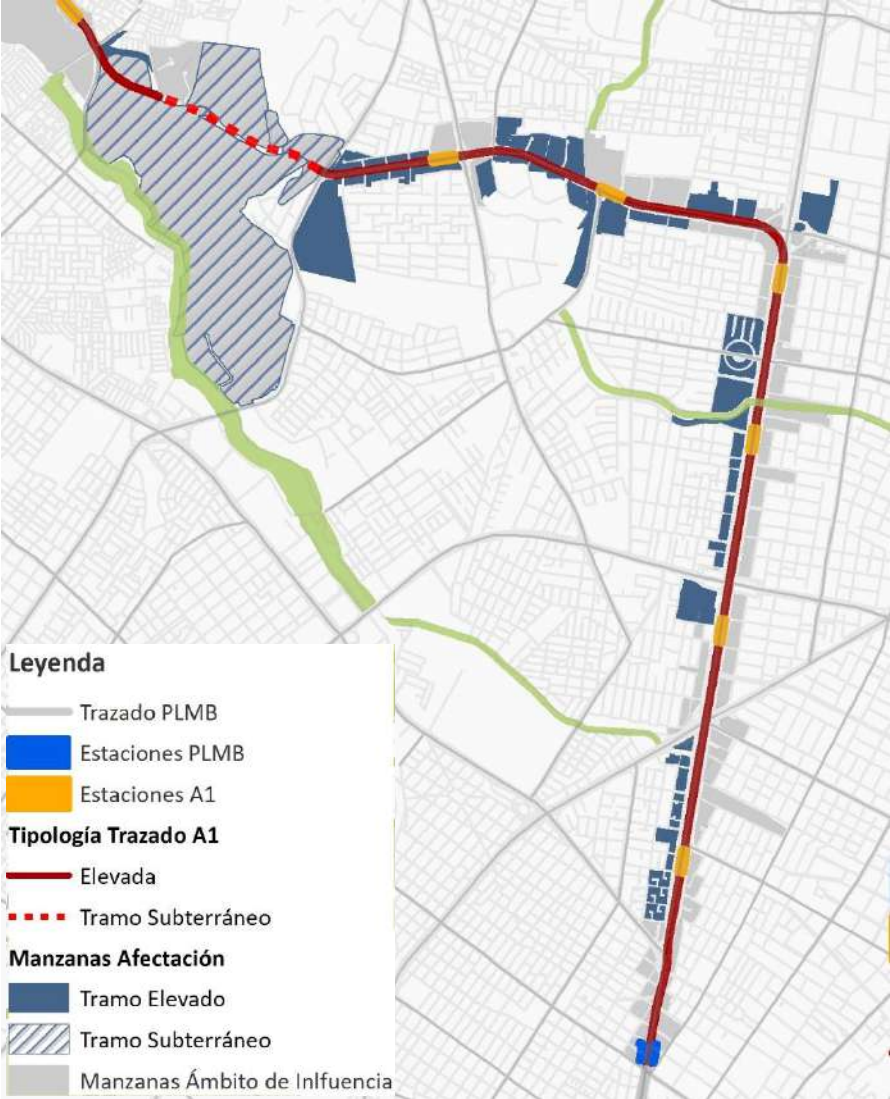
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Criterio integración/des-integración urbana

- 3.112 Busca evaluar y reducir al máximo los posibles impactos negativos generados por la inserción de futuros proyectos de movilidad de gran escala en el entorno construido de la ciudad, su complejidad de inserción y potenciar las oportunidades de integración de este con el contexto físico existente. Este criterio toma en cuenta la inserción urbana tanto del trazado como de las estaciones de acceso al mismo.
- Indicador afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico
- 3.113 En concordancia con el modelo de ordenamiento territorial, el POT por medio de la definición de Tratamientos Urbanísticos, orienta las intervenciones que se pueden realizar en el territorio, de acuerdo con las condiciones existentes como resultado de la valoración de las características físicas de cada zona y su función en el modelo territorial (Alcalde Mayor de Bogotá, D.C., 2004). De acuerdo con lo anterior, diferentes modalidades para la regulación de intervenciones en el territorio se establecen para la ciudad.
- 3.114 La implementación de un nuevo sistema de transporte puede generar afectaciones a áreas de la ciudad que de acuerdo con el modelo de ordenamiento adoptado deben ser protegidas al ser parte del patrimonio construido de la ciudad. Tabla 3.18

Tabla 3.18 Indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico

Ítem	Descripción
Objetivo	Minimizar los impactos sobre barrios de interés arquitectónico y/o urbanístico por la inserción del sistema
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico a partir del cruce entre: el trazado y estaciones del proyecto por alternativa; shape catastral de manzanas de Bogotá; y el shape de Tratamientos Urbanísticos del POT en formulación de Bogotá.
Metodología de cálculo	<p>En el ámbito de influencia del trazado y las estaciones (primera manzana adyacente), se calculan los m² de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico que podrían ser afectados de acuerdo con las zonas dispuestas en Tratamiento de Conservación a partir de los Tratamientos Urbanísticos del POT en formulación.</p> <p>El Tratamiento de Conservación tiene por objetivo proteger el patrimonio construido de la ciudad, para asegurar su preservación involucrándolo a las exigencias de desarrollo urbano, mientras que el Tratamiento de Consolidación, regula la transformación de las estructuras urbanas de la ciudad desarrollada, garantizando coherencia entre la intensidad de uso del suelo y el sistema de espacio público existente o planeado (Alcalde Mayor de Bogotá, D.C., 2004).</p>

Ítem	Descripción
	<p>En los casos en los que la tipología de inserción del sistema de transporte es subterránea, no se tiene en cuenta el área de afectación.</p> <p>La siguiente figura ilustra, a modo de ejemplo, el método de cálculo de este indicador:</p>  <p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> — Trazado PLMB ■ Estaciones PLMB ■ Estaciones A1 Tipología Trazado A1 — Elevada - - - Tramo Subterráneo Manzanas Afectación ■ Tramo Elevado ▨ Tramo Subterráneo ■ Manzanas Ámbito de Influencia
Unidad de medición	m ² afectados
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	A través de un mapa de cruce de información y un polígono que indica el área calculada.
Nivel	Primera manzana adyacente. Bogotá D.C.

Ítem	Descripción
Calificación	La alternativa que arroje una menor afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico por estaciones y trazado, es la que resulta mejor puntada en este indicador.

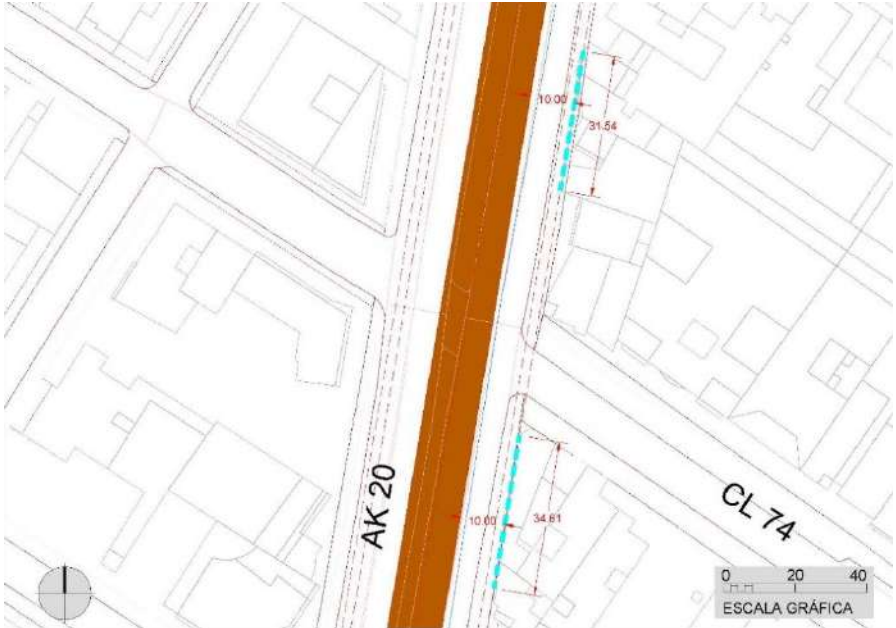
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Indicador proximidad con edificaciones

3.115 La distancia entre el límite exterior del proyecto y las edificaciones existentes es un factor determinante que afecta la calidad visual y paisajística del entorno urbano de los corredores del sistema. Así mismo, es un factor que influye en la seguridad del sistema y la calidad de vida de los habitantes de los predios más cercanos al mismo. Tabla 3.19

Tabla 3.19 Indicador Proximidad con edificaciones

Ítem	Descripción
Objetivo	Minimizar los impactos generados por la proximidad del sistema con las edificaciones (fachadas y cimentaciones)
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Proximidad con edificaciones a partir del diseño urbano conceptual de inserción del trazado y las estaciones por alternativa; y el cruce de esta información con la cartografía oficial del distrito (espacio público efectivo, manzanas, predios y edificaciones).
Metodología de cálculo	<p>A partir de la inserción urbana del trazado y diseño conceptual de estaciones, se calcula el promedio de metros lineales que separan el proyecto de las edificaciones identificando así los tramos más cercanos al proyecto en su ámbito de influencia (primera manzana adyacente).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el caso de las alternativas de tipología elevada, el cálculo se lleva a cabo de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> – En tramos rectos, se identifican los metros lineales de fachada que se encuentran dentro de una franja de 10m a partir del borde de la estructura a lado y lado. – En tramos curvos, se identifican los metros lineales de fachada que se encuentran dentro de una franja de 8m a partir del borde de la estructura. – En los puntos de inserción de las estaciones, se identifican los metros lineales de fachada que se encuentran dentro de una franja de 10m a partir del paramento de las estaciones. • Para el caso de las alternativas de tipología subterránea, el cálculo se lleva a cabo de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> – A lo largo del trazado, se identifican los metros lineales de cimentaciones (para este ejercicio, se ha asumido el paramento en fachada como límite de las cimentaciones de las edificaciones) que se encuentran dentro de una franja de 10m a partir del eje del trazado a lado y lado.

Ítem	Descripción
	<p>– Para los puntos de inserción de las estaciones, se identifican los metros lineales de cimentaciones (identificados de la misma manera que en el punto anterior) que se encuentran dentro de una franja de 10m a partir del paramento de las estaciones.</p> <p>Para todas las alternativas, los metros lineales de fachadas de predios están siendo afectados, tanto por la inserción del trazado como por estaciones, no se contabilizan en este indicador, ya que estos predios están siendo contabilizados como, o bien área con potencial de desarrollo inmobiliario, o área con potencial generación de espacio público.</p> <p>La siguiente figura ilustra, a modo de ejemplo, el método de cálculo de este indicador:</p> 
Unidad de medición	ml afectados
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	A través del plano en planta de inserción del trazado y las estaciones y el buffer de ocupación del proyecto según el tipo de tramo (curvo o recto) y tipología del sistema (elevada o subterránea).
Nivel	Primera Manzana Adyacente. Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que arroje una menor proximidad con fachadas es la que resulta mejor puntuada en este indicador.

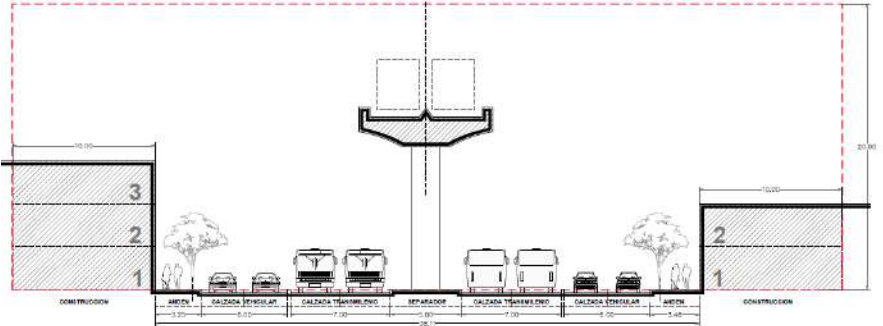
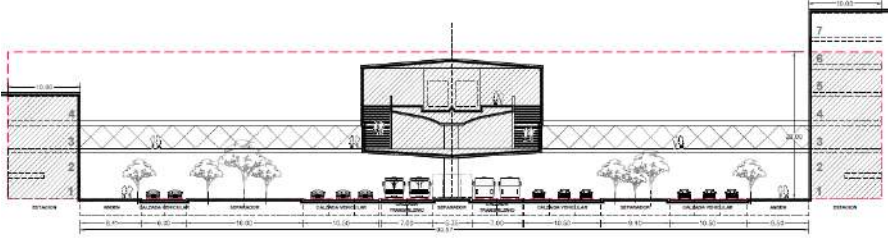
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Indicador impacto visual

3.116 La inserción de una nueva infraestructura en el entorno urbano genera un impacto visual para los habitantes de la ciudad dado que irrumpe el espacio físico existente. Este puede evaluarse de

acuerdo con los efectos visuales causados por la proporción de esta en el entorno libre y construido. Tabla 3.20

Tabla 3.20 Indicador Impacto visual

Ítem	Descripción
Objetivo	Minimizar el impacto visual generado en el entorno urbano por la inserción de los nuevos elementos de infraestructura.
Variables del indicador (entradas)	Impacto visual a partir del diseño urbano conceptual de inserción del trazado y las estaciones por alternativa.
Metodología de cálculo	<p>A partir de la división del espacio, entre área construida y área libre, se calcula la proporción en porcentaje de estos sobre el área analizada. Este indicador arroja el impacto de una nueva construcción sobre el espacio urbano existente.</p> <p>Para lo anterior, se mide en sección la proporción de área construida sobre área libre tanto para estaciones, cómo en tramos homogéneos, de la infraestructura férrea del transporte masivo de pasajeros.</p> <p>En los casos en los que la tipología de inserción del sistema de transporte es subterránea, no se considera esta proporción. Únicamente aplica en tramos elevados o a nivel dado que son los que generarían un cambio a nivel visual y una diferencia entre el entorno construido y libre.</p> <p>La siguiente figura ilustra, a modo de ejemplo, el método de cálculo de este indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> Impacto visual generado por la inserción de la infraestructura férrea  <ul style="list-style-type: none"> Impacto visual generado por la inserción de la estación 
Unidad de medición	% de área construida sobre área libre
Naturaleza	Cuantitativo

Ítem	Descripción
Visualización	A través del plano en sección de inserción del trazado y las estaciones y un polígono que indica el área calculada.
Nivel	Primera Manzana Adyacente. Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que arroje una menor proporción de área construida sobre área libre es la que resulta mejor puntuada en este indicador.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020 Componente Afectación Social

Componente Afectación Social

- 3.117 Para la Fase 2 del presente estudio el Componente Afectación Social fue determinado por parte de la EMB con un único criterio que se denomina “Afectación a comunidades y territorio” en donde se fijaron dos (2) indicadores (Ver Anexo E. Componente Afectación Social), los cuales se desarrollan a continuación:

Afectación a comunidades y territorio

- 3.118 “El impacto se refiere a los efectos que la intervención planteada o propuesta tiene sobre la comunidad en general”¹². La gestión del Impacto Social está orientada a minimizar en gran medida la afectación social y a la reducción de los riesgos que ello involucra, a partir del aprovechamiento de las oportunidades presentadas, buscando con ello reducir en la medida de lo posible los impactos negativos y potenciar los impactos positivos. De esta manera se contribuye al mejoramiento de las relaciones con las comunidades y con otros grupos de Interesados (Stakeholders) del proyecto.
- 3.119 En concordancia con lo antes descrito, se concluye que todo proyecto de infraestructura implica afectaciones parciales o totales a predios sin importar la categoría que cada uno de estos predios presente, entre las que se pueden determinar: predios particulares (o privados), predios oficiales, predios públicos; que pueden estar identificados como Bienes de Interés del ámbito Nacional o zonas con valor patrimonial o comunal.
- 3.120 En este entendido y de acuerdo con los trazados que presentan cada una de las catorce (14) alternativas aprobadas para esta segunda fase, se establece que ellas están trazadas en cuatro (4) de las veinte (20) localidades en las que se encuentra dividido territorial y administrativamente el Distrito Capital. Estas localidades corresponden a la Localidad 2 Chapinero, la Localidad 10 de Engativá, la Localidad 11 de Suba y la Localidad 3 de Barrios Unidos.
- 3.121 En consecuencia, es importante manifestar que el objetivo “de la política de dotación de equipamientos está enfocada a mejorar el nivel de vida de los ciudadanos a partir del fortalecimiento de la estructura urbana, principalmente la red de ciudades de la región, el centro y las centralidades, y las áreas estratégicas de integración regional; a partir de la adecuación de la oferta de equipamientos en relación con su localización y la demanda. En este mismo sentido, los equipamientos deben responder a lo siguiente: Conformación de una red jerarquizada, permitir la

¹² Concepto tomado del documento titulado: Impacto, impacto social y evaluación del impacto <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v15n3/aci08307.pdf>

localización de nuevos equipamientos de alta jerarquía principalmente en las centralidades, localización de nuevos equipamientos de escala urbana y zonal principalmente en las Unidades de Planeamiento Zonal de mejoramiento Integral”¹³.

Afectación a la infraestructura o equipamiento social

- 3.122 El Sistema de Equipamientos es el conjunto de espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos del Distrito Capital de los servicios sociales, que se disponen de forma equilibrada en todo el territorio del Distrito Capital y que se integran funcionalmente y de acuerdo a su escala de cubrimiento con las centralidades del Distrito Capital. El ordenamiento de cada tipo de equipamiento, que será establecido en el respectivo plan maestro, deberá corresponder con el objetivo general de garantizar el equilibrio entre áreas residenciales y servicios asociados a las mismas en todo el D.C, y será concordante con la estructura socio económica y espacial conformada por la red de centralidades¹⁴.
- 3.123 “Este Sistema brinda la estructura básica para la distribución de los servicios sociales y administrativos que tienen el propósito de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. En otras palabras, permite a la ciudadanía un mejor y más fácil acceso a los servicios sociales”¹⁵.
- 3.124 Este sistema busca organizar los servicios sociales atendidos por entidades públicas, privadas y mixtas.
- 3.125 Los equipamientos se clasifican según la naturaleza de sus funciones en tres (3) grupos, de acuerdo con el artículo 233 del POT¹⁶:
- Equipamiento Colectivo, agrupa los equipamientos relacionados directamente con la actividad residencial y con la seguridad humana. Se clasifican en cinco sectores: Educación, Cultura, Salud, Bienestar Social, Culto
 - Equipamiento Deportivo y Recreativo, áreas, edificaciones y dotaciones destinados a la práctica del ejercicio físico, al deporte de alto rendimiento, a la exhibición y a la competencia de actividades deportivas en los medios aficionados y profesionales, así como los espectáculos con propósito recreativo. Agrupa, entre otros, los estadios, coliseos, polideportivos, clubes deportivos, Clubes campestres deportivos y recreativos, hipódromos, autódromos, piscinas, clubes privados e instalaciones privadas que contemplen el deporte como actividad central.
 - Equipamiento de Servicios Urbanos Básicos destinados a la prestación de servicios administrativos y atención a los ciudadanos. Se clasifican así: Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, Recintos Feriales, Cementerios y Servicios Funerarios, Servicios de la Administración Pública, Servicios de atención de usuarios de servicios públicos domiciliarios.

¹³ Plan de Ordenamiento Territorial 2020. Tomo: Sistema del Cuidado Hacia Territorialización del Sistema del Cuidado Estructura Funcional y de Servicios.

¹⁴ <http://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/planes-maestros/generalidades>

¹⁵ Localidad 2 Chapinero. Diagnóstico POT -2020 V2.

¹⁶ <http://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/planes-maestros/generalidades>

3.126 Acorde con lo establecido por la Secretaria Distrital de Planeación, el equipamiento dispuesto en la ciudad está distribuido y se agrupa así:

- 1. Equipamientos para la Cultura:** Son espacios y edificaciones dedicados a actividades culturales, custodia, transmisión y conservación del conocimiento; fomento y difusión de la cultura, fortalecimiento y desarrollo de las relaciones, creencias y fundamentos de la vida en sociedad. Agrupa teatros, museos, auditorios, centros cívicos, bibliotecas, archivos, centros culturales, entre otros. Los equipamientos culturales se clasifican en tres (3) subsectores: espacios de expresión, espacios de memoria y avance cultural, y espacios de encuentro para la cohesión social.
- 2. Equipamientos Colectivos de Educación:** Estos equipamientos están destinados a la formación intelectual, capacitación y a la preparación de los individuos para su integración en la sociedad. Agrupa entre otros a las instituciones educativas de pre escolar, primaria, secundaria básica y media, centros de educación para adultos, centros de educación especial, centros de investigación, centros de capacitación ocupacional, centros de formación artística, centros de capacitación técnica e instituciones de educación superior.
- 3. Equipamientos Colectivos en Salud:** Integran los equipamientos en salud, el conjunto de las instituciones públicas, privadas y mixtas de la seguridad social en salud, de 3°, 2° y 1er nivel de atención a la comunidad.
- 4. Equipamiento Colectivo de Bienestar Social:** Son las edificaciones y dotaciones destinados al desarrollo y promoción de bienestar social, a través de actividades de información, orientación y prestación de servicios a grupos sociales específicos definidos como: familia, infancia, orfandad, 3ª edad, discapacitados y grupos marginales. Agrupa entre otros los hogares para la 3ª edad, hogares de paso para habitantes de calle, casas vecinales, jardines infantiles, centros de atención integral al menor en alto riesgo y centros de desarrollo comunitario.
- 5. Equipamientos de Recreación, Deportes y Parques:** Espacios destinados a la práctica del ejercicio físico, deportes de alto rendimiento, a la exhibición y competencia de actividades deportivas y a la exhibición de espectáculos con propósitos recreativos. Agrupa estadios, coliseos, polideportivos, clubes deportivos, clubes campestres, deportivos y recreativos, hipódromos, autódromos, piscinas, clubes privados.
- 6. Equipamiento para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria:** Dedicados al depósito y comercialización de alimentos. Agrupa las centrales de abastos y las plazas de mercado.
- 7. Equipamientos de Culto Religiosos:** Espacios destinados a la práctica de los diferentes cultos y a los equipamientos de congregaciones y formación religiosa –catedrales, seminarios, conventos, centros de culto, iglesias y parroquias-.
- 8. Equipamiento para los Servicios de Administración Pública y de Servicios Básicos:** Dedicados a las actividades administrativas de todos los niveles. Agrupa las sedes de las entidades administrativas del Estado, alcaldías locales, representaciones diplomáticas, sedes

de organismos internacionales, oficinas de entidades administrativas de servicios públicos, administraciones locales y a la prestación de servicios administrativos y atención a la ciudadanía.

- 9. Equipamientos para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia:** Espacios destinados a alojar instituciones dedicadas a la salvaguarda de las personas y bienes. Incluye entre otros los CAI, las Estaciones de Policía, Bomberos y la Defensa Civil y a la defensa y protección civil, acuartelamiento, entrenamiento y operación de los cuerpos armados del Estado; centro de reclusión, penitenciarias, cárceles y centros de rehabilitación.
- 10. Equipamientos para Recintos Feriales:** Son instalaciones especializadas para la exhibición y difusión transitoria de productos.
- 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios:** Dedicados a la cremación, inhumación o entierro de personas fallecidas y a los servicios de velación. Agrupa morgues, cementerios y funerarias.

3.127 La tabla siguiente, permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “*Afectación a la infraestructura o equipamiento social*” y, el procedimiento para su posterior evaluación, con la finalidad de determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1. Tabla 3.21

Tabla 3.21 Indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar y evaluar los impactos sociales que se presentan sobre los Equipamientos Sociales Comunitarios por cada alternativa de Fase 2.
Variables del indicador (entradas)	Cartografía de Bogotá, identificada a través de Google Earth (Información Secundaria). Plan de Ordenamiento Territorial 2020. Tomo: Sistema del Cuidado Hacia Territorialización del Sistema del Cuidado Estructura Funcional y de Servicios. Decreto Distrital 364 de 2013, Artículo 22. Definición del Sistema de Equipamientos
Metodología de cálculo	El indicador se calcula de acuerdo con la cantidad de Equipamientos Sociales Comunitarios que se impactan o que se interceptan en cada una de las alternativas de trazado
Unidad de medición	Unidades de Equipamientos Sociales Comunitarios (UN)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapa y cantidad de Equipamientos Sociales Comunitarios impactados o interceptados
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que registre el menor número de Equipamientos Sociales Comunitarios afectados será la que mejor calificación registre dentro del análisis.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Afectación de zonas con valor patrimonial o cultural

- 3.128 El patrimonio cultural de la Nación está constituido por todos los bienes materiales, manifestaciones inmateriales, productos y representaciones de la cultura que son expresiones de la nacionalidad colombiana.
- 3.129 La Ley General de Cultura, determina que “el patrimonio cultural de la Nación está constituido por todos los bienes y valores culturales que son expresión de la nacionalidad colombiana, tales como la tradición, las costumbres y los hábitos, así como el conjunto de bienes inmateriales y materiales, muebles e inmuebles, que poseen un especial interés histórico, artístico, estético, plástico, arquitectónico, urbano, arqueológico, ambiental, ecológico, lingüístico, sonoro, musical, audiovisual, fílmico, científico, testimonial, documental, literario, bibliográfico, museológico, antropológico y las manifestaciones, los productos y las representaciones de la cultura popular¹⁷.”
- 3.130 Uno de los objetivos en relación con el patrimonio construido es su valoración, conservación y recuperación, esto con el fin de garantizar su permanencia como símbolo de identidad y el disfrute de la comunidad como bien cultural, así está estipulado en el Artículo 123 del Decreto Distrital 190 de 2004.
- 3.131 En Bogotá el patrimonio construido está conformado por los Bienes de Interés Cultural, los cuales están constituidos por: sectores, inmuebles, elementos del espacio público, caminos históricos y bienes arqueológicos que tengan un interés histórico, artístico, arquitectónico y urbanístico. Estos se dividen en dos grupos, los sectores de Interés Cultural y por los inmuebles de Interés Cultural, este último es el que procede para el análisis en la evaluación multicriterio de la presente Consultoría.
- 3.132 La tabla siguiente, permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “Afectación de zonas con valor Patrimonial o Cultural” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1. Tabla 3.22

Tabla 3.22 Indicador Afectación de zonas con valor patrimonial o cultural

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar y evaluar los impactos sociales que se presentan sobre las Zonas con Valor Patrimonial o Cultural por cada alternativa de Fase 2.
Variables del indicador (entradas)	Cartografía de Bogotá, identificada a través de Google Earth (Información Secundaria). Plan de Ordenamiento Territorial 2020. Tomo: Sistema del Cuidado Hacia Territorialización del Sistema del Cuidado Estructura Funcional y de Servicios. Decreto Distrital 364 de 2013, Artículo 22. Definición del sistema de Equipamientos
Metodología de cálculo	El indicador se calcula de acuerdo a la cantidad de Bienes de Interés Cultural y Patrimonial del ámbito Nacional y del ámbito Distrital que se impactarán o que se interceptarán en cada una de las alternativas de trazado
Unidad de medición	Unidades de Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional y Distrital (UN)

¹⁷ LEY 397 Del 7 de Agosto de 1997, Artículo 4 del Título II.

Ítem	Descripción
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapa y cantidad de Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional y cantidad de Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital, impactados o interceptados
Nivel	Ciudad Bogotá / Ciudad - Región / Localidad / Buffer 100m (50 metros a la derecha y 50 metros a la izquierda, en las zonas de corredor para cada alternativa y con un radio de 100 m para cada Estación)
Calificación	La alternativa que registre el menor número de Bienes de Interés Cultural afectados será la que mejor calificación registre dentro del análisis.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Beneficios Sociales

- 3.133 Este componente cuantifica las mejoras en transporte que podrá disfrutar la ciudad con la construcción y operación de la extensión del Metro de Bogotá. Estos beneficios se evalúan a través de dos criterios: “Mejoras en transporte” e “integración modal.
- 3.134 Para la estimación de los indicadores se utilizó el modelo de cuatro etapas con información de julio de 2020 facilitados por la SDM. A continuación, se muestra una explicación de la metodología aplicada para el cálculo de los indicadores (Ver Anexo F. Componente Beneficios Sociales).

Mejoras de transporte

- 3.135 Se refiere al potencial que tendrá el nuevo sistema de transporte para atraer y movilizar pasajeros, la incidencia que tendrá en la disminución de los tiempos de desplazamiento en los diferentes modos de transporte y al aumento de la cobertura del sistema de transporte público de la ciudad.
- Pasajeros transportados
- 3.136 Este indicador mide la demanda extra atraída del nuevo sistema de transporte y su capacidad de movilizar pasajeros. Corresponde al total de pasajeros extra transportados en la hora de máxima demanda. Tabla 3.23

Tabla 3.23 Indicador Pasajeros transportados

Ítem	Descripción
Objetivo	Medir la demanda capturada por la alternativa de metro propuesta
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Vectores de población y usos de suelo, oferta de transporte público y privado.
Metodología de cálculo	Se calculan los pasajeros transportados en la HPAM por el sistema metro durante los 20 años de análisis para las ofertas y cortes temporales definidos. Posteriormente se divide en los 20 años para calcular el número de pasajeros totales promedio de la HPAM de la alternativa. $\frac{PasajerosMetro_{Alternativa} - PasajerosMetro_{StatusQuo}}{20 \text{ años}}$

Unidad de medición	Pasajeros/HPAM
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Gráficos de barras que representen la cantidad estimada.
Nivel	Ciudad-región
Calificación	La alternativa con mayor cantidad de pasajeros extra capturados obtiene un mayor puntaje.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Ahorros en tiempo

3.137 El indicador mide la incidencia del proyecto en la disminución de los tiempos de desplazamiento de los viajeros en los diferentes modos de transporte. Tabla 3.24

Tabla 3.24 Indicador Ahorros en tiempo

Ítem	Descripción
Objetivo	Cuantificar el tiempo de viaje en transporte público total ahorrado por la ciudad-región.
VARIABLES del indicador (entradas)	Vectores de población y usos de suelo, oferta de transporte público y privado.
Metodología de cálculo	El indicador ahorros de tiempo mide el promedio de los ahorros de tiempo totales de la HP AM durante los 20 años de análisis (2030-2050). Sin incluir penalidades A continuación se muestra la fórmula de cálculo del indicador: $\frac{\text{minutos totales}_{\text{Status Quo}} - \text{minutos totales}_{\text{Alternativa}}}{20 \text{ años}}$
Unidad de medición	Minutos/HPAM
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Gráficos de barras que representen la cantidad estimada.
Nivel	Ciudad-región
Calificación	La alternativa con mayor ahorro de tiempo obtiene mayor puntaje.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Integración

3.138 Este criterio mide la capacidad del metro para integrarse con la red de transporte masivo de la ciudad proyectada en los diferentes cortes temporales.

- Facilidad de conexión

3.139 Se refiere a la integración del proyecto con la red de transporte público de mayor capacidad de la ciudad (Metro, Regiotram y TransMilenio), por medio de la medición de los viajes con conexión en la red. Se busca la alternativa que maximice la conexión. Tabla 3.25

Tabla 3.25 Indicador Facilidad de conexión

Ítem	Descripción
------	-------------

Objetivo	Identificar la alternativa que maximice la conexión con la red de transporte masivo de la ciudad-región
VARIABLES del indicador (entradas)	Vectores de población y usos de suelo, oferta de transporte público y privado.
Metodología de cálculo	<p>Se estima la cantidad de viajes en transporte masivo sin incluir los viajes del Metro que conectan desde modos diferentes a los de transporte masivo (TransMilenio y Corredores Férreos). Corresponde a la diferencia entre el total de viajes que se realizan en transporte masivo y los que se realizan en otros medios de transporte público, durante los 20 años de análisis para las ofertas y cortes temporales definidos. Posteriormente se divide en los 20 años para calcular el número total de viajes promedio en la hora pico de la mañana de transporte masivo.</p> $\frac{(ViajesMasivo_{Alternativa} - ViajesMasivo_{StatusQuo}) - (ViajesAtendidosMetro)}{20 \text{ años}}$
Unidad de medición	Viajes/HPAM en los 20 años
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Gráficos de barras que representen la cantidad estimada.
Nivel	Ciudad-región
Calificación	La alternativa con mayor número de viajes tiene un mayor puntaje

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Financiero

- 3.140 El “Componente Financiero” como se definió en la matriz elaborada en el año 2016, se enfoca en establecer un costo de inversión que permita la ejecución presupuestal establecida por la Nación y el Distrito para el desarrollo de la expansión de la PLMB –T1.
- 3.141 Para el caso de los costos de explotación (operación), el análisis se enfoca en establecer el menor monto de estos costos para permitir una sostenibilidad en el tiempo de vida útil del sistema. Los valores utilizados en el marco de este análisis proceden en parte del modelo de transporte realizado por la SDM, la ingeniería básica del Contrato 849 de 2013 desarrollado por el Consorcio CL1 y de cálculos independientes establecidos por SYSTRA a partir de experiencias internacionales y locales. En el Anexo G1. Componente Financiero se detallan los cálculos.

Costos

- 3.142 La estimación de los costos del proyecto, parte de la definición de los componentes típicos para la ejecución de este tipo de obras de infraestructura como son: la obra civil asociada a cada una de las tipologías estudiadas, los sistemas ferroviarios, el material rodante, las estaciones, el taller y cocheras, las obras de urbanismo y paisajismo, obras complementarias (traslado o reubicación de

redes), manejo ambiental, Plan de Manejo de Tráfico - PMT, predios, los estudios y diseños de detalle y la interventoría de los anteriores aspectos, sin incluir costos financieros.

- 3.143 Asimismo, se determinarán con ratios los costos de operación y de mantenimiento del Proyecto, o sea el costo de todas las partes consumibles del proyecto: uso, mantenimiento y reparaciones del material rodante e infraestructura, gastos en energía y agua, piezas de reemplazo, costo de mano de obra.
- Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)
- 3.144 Los costos de inversión por kilómetro de la línea del metro, incluyendo predios, corresponde al cálculo de los costos estimados por ratios totales de los capítulos definidos para la construcción y puesta en operación, definidos en la Fase 1 de la presente Consultoría, ajustando las características propias de cada alternativa en lo concerniente a material rodante, número y tipo de estación, tamaño del patio taller y predios afectados y su relación con la longitud total del tramo de la alternativa.
- 3.145 La siguiente tabla permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1. Tabla 3.26

Tabla 3.26 Indicador Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)

Ítem	Descripción
Objetivo	Determinar costos por kilómetro de cada una de las alternativas planteadas, para la presente etapa.
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	Se toman como referencia para establecer indicadores de costos los siguientes documentos: <ul style="list-style-type: none"> • Estructuración técnica de 1 de la primera línea del metro de la Ciudad Bogotá. • Estudio comparativo de alternativas de ejecución por tramos y tipologías para la primera línea de Bogotá. • Línea 3 del tren ligero y datos de instalación Guadalajara 2018 • Resumen Ejecutivo Primera Línea Metro de Bogotá -Bogotá Humana (L1) • Costos de predios evaluados por la EMB
Metodología de cálculo	Se creó un Presupuesto basado en los indicadores de las actividades propias de obra, sistemas férreos y se complementan con valores de AIU, Interventoría, global en predios, Social, Plan de Manejo de Tránsito y Estudios y Diseños, y se dividió por la longitud total de la alternativa
Unidad de medición	Inversión total (incluye predios) en pesos colombianos - COP /longitud de la línea sin ramal al patio taller (Km)
Naturaleza	Indicador cuantitativo
Visualización	Archivo de Excel, con toda la información contenida
Nivel	Ciudad Bogotá
Calificación	La alternativa que registre el menor costo promedio será la que mejor calificación registre dentro del análisis.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Costos de operación y mantenimiento

- 3.146 Los costos de operación y mantenimiento corresponden al cálculo de los costos totales estimados con ratios para el uso, mantenimiento y reparaciones del material rodante e infraestructura, gastos en energía y agua, piezas de reemplazo, costo de mano de obra, necesarios para la operación y mantenimiento del proyecto.
- 3.147 La siguiente tabla permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “Costos de operación y mantenimiento” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1. Tabla 3.27

Tabla 3.27 Indicador Costos de operación y mantenimiento

Ítem	Descripción
Objetivo	Determinar el costo de explotación (entendidos como los de operación y mantenimiento) para cada una de las alternativas planteadas.
Variables del indicador (entradas)	<p>Los principales costos de operación y mantenimiento están representados en el personal, el consumo eléctrico, el mantenimiento y remplazo de elementos de la vía, del material rodante y de los equipamientos fijos en estación y a lo largo de la infraestructura lineal de transporte. En el caso de un túnel, es necesario equiparlo con un sistema de ventilación que tendrá que estar funcionado en permanencia y anti fuego y extracción de humo que tendrá de tener una gran reactividad y disponibilidad cuando necesario, así como un sistema de iluminación adecuado. En el caso de las estaciones subterráneas, el equipamiento de ventilación y extracción de humo es primordial tenerlo en adecuadas condiciones de funcionamiento para evitar consecuencias negativas en la eventualidad de incendios. Todo lo anterior representa un mayor consumo eléctrico y de personal de mantenimiento.</p> <p>Se toman como referencia los costos unitarios de operación establecidos por SYSTRA. El costo unitario varía dependiendo de si la línea esta subterránea o elevada y dependiendo del número de vagones por tren.</p> <p>El cálculo del número de kilómetros recorridos por cada tren (kilometraje) toma en cuenta la longitud de cada alternativa y el intervalo de operación en la hora pico (que se calcula en función de la demanda de cada alternativa en el modelo de transporte).</p> <p>El cálculo del número de viajeros de cada alternativa es procedente de la simulación de la demanda, que depende principalmente del trazado y de la localización de las estaciones.</p>
Metodología de cálculo	<p>Los costos de operación y mantenimiento se calculan como todos los costos generados en un período de tiempo, distribuidos en los kilómetros recorridos por cada tren (costo por tren.kilómetro) o vagón (costo por vagón.kilómetro).</p> <p>Se considera los costos unitarios establecidos por SYSTRA: un costo en USD por vagón.kilómetro compuesto por costos fijos (personal) y costos variables (consumo eléctrico, mantenimiento de la vía y de los equipamientos en estación y en la infraestructura lineal de transporte) para el caso de kilómetros recorridos en</p>

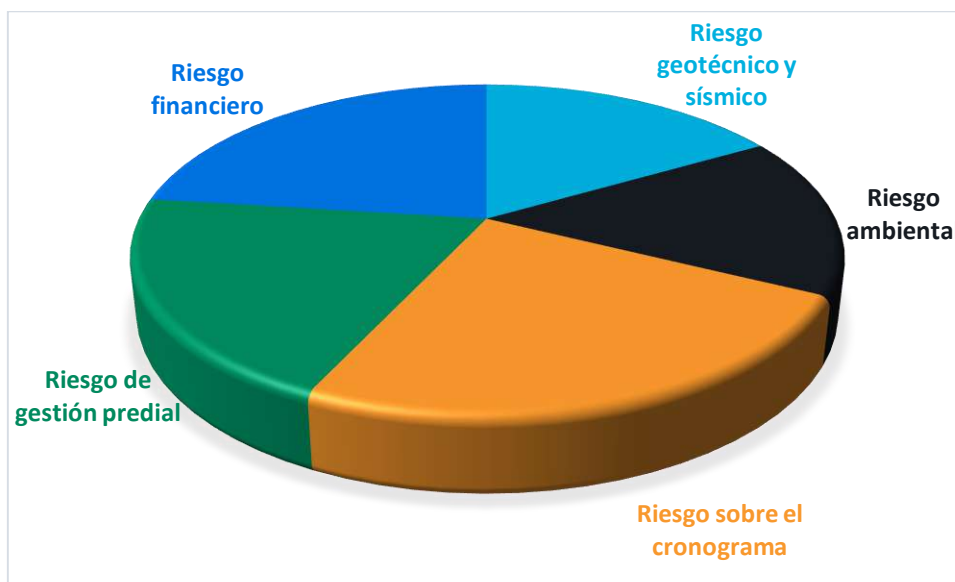
Ítem	Descripción
	<p>viaducto y en túnel (se considerarán los costos fijos iguales para cada tipo de infraestructura ya que son comunes).</p> <p>El costo de operación corresponde al costo unitario (en USD/tren.km) multiplicado por el kilometraje. El kilometraje depende de la longitud de la línea y del intervalo de operación (según la demanda de tráfico de la línea) . Se presenta los detalles de este cálculo en el anexo G.</p> <p>El cálculo del costo de operación se hace en primer tiempo para una hora pico en el año 2030 (indicador considerado par la calificación de las alternativas). También, se indica el costo de operación anual como información adicional. Finalmente se calcula el costo en hora pico por pasajero adicional transportado. Esto se calcula haciendo el ratio entre el costo de operación en la hora pico adicional de cada alternativa y el número de pasajeros en hora pico. Este indicador permite de realizar un mejor análisis del costo de operación al proporcionar un análisis por el doble prisma de costo y demanda, y no solamente realizando un análisis por el solo prisma de la demanda.</p>
Unidad de medición	USD/pasajero adicional
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Archivo de Excel (con toda la información contenida) y representación gráfica. Anexo G
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	Las alternativas de proyecto que ofrecen el menor costo de explotación, obtienen el mejor puntaje.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Riesgo

- 3.148 El componente riesgo se enfoca en evaluar las posibilidades de que se produzca un contratiempo en los criterios definidos con la geotecnia, sismicidad, ambiental, tiempo de construcción, costos y adquisición predial que pueda sufrir el proyecto.
- 3.149 De acuerdo con la matriz suministrada para la evaluación de las alternativas denominada “matriz multicriterio validada por la EMBL1 (2020)”, los porcentajes de distribución de este componente se observan en la siguiente imagen, incluido el riesgo ambiental que no se encuentra inicialmente evaluado en la matriz del año 2016. Figura 3.53

Figura 3.53 Distribución porcentajes componente riesgo



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo geotécnico y sísmico

3.150 Este criterio consiste en identificar los impactos geotécnicos y sísmicos sobre las estructuras de línea según su configuración constructiva (Túnel con tuneladora, túnel entre pantallas y viaducto), teniendo en cuenta el ambiente geológico, tectónico, geológico estructural y su interacción con las estructuras a adecuar, y pondera el criterio sísmico, estimando el riesgo de cada una de las tipologías de metro evaluadas en el contexto de amenaza sísmica de la ciudad de Bogotá para cada alternativa, a través del análisis de la información secundaria recopilada y conocimiento de los corredores definidos para la expansión de la PLMB. Ver Anexo H1.

- Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras

3.151 Este indicador trata de estimar el riesgo de cada una de las tipologías de metro evaluadas en el contexto geotécnico, geológico, hidrogeológico y sísmico de cada alternativa de la ciudad de Bogotá, con la información secundaria recopilada y conocimiento de los corredores definidos para la expansión de la PLMB.

3.152 En la Tabla 3.28 se puede identificar la manera como se evidencia el Indicador “Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1.

Tabla 3.28 Indicador Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras

Ítem	Descripción
Objetivo	Considerar el contexto geotécnico, geológico, hidrogeológico y sísmico de cada alternativa

Ítem	Descripción
Variables del indicador (entradas)	Unidades geológicas, zonificación geológica, geología estructural, hidrogeología, zonas de comportamiento sísmico homogéneo.
Metodología de cálculo	<p>El contexto geotécnico es generalmente desfavorable para las estructuras subterráneas más que para las estructuras aéreas. Sin embargo, en el contexto de Bogotá, el impacto sobre las soluciones aéreas es muy importante por el tipo de suelo. Por esta razón, parece que el impacto geotécnico es bastante próximo para los dos tipos de estructuras.</p> <p>Algunos impactos identificados para el túnel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo por causa del agua en las estaciones. • Riesgo de inestabilidad en la excavación. • Riesgo de frente mixto debido a la presencia de masas rocosas no previstas. <p>Algunos impactos identificados para el viaducto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundaciones con profundidades importantes. • Dimensiones importantes de fundaciones profundas. • Riesgos de desplazamientos importantes de los apoyos. <p>En función de la configuración del tramo de línea y del contexto geotécnico, se estimará una nota de 3 a 5 que traducirá el nivel de riesgo geotécnico asociado. Enseguida, la nota global de cada alternativa se calcula ponderadamente según la longitud de cada uno de los tramos.</p> <p>Igualmente, se evalúan las zonas de comportamiento sísmico homogéneo, y se considera una nota de 3 a 5 acorde al comportamiento esperado ante ocurrencia de sismo acorde a la configuración definida para el alineamiento.</p> <p>La calificación final es producto del promedio de las dos numéricas estimadas.</p>
Unidad de medición	Valoración cuantitativa (calificación entre 3.0 y 5.0)
Naturaleza	Indicador Cualitativo
Visualización	Microzonificación Sísmica de Bogotá
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	El tramo en viaducto y/o túnel que se encuentre en un contexto geotécnico favorable obtendrá un mejor puntaje.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo Ambiental

- 3.153 El IDIGER, que con sus siglas representa al Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, explica el riesgo ambiental así:

“Las inundaciones son producidas por exceso de agua, invadiendo áreas que en condiciones normales están secas. Este fenómeno desempeña un papel importante en la regulación de los sistemas hídricos, por esta razón, cuando se modifican dichos sistemas o se ocupan las áreas susceptibles de ser inundadas pueden generarse afectaciones.

Bogotá cuenta con el Plano Normativo de Amenaza por Inundación por Desbordamiento adoptado mediante el Decreto 190 del 2004, el cual ha sido actualizado a través de diferentes actos administrativos de la Secretaría Distrital de Planeación. Actualmente, en el marco del proceso de revisión del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (POT).

Adicionalmente, a partir del registro de eventos por encharcamientos registrados en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático – SIRE, se han identificado las zonas de la ciudad en las que durante los últimos años se ha presentado mayor densidad de encharcamientos, los cuales se deben en principal medida a fallas funcionales en el sistema de drenaje de la ciudad¹⁸.

Sumado a lo anterior, “un movimiento en masa que es el proceso por el cual un volumen de material constituido por roca, suelo, tierras, detritos o escombros, se desplaza ladera abajo por acción de la gravedad. Son conocidos popularmente como deslizamientos, derrumbes, procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, fallas de taludes y laderas”¹⁹, actividades que serán evaluadas para determinar el indicador ambiental de la matriz. Ver Anexo H2. Riesgo Ambiental.

- Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros

3.154 Incluye la identificación de zonas de riesgo (Movimientos en masa e inundaciones) en el área de influencia directa del proyecto, lo cual puede representar un riesgo en la implementación y operación del proyecto.

3.155 La tabla 3.29 permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1.

Tabla 3.29 Indicador Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar los sitios con riesgo de inundación y remoción en masa que cruzan las alternativas propuestas
Variables del indicador (entradas)	Cartografía de Bogotá “Amenaza_MovMasaRes.751_2018” e “INUNDACION_1060_2018” IDIGER
Metodología de cálculo	El indicador se calcula como la cantidad de metros lineales del trazado que se traslapan con las zonas de inundación o remoción en masa
Unidad de medición	Kilómetros (Km)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Mapa con longitudes que tendrían riesgo de inundación y remoción en masa
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que tenga la menor longitud con sectores de riesgo de inundación y remoción en masa es la que resulta con mejor puntuación.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

¹⁸ <https://www.idiger.gov.co/rinundacion>

¹⁹ <https://www.idiger.gov.co/rmovmasa#3>

3.156 El indicador se calcula teniendo en cuenta la longitud que pasa en cada una de las alternativas de trazado realizando el traslape con los mapas de amenaza por remoción en masa e inundación.

3.157 Se presenta un mapa donde se visualizan los riesgos de remoción en masa e inundación interceptados por los corredores seleccionados y se determina su longitud de afectación.

Riesgo sobre el cronograma

3.158 El criterio de riesgo sobre el cronograma, considera el rendimiento de la construcción de la línea en función de su configuración, ya sea subterránea o elevada y las penalidades que puede tener el cronograma por la interfaz de las obras con el contexto urbano del trazado como lo es densidad urbana, la presencia de redes, calles estrechas, entre otros, como fue definido en el documento base para este análisis, corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de prefactibilidad de la PLMB – Systra 2016.

3.159 El riesgo sobre el cronograma se estima con el indicador de “incertidumbre sobre el rendimiento de construcción”. Ver Anexo H3. Riesgo sobre el Cronograma.

- Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción

3.160 El indicador “Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción” considera el criterio de rendimiento de la construcción de la línea según su configuración (subterránea o elevada) y el contexto urbano del trazado (densidad urbana, presencia de redes, calles estrechas, etc.), como fue definido en el documento base para este análisis, corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de prefactibilidad de la PLMB – Systra 2016.

3.161 La tabla siguiente “Indicador Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción”, permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1. Tabla 3.30

Tabla 3.30 Indicador Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción

Ítem	Descripción
Objetivo	Considerar el criterio de rendimiento de la construcción de la línea en función de su configuración (subterránea o elevada) y el contexto urbano del trazado (densidad urbana, redes, calles estrechas, etc.)
Variables del indicador (entradas)	<ul style="list-style-type: none"> - Alternativas segmentadas por tramos, - Longitud de cada tramo, - Localización de estaciones, - Identificación de tramos con BRT, - Identificación de zonas con alta densidad de redes
Metodología de cálculo	<p>El criterio “Riesgo sobre el cronograma” consiste en considerar el criterio de rendimiento de la construcción de la línea según su configuración (subterránea o elevada) y el contexto urbano del trazado (densidad urbana, presencia de redes, calles estrechas, etc.)</p> <p>Para evaluarlo, se determinó el nivel de facilidad de realización para cada tipo de infraestructura con una nota de 3 (peor resultado) a 5 (mejor resultado).</p> <p>Para tipología subterránea:</p>

Ítem	Descripción
	<p>- Infraestructura tipo túnel – Calificación: 3/5 El contexto geotécnico de Bogotá permite obtener un rendimiento elevado de progreso de las tuneladoras. Sin embargo, la construcción de las estaciones subterráneas necesitará un tiempo de ejecución importante.</p> <p>- Infraestructura tipo túnel entre pantallas – Calificación: 3/5 La configuración y las zonas de implantación de las trincheras imponen la previsión de actuar por etapas y métodos de obras complejos que provocaran rendimientos bajos. Una nota de 3/5 está atribuida a este tipo de infraestructura.</p> <p>Para tipología elevada:</p> <p>- Infraestructura tipo viaducto – Calificación: entre 3/5 y 5/5 El riesgo geotécnico es importante para el viaducto, pero en caso de peligros el progreso de las obras no será impactado ya que los apoyos son puntuales. Por eso se puede contemplar proseguir los trabajos sobre otros apoyos antes de resolver el problema. Para este riesgo se identifican 3 zonas de viaducto según la complejidad del contexto geotécnico, de la siguiente forma:</p> <p>Zona 1 (Av. Ciudad de Cali entre Av. Rincón y Calle 170) – Calificación 5/5 El viaducto está implantado en el eje de la vía con una configuración urbana poco densa.</p> <p>Zona 2 (entre autopista Norte (sin incluir este corredor) hasta la Av. Ciudad de Cali con Av. Rincón) – Calificación 4/5 El viaducto está ubicado en un sitio con la presencia de redes importantes y densificación urbana.</p> <p>Zona 3 (Autopista Norte) – Calificación 3/5 El viaducto está en interfaz con el BRT y su infraestructura, lo que necesita fases de realización y obligaciones de ejecución importantes.</p>
Unidad de medición	Puntaje entre 3 y 5
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	Memoria de cálculo Excel
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que tiene la menor longitud de interferencia combinado con la tipología obtendrá la mejor calificación, (a mayor índice mejor calificación).

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo de gestión predial

- 3.162 Corresponde a la identificación de la cantidad de predios afectados por el trazado en cada una de las alternativas seleccionadas, teniendo en cuenta que, a mayor cantidad de predios es mayor la gestión predial que se debe adelantar y por lo tanto implica un mayor riesgo.
- 3.163 El riesgo de gestión predial se estima con el indicador de “Capacidad de gestión para la adquisición predial”. Ver Anexo H4. Riesgo de Gestión Predial.

- Capacidad de gestión para la adquisición predial

- 3.164 Se analizan las alternativas buscando la mejor opción, identificando la que menor cantidad de predios afectados contemple.
- 3.165 La tabla 3.31 indica la metodología para obtener el Indicador “Capacidad de gestión para la adquisición predial”, con él, se determina cuál será la alternativa más viable en el proceso de adquisición predial.

Tabla 3.31 Indicador Capacidad de gestión para la adquisición predial

Ítem	Descripción
Objetivo	Identificar la alternativa con menor cantidad de predios afectados por el trazado, con el fin de determinar la de menor riesgo a nivel predial
Variables del indicador (entradas)	Cantidad de predios requeridos
Metodología de cálculo	Con los trazados de cada una de las alternativas a tener en cuenta para el desarrollo del estudio predial, se procede a identificar a lo largo de cada una de ellas la cantidad de predios existentes y que serán afectados, para lo cual se toma el trazado y se superpone con la base catastral, teniendo en cuenta la tipología de línea, ya sea elevada, subterránea o mixta
Unidad de medición	Unidad de predios afectados (UN)
Naturaleza	Cuantitativo
Visualización	La información será presentada en formatos: PDF, Excel, Shape.
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	Se otorga el mejor puntaje a la alternativa que cuente con el menor número de predios afectados

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo financiero

- 3.166 El criterio de riesgo financiero como fue definido en el documento base para este análisis, que corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C, trata de determinar el nivel de riesgo global de cada alternativa combinando los niveles de riesgo de cada tipo de infraestructura respecto a sus costos de inversión y para este fin combina la ponderación de dos riesgos (geotécnico y rendimientos) y los costos del proyecto como se observa a continuación (Ver anexo H5. Riesgo Financiero). Tabla 3.32

Tabla 3.32 Riesgo Financiero

Indicador	Ponderación
Riesgo geotécnico	14%
Riesgo sobre el rendimiento de construcción	18%
Costos de inversión	68%

Fuente: PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C

- 3.167 Con la ponderación de los anteriores criterios, se estima con el indicador de “Incertidumbre sobre el costo del proyecto”.
- Incertidumbre sobre el costo del proyecto
- 3.168 Se analizan las alternativas buscando la mejor opción, identificando la que mejor calificación ponderada tienen de la combinación del Riesgo geotécnico, Riesgo sobre el rendimiento de construcción y Costos de inversión.
- 3.169 La tabla 3.33 permite identificar la manera como se evidencia el Indicador “Incertidumbre sobre el costo del proyecto” y, el procedimiento para su posterior evaluación, para determinar cuál será la alternativa más viable en el proceso de definición del proyecto de expansión de la PLMB – T1.

Tabla 3.33: Indicador Incertidumbre sobre el costo del proyecto

Ítem	Descripción
Objetivo	Estimar las incertidumbres sobre el costo del proyecto
VARIABLES DEL INDICADOR (ENTRADAS)	CAPEX estimado del proyecto. La valoración del riesgo geológico y la estimación del rendimiento
Metodología de cálculo	A partir de la combinación de los componentes de geología, sismicidad, rendimiento y CAPEX para cada alternativa propuesta y de acuerdo con las ponderaciones de riesgo estimadas para la evaluación de la matriz del año 2016 para la PLMB, se estimó el nivel de riesgo financiero de cada alternativa planteada.
Unidad de medición	Nota de 3 a 5
Naturaleza	Indicador cuantitativo
Visualización	Cuadro de Excel con el cálculo realizado.
Nivel	Bogotá D.C.
Calificación	La alternativa que registre el mayor número será la que mejor calificación registre dentro del análisis.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4 Resultados de indicadores y análisis adicionales

Componente Afectación Ambiental

4.1 A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores del componente Impacto Ambiental, en cada una de las alternativas evaluadas.

Área de traslape con los elementos de la EEP

4.2 Se realizó el cruce de las alternativas con las capas de la Estructura Ecológica Principal (EEP) descargadas en el visor de la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA:

- Capa Áreas protegidas,
- Capa corredores de ronda,
- Capa cuenca alta del río Bogotá,
- Capa Franja de adecuación,
- Capa parques urbanos,
- Capa reserva forestal protectora Van Der Hammen,
- Capa ronda hidráulica,
- Capa ZMPA.

4.3 Con base en el mapa de áreas protegidas y el trazado de cada una de las alternativas evaluadas, se identificaron, los siguientes humedales:

- Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes
- Humedal de la Conejera
- Humedal de Santa María del lago
- Humedal de Córdoba y Niza

4.4 En la siguiente tabla se presentan las áreas de traslape con zonas de protección que cruzan cada una de las alternativas y que corresponden a una afectación alta (80%). Tabla 4.1

Tabla 4.1 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP (zonas protegidas)

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha)	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha) – Aplicación Afectación alta (80 %)	Áreas protegidas identificadas
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	100,44	80,35	HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE CORDOBA Y NIZA HUMEDAL DE LA CONEJERA

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha)	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha) – Aplicación Afectación alta (80 %)	Áreas protegidas identificadas
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	101,37	81,09	HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE CORDOBA Y NIZA HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	97,34	77,87	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	97,64	78,11	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	97,34	77,87	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	97,34	77,87	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	141,91	113,53	HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha)	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha) – Aplicación Afectación alta (80 %)	Áreas protegidas identificadas
						HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	146,93	117,54	HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	19,12	15,30	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	19,12	15,30	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	90,59	72,47	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	90,54	72,43	HUMEDAL DE SANTA MARIA DEL LAGO HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha)	Área de traslape con los elementos de la EEP (Ha) – Aplicación Afectación alta (80 %)	Áreas protegidas identificadas
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	87,59	70,07	HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	87,60	70,08	HUMEDAL DE JUAN AMARILLO O TIBABUYES HUMEDAL DE LA CONEJERA

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.5 Con base en el mapa de corredores ecológicos y el trazado de cada una de las alternativas evaluadas, se identificaron los siguientes corredores ecológicos:

- Canal Río Negro
- Canal El Virrey
- Humedal Juan Amarillo
- Canal Molinos
- Humedal Córdoba
- Río Salitre
- Humedal Santa Maria del Lago

4.6 Con base en el mapa de ronda hidráulica y el trazado de cada una de las alternativas evaluadas, se identificaron, las siguientes rondas hidráulicas:

- Canal Callejas Sector 1
- Canal Niza
- Canal Avenida Transversal de Suba
- Canal La Castellana
- Humedal Juan Amarillo
- Canal Río Nuevo

4.7 Con base en el mapa de ZMPA y el trazado de cada una de las alternativas evaluadas, se identificaron, las siguientes zonas de manejo y protección ambiental:

- Canal Niza
- Canal Avenida Transversal de Suba
- Canal La Castellana
- Humedal Juan Amarillo
- Canal Callejas Sector 1

- Canal Río Nuevo

4.8 En la siguiente tabla se presenta el resultado de las áreas de traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Parques urbanos) que cruzan cada una de las alternativas y los cuales tienen una afectación media del 20%. Tabla 4.2

Tabla 4.2 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP (parques urbanos)

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con Parques urbanos (Ha)	Área de traslape con Parques urbanos (Ha)– aplicación Afectación media (20%)	Parques urbanos identificados
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	13,33	2,67	CONJUNTO RESIDENCIAL ATABANZA CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO PARQUE DEL INDIO O DE LAS COMETAS
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	13,33	2,67	CONJUNTO RESIDENCIAL ATABANZA CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO PARQUE DEL INDIO O DE LAS COMETAS
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	5,12	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	5,12	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	5,12	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con Parques urbanos (Ha)	Área de traslape con Parques urbanos (Ha)– aplicación Afectación media (20%)	Parques urbanos identificados
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	5,12	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	17,26	3,45	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	21,92	4,38	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	2,64	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	2,64	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2,64	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,64	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,39	0,68	LA ESTACION ALCAZARES LA SERENA
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,39	0,68	LA ESTACION ALCAZARES LA SERENA

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.9 En la siguiente tabla se presenta el consolidado del indicador Área de traslape con los elementos de la EEP. Tabla 4.3

Tabla 4.3 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP

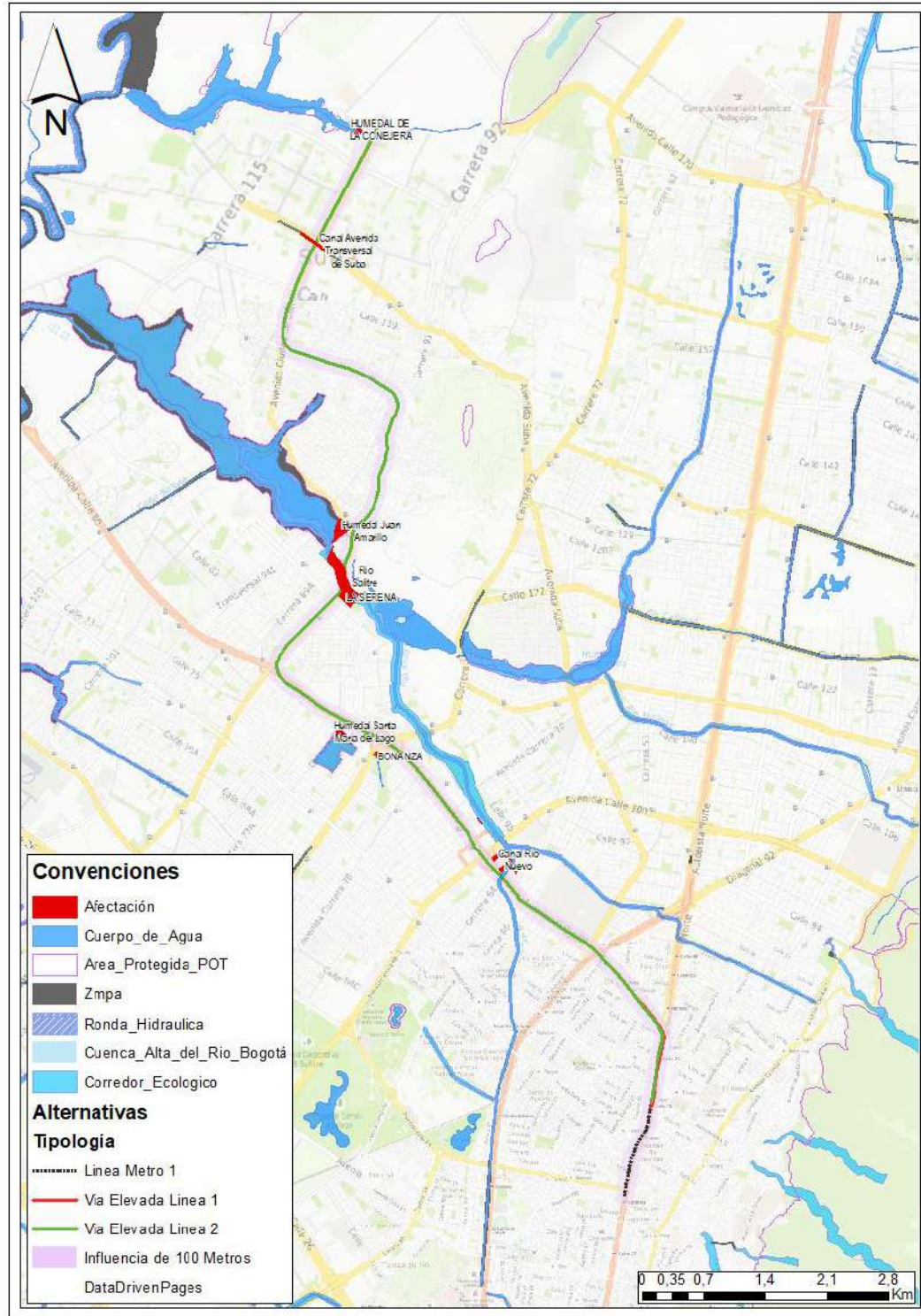
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Afectación Alta 80% (Ha)	Afectación media 20% (Ha)	Área Total de traslape EEP (Ha)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	80,35	2,67	83,02
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	81,09	2,67	83,76
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	77,87	1,02	78,90
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	78,11	1,02	79,14
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	77,87	1,02	78,90
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	77,87	1,02	78,90
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	113,53	3,45	116,98
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	117,54	4,38	121,93
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	15,30	0,53	15,82
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	15,30	0,53	15,82
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	72,47	0,53	73,00
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	72,43	0,53	72,96
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	70,07	0,68	70,75
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	70,08	0,68	70,76

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.10 En el anexo B1 se presenta un archivo en Excel donde se relacionan las áreas identificadas para cada una de las alternativas discriminadas por cada uno de los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá.
- 4.11 En la Figura 4.1 se presenta una de las alternativas Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón con menos área (15,82 ha) de traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de

Bogotá (Áreas protegidas, corredores de ronda, cuenca alta del rio Bogotá, Franja de adecuación, ronda hidráulica y ZMPA).

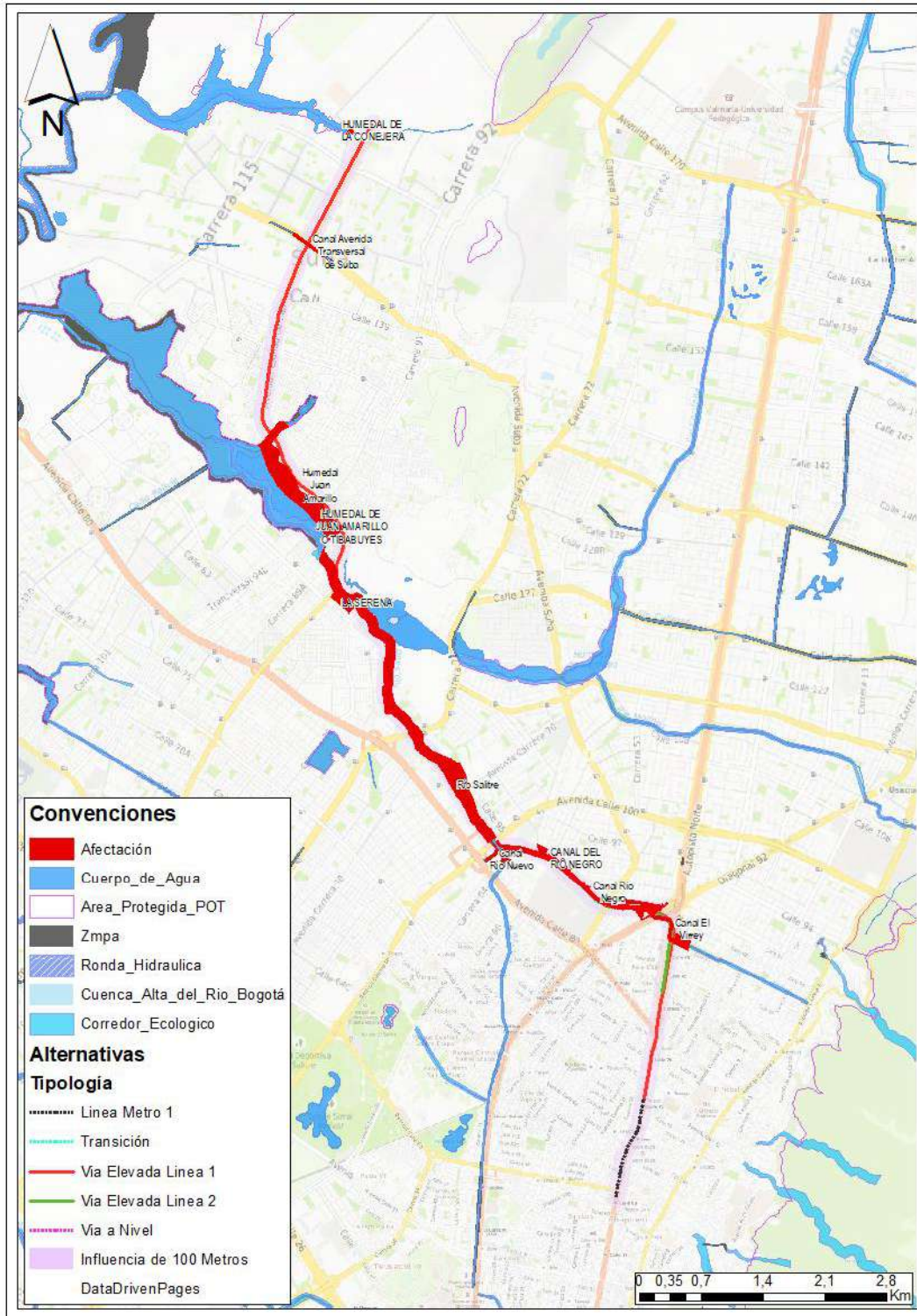
Figura 4.1 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá alternativa 2.09. Calle 80-Av. Cali-Av. Rincón – elevada - Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.12 En la siguiente Figura 4.2 se presenta una de las alternativas Canal Rionegro–Av. Cali con mayor área (121,93 ha) de traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Áreas protegidas, corredores de ronda, cuenca alta del río Bogotá, Franja de adecuación, ronda hidráulica y ZMPA).

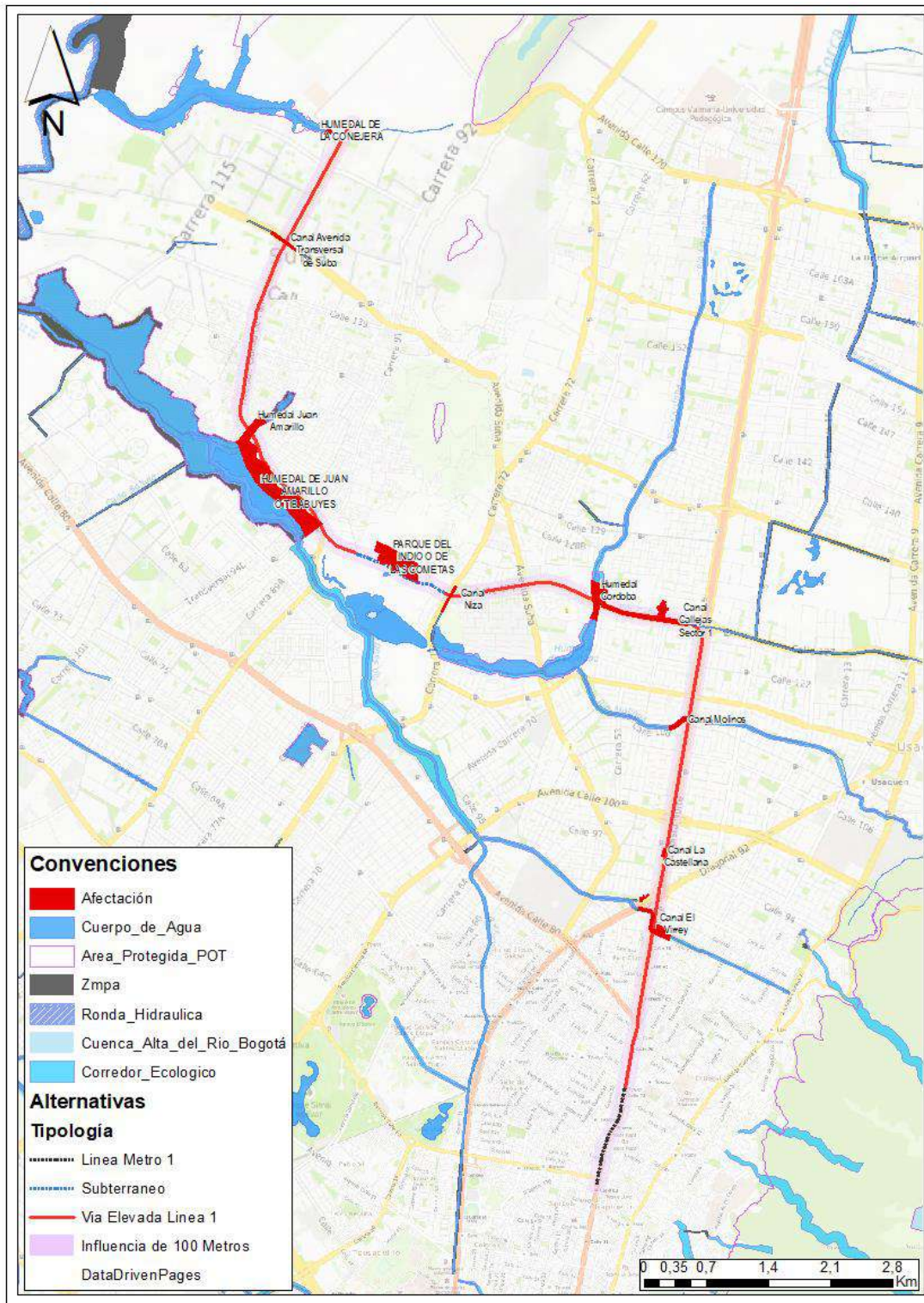
Figura 4.2 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.08. Canal Rionegro–Av. Cali – elevada (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

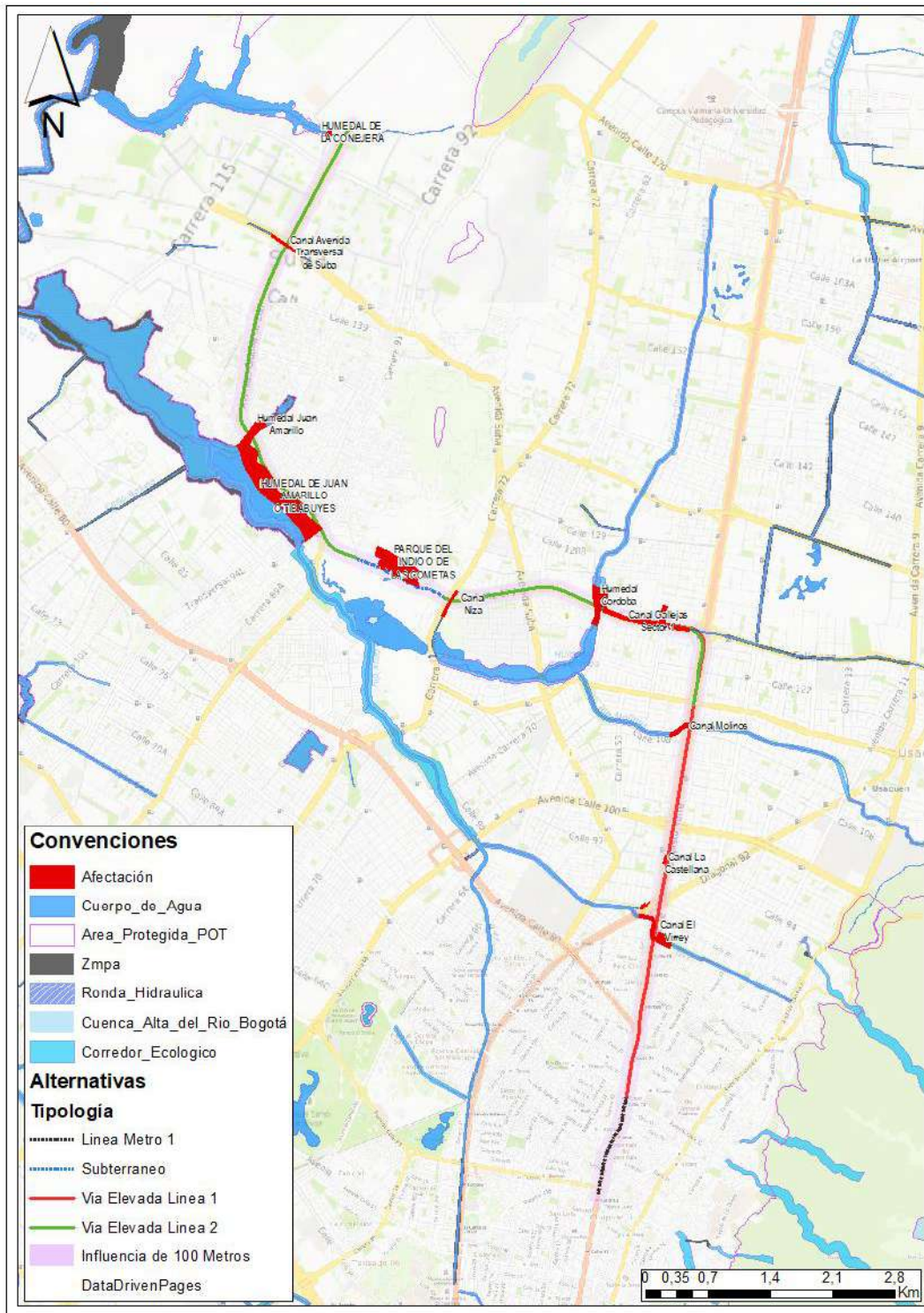
- 4.13 En las figuras 4.3 a 4.14 se presentan el cruce con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Áreas protegidas, corredores de ronda, cuenca alta del río Bogotá, Franja de adecuación, ronda hidráulica y ZMPA) para las alternativas intermedias.

Figura 4.3 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)



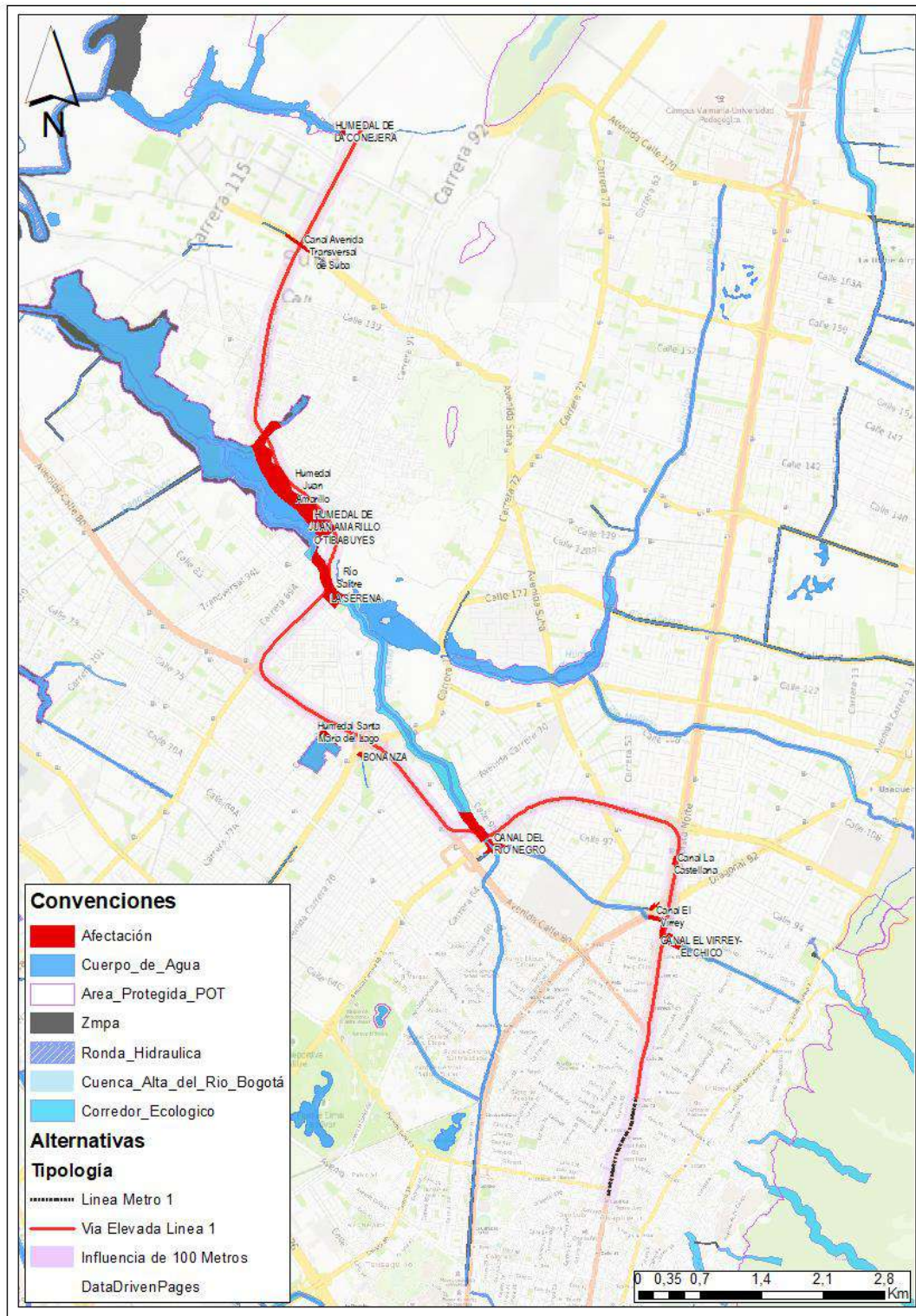
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.4 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali - Mixta (Línea nueva)



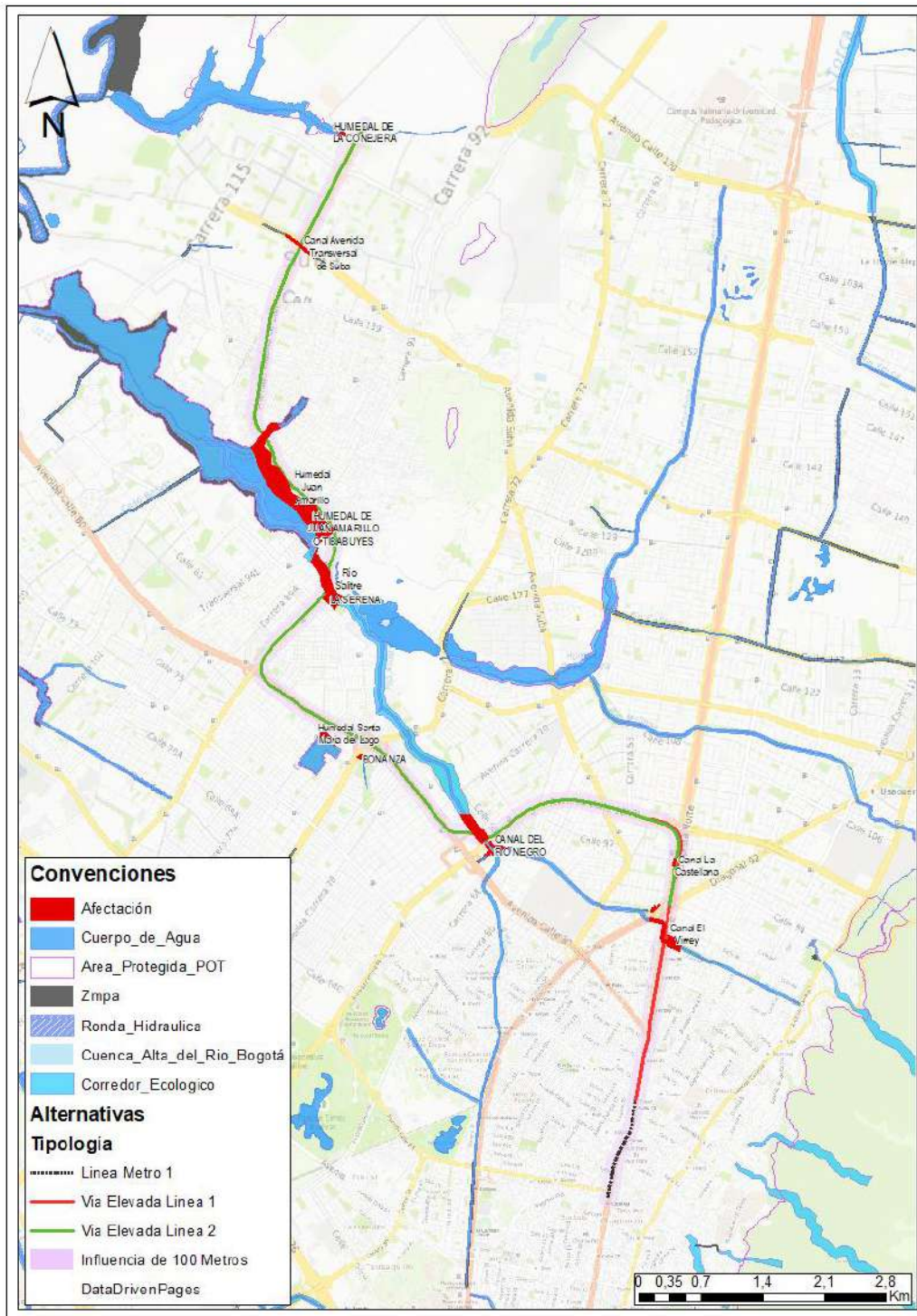
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.5 Traslapo elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.03. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – elevada (Extensión)



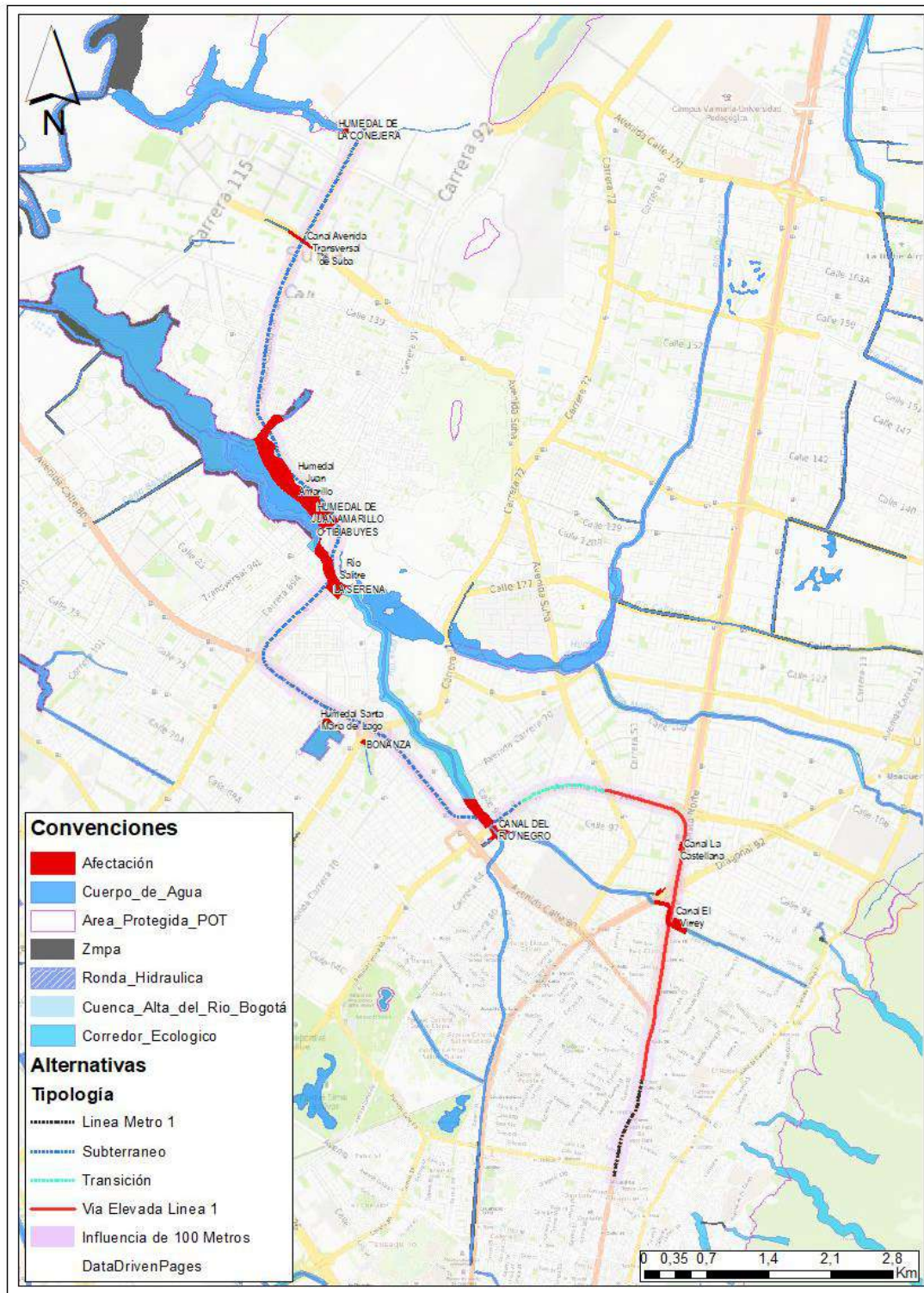
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.6 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.04. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – elevada (Línea nueva)



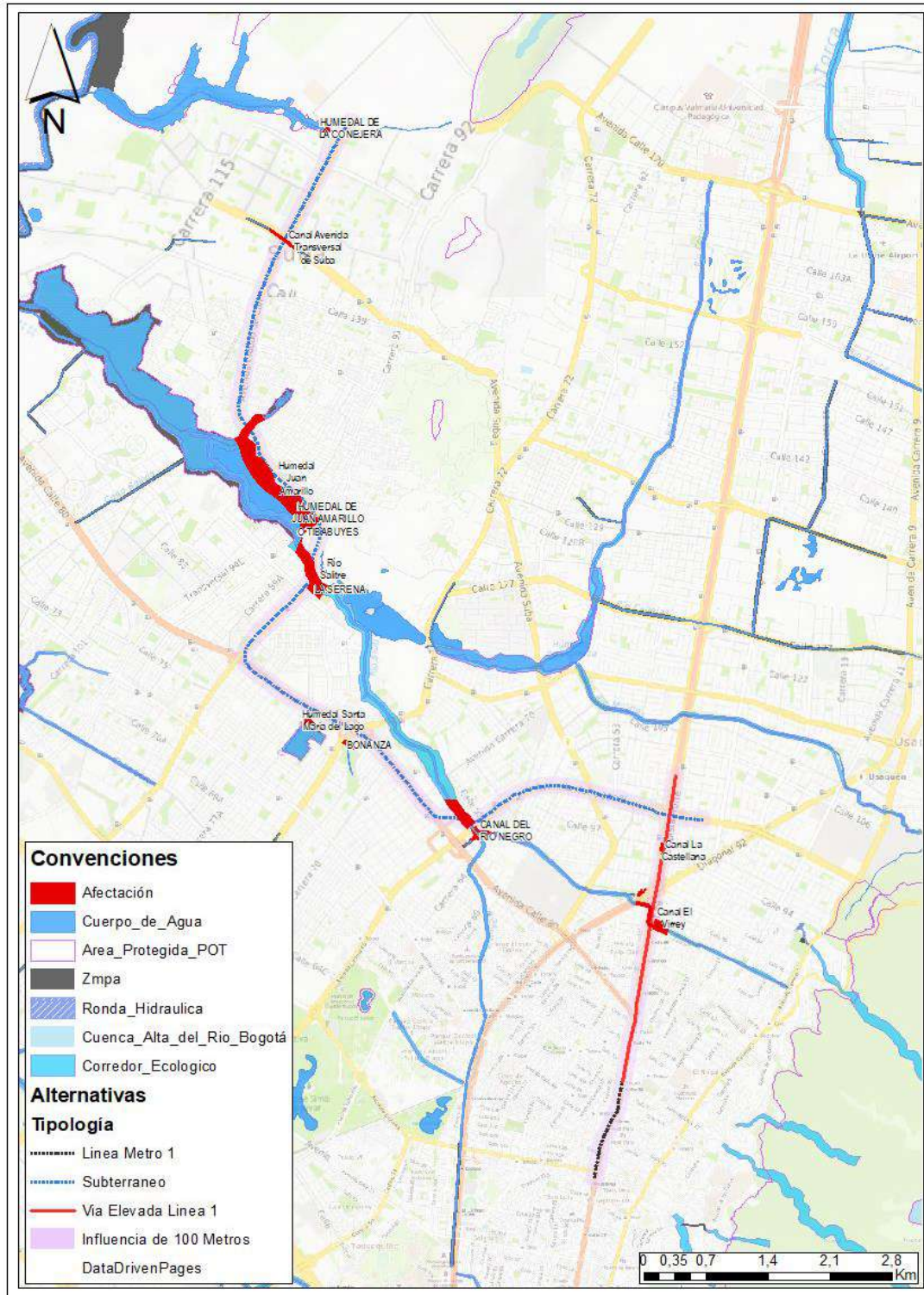
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.7 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.05. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



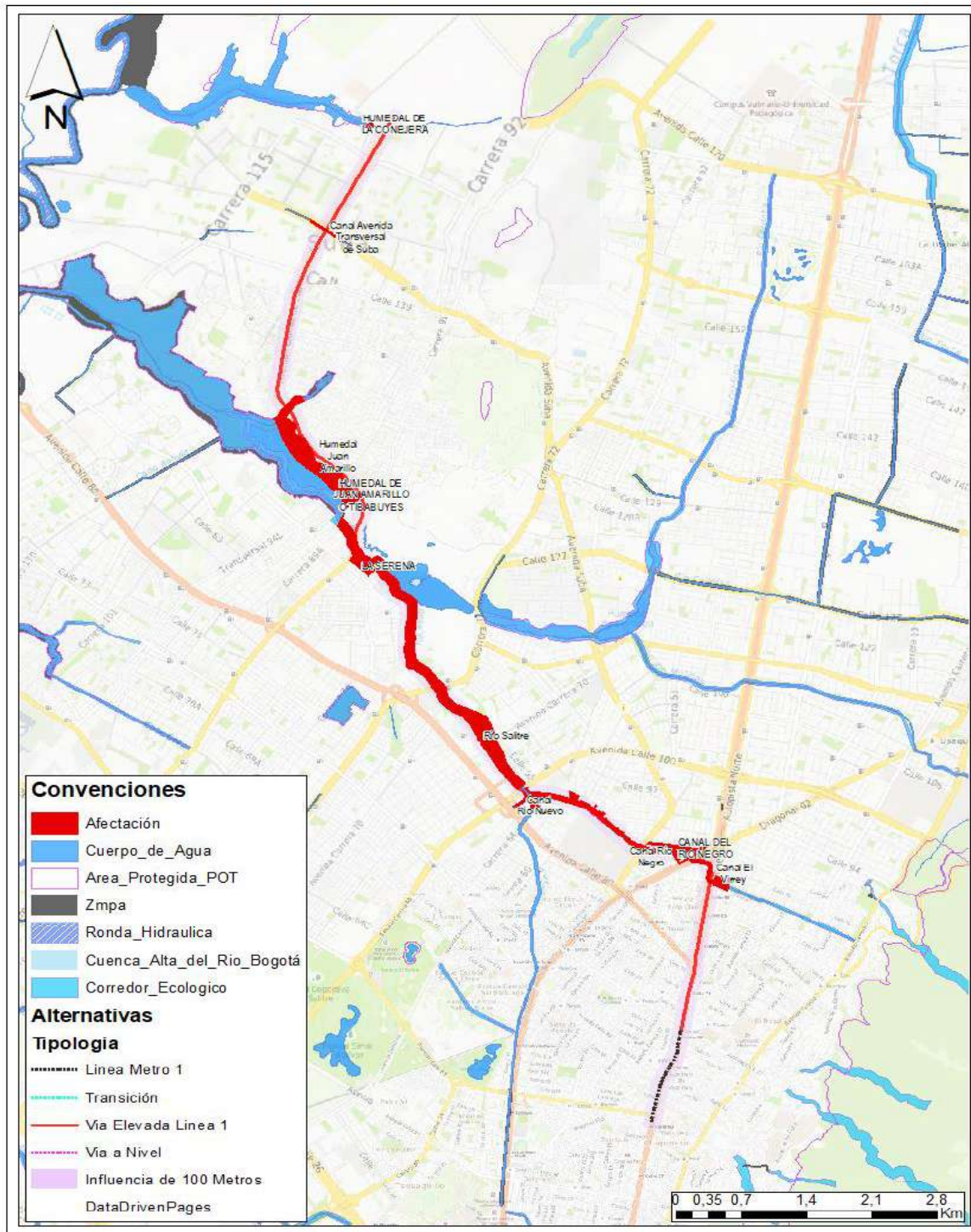
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.8 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.06. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – subterránea (Línea nueva)



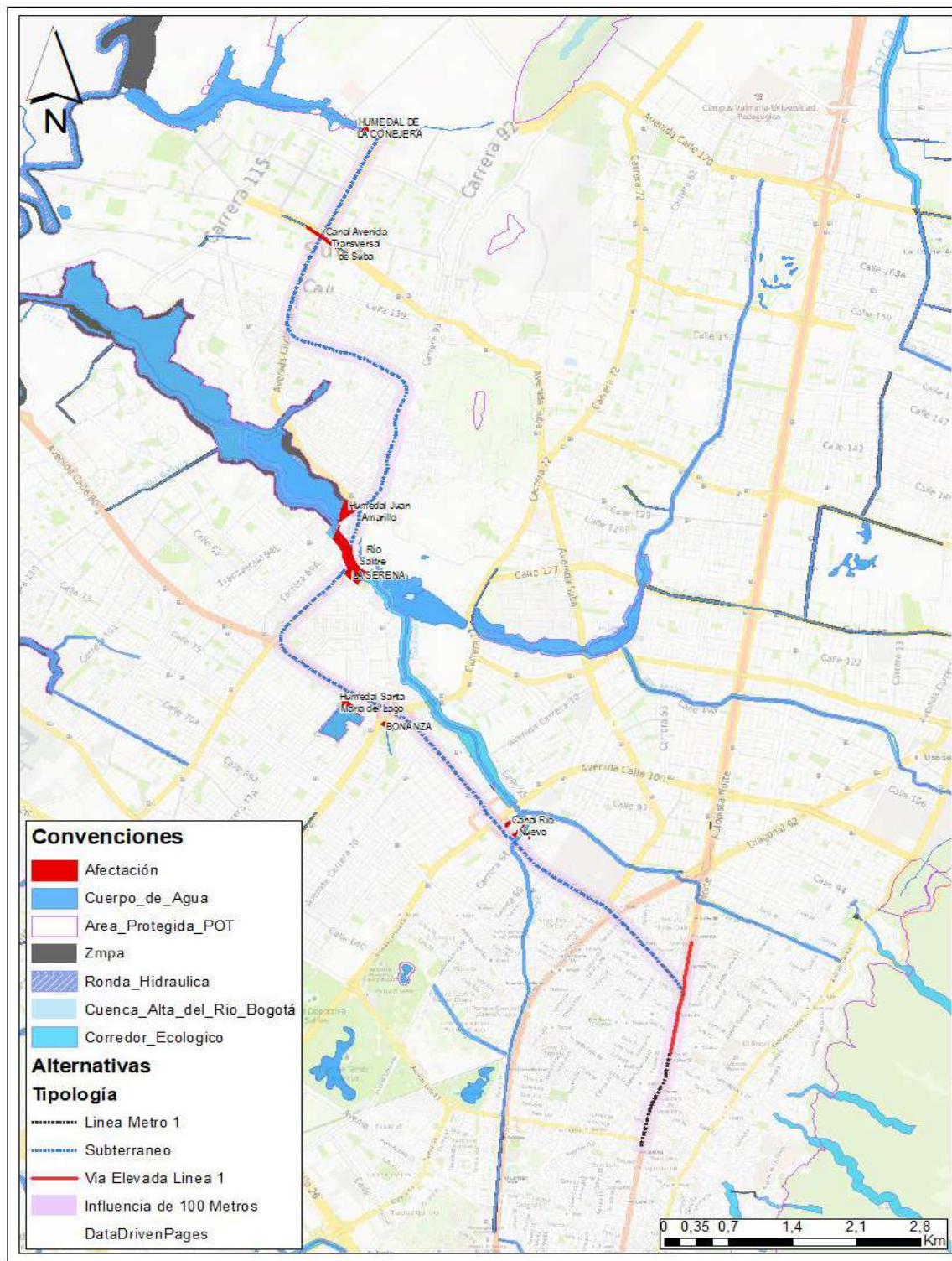
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.9 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – elevada (Extensión Calle 87)



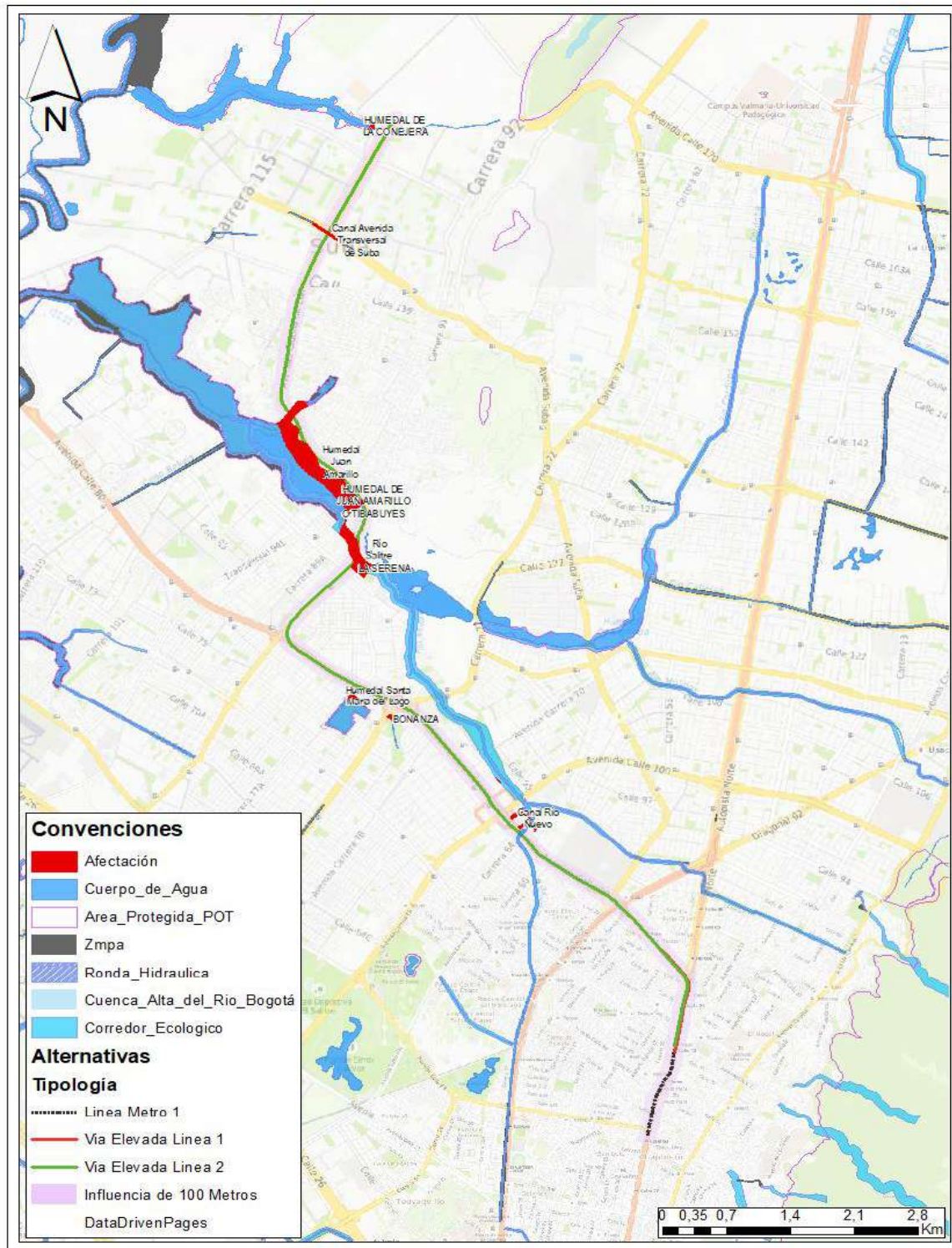
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.10 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



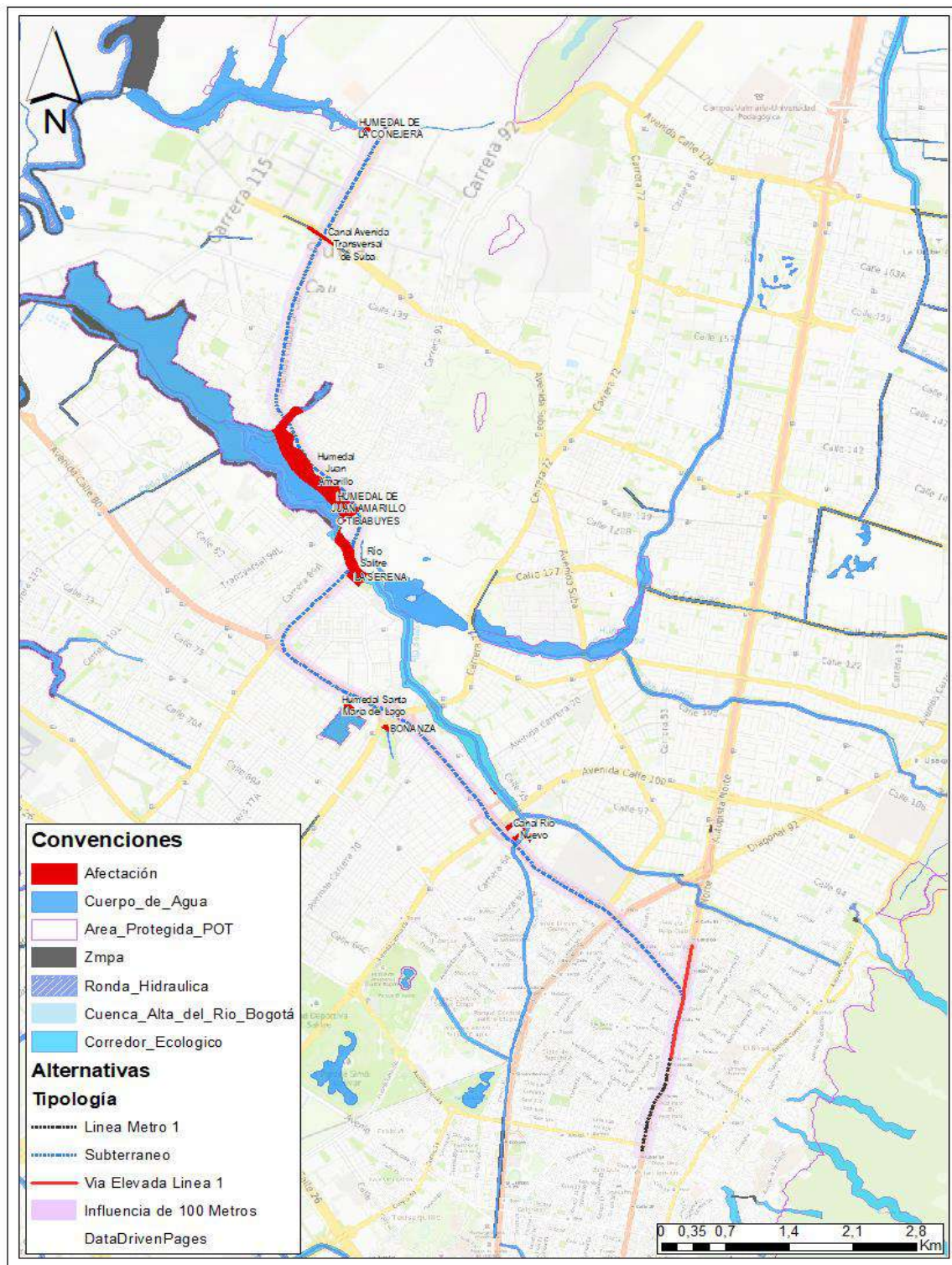
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.11 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



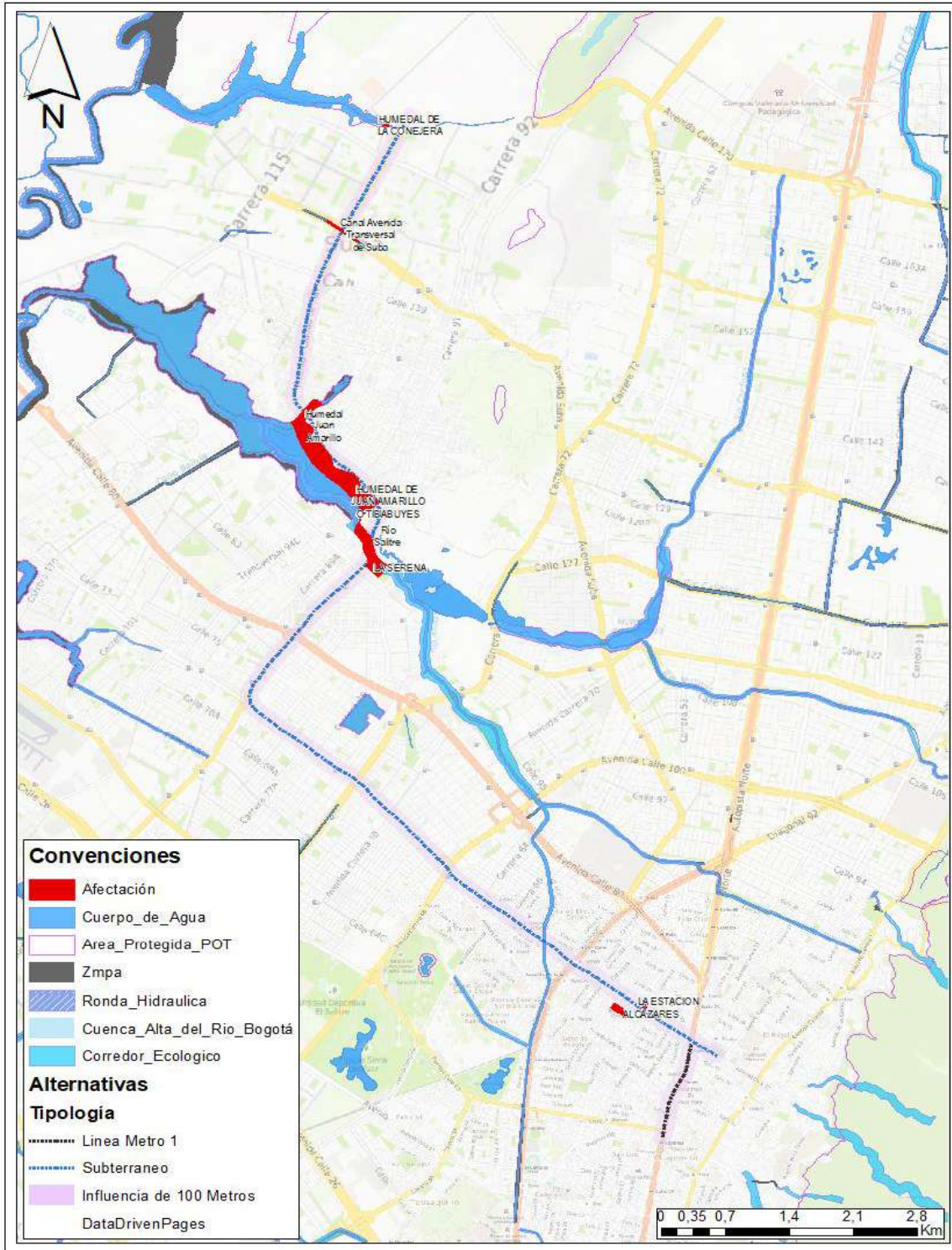
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.12 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



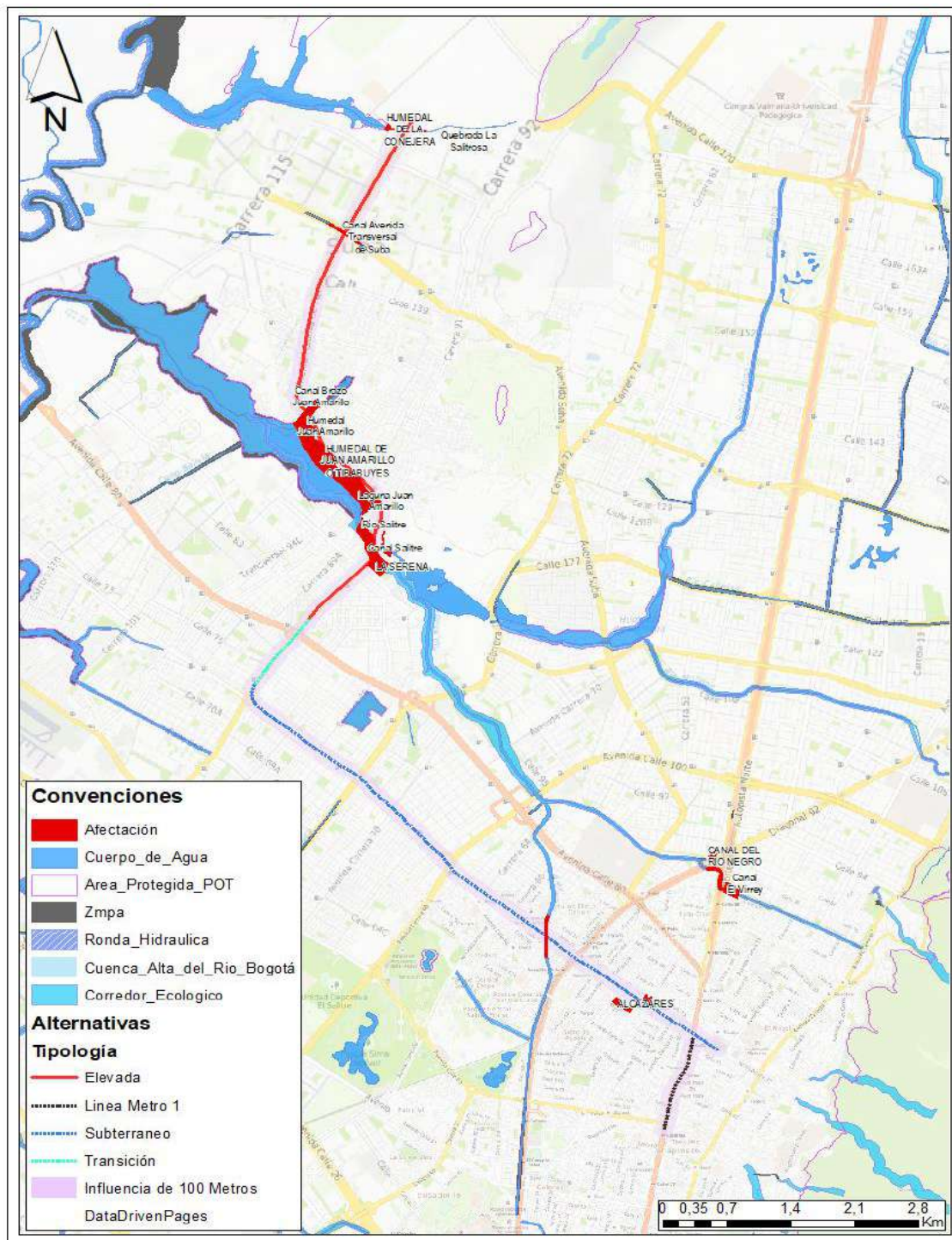
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.13 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.14 Traslape elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá – 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.14 En la siguiente tabla se presenta el resultado de las áreas de traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Parques urbanos) que cruzan cada una de las alternativas. Tabla 4.4

Tabla 4.4 Resultados del indicador traslape con los elementos de la EEP (parques urbanos)

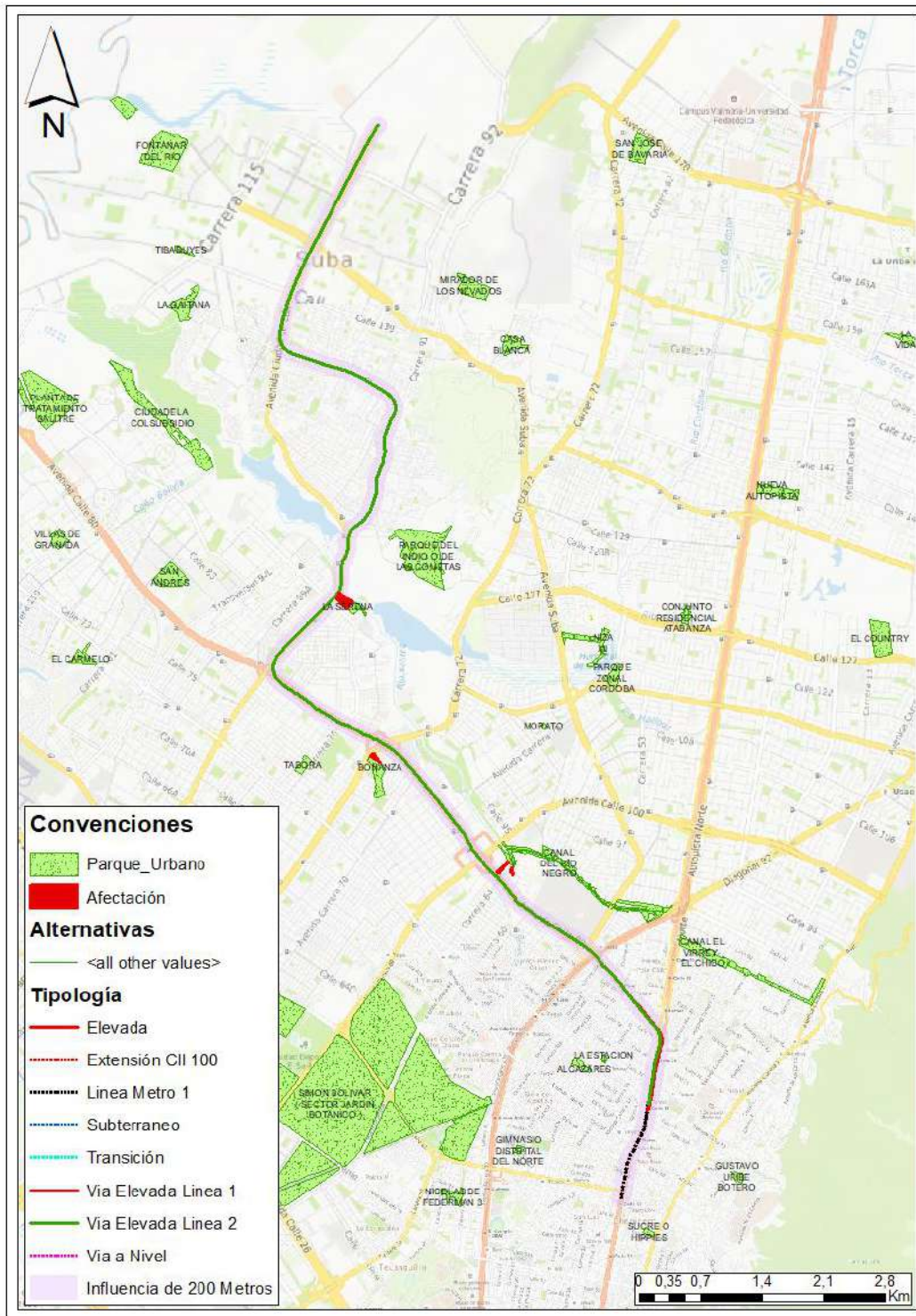
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con Parques urbanos (Ha)	Parques urbanos identificados
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	2,67	CONJUNTO RESIDENCIAL ATABANZA CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO PARQUE DEL INDIO O DE LAS COMETAS
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,67	CONJUNTO RESIDENCIAL ATABANZA CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO PARQUE DEL INDIO O DE LAS COMETAS
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1,02	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	3,45	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,38	CANAL EL VIRREY- EL CHICO CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Área de traslape con Parques urbanos (Ha)	Parques urbanos identificados
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,53	CANAL DEL RIO NEGRO LA SERENA BONANZA
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0,68	LA ESTACION ALCAZARES LA SERENA
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,68	LA ESTACION ALCAZARES LA SERENA

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.15 En la siguiente figura 4.15 se presenta unas de las alternativas Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón con menos área (0,53 ha) de traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Parques urbanos).

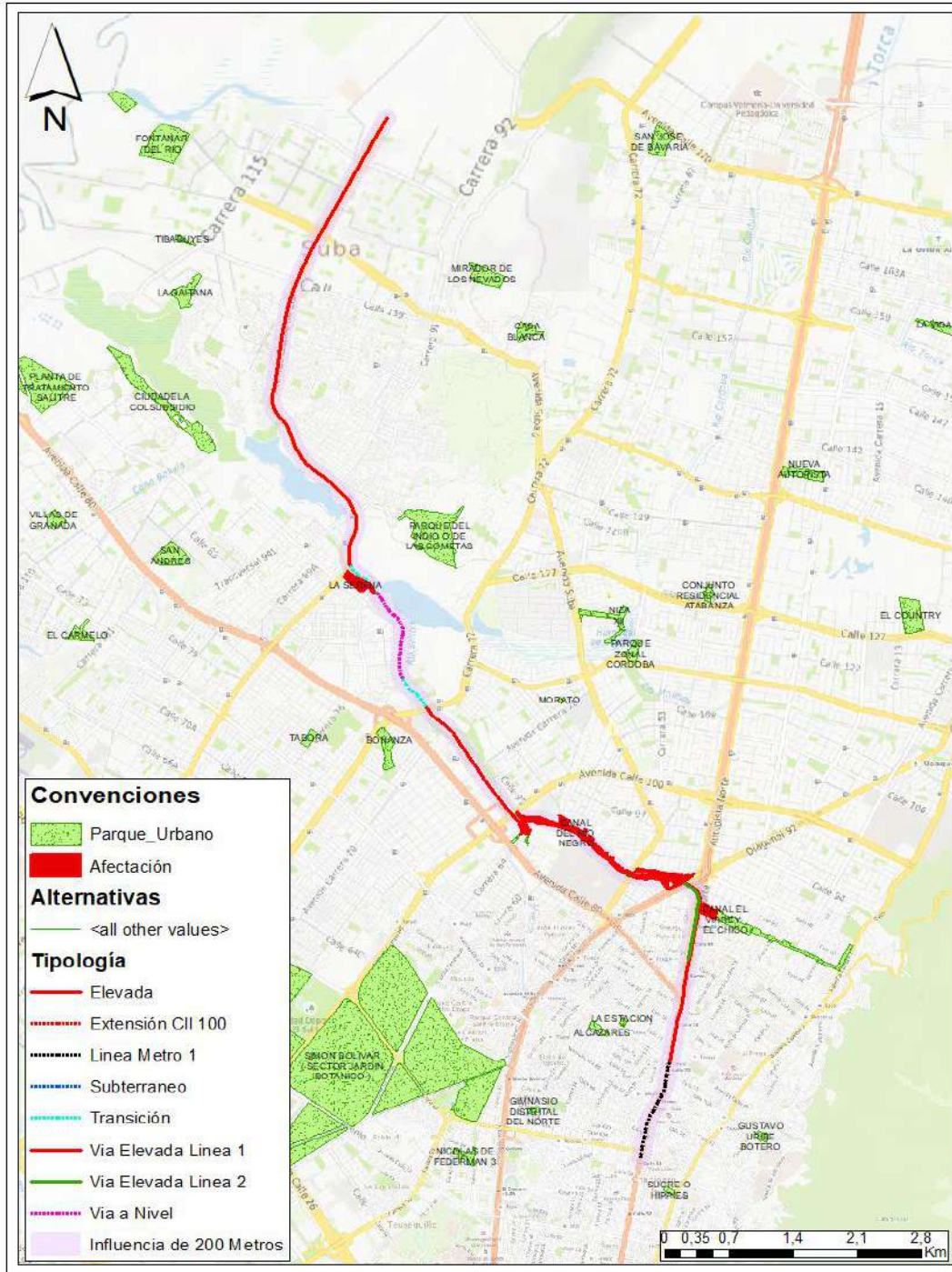
Figura 4.15 Traslape parques urbanos alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.16 En la siguiente figura 4.16 se presenta unas de las alternativas Canal Rionegro – Av. Cali con mayor área (4,38 ha) de traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Parques urbanos).

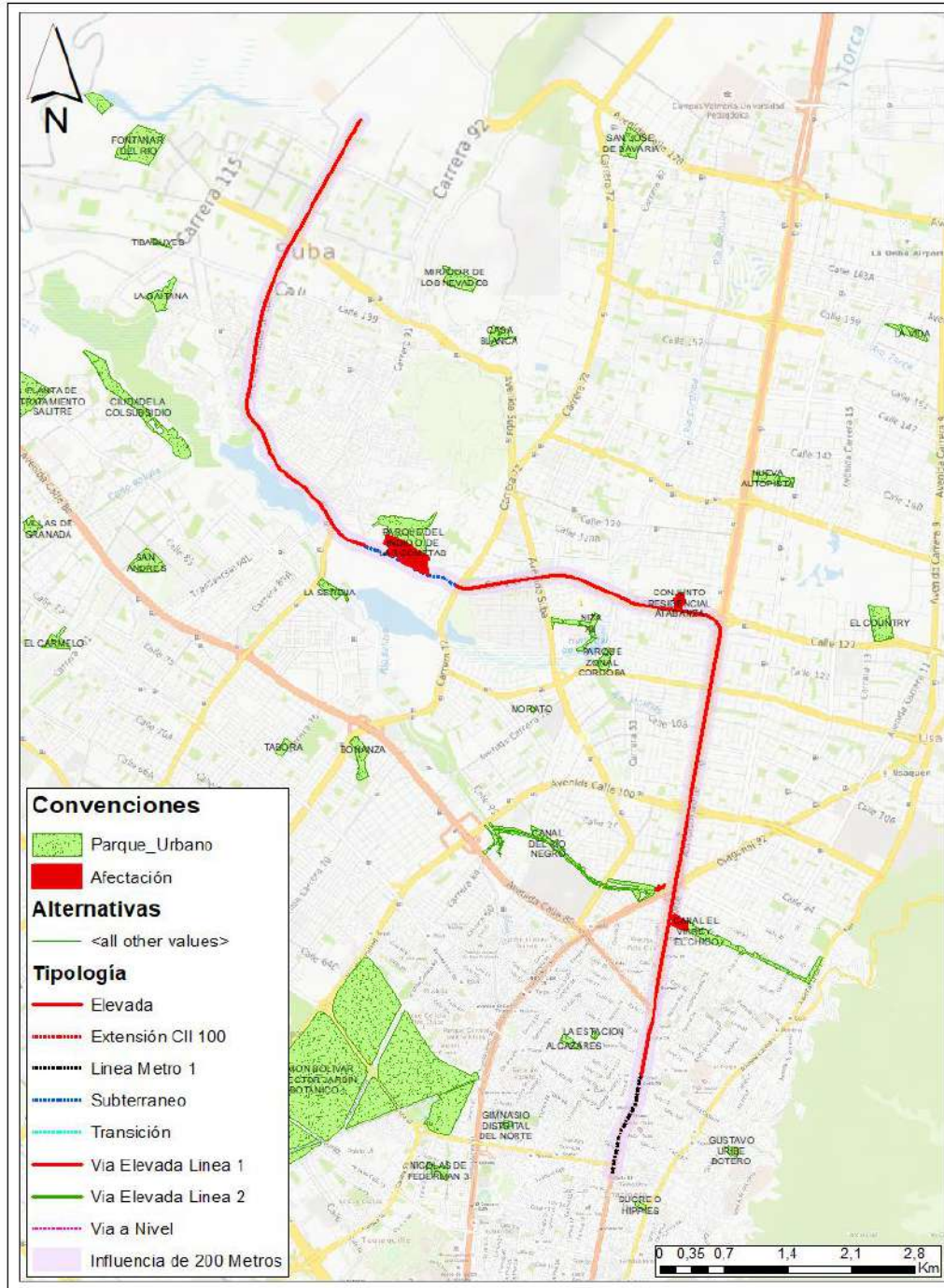
Figura 4.16 Traslape parques urbanos alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

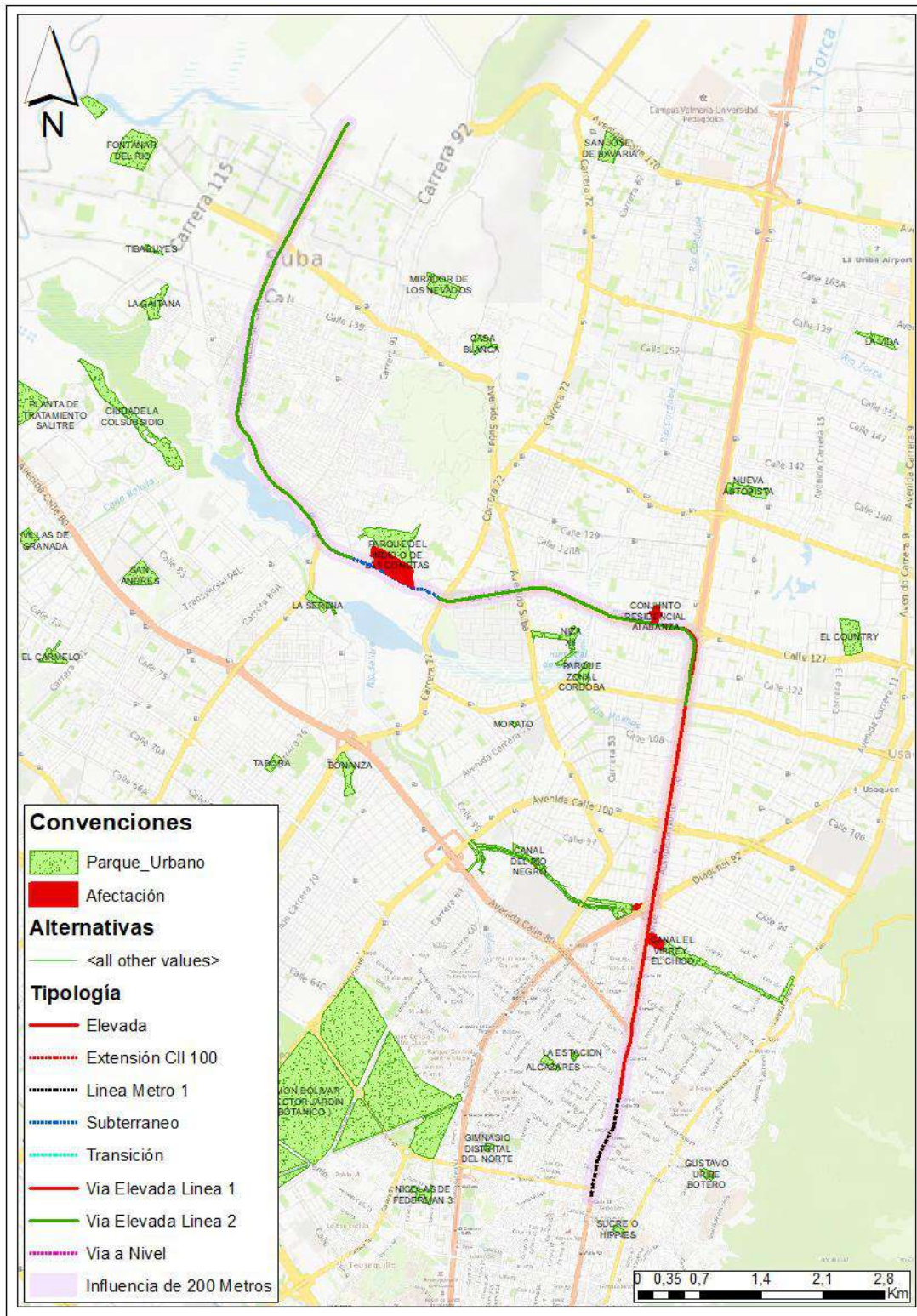
4.17 En las siguientes figuras (4.17 a 4.28) se presenta el traslape con los elementos que conforman la estructura ecológica principal de Bogotá (Parques urbanos).

Figura 4.17 Traslape parques urbanos alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)



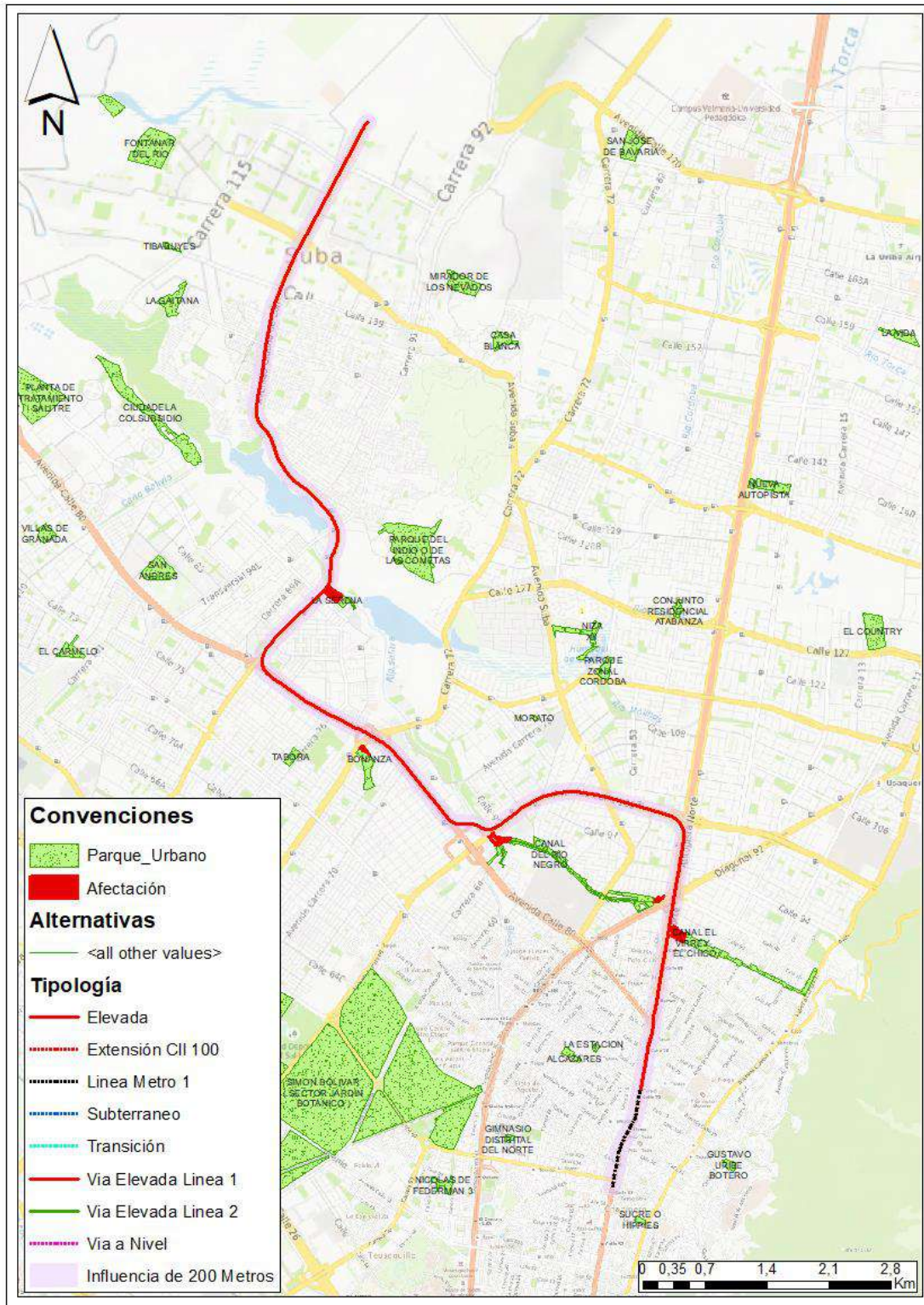
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.18 Traslape parques urbanos alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



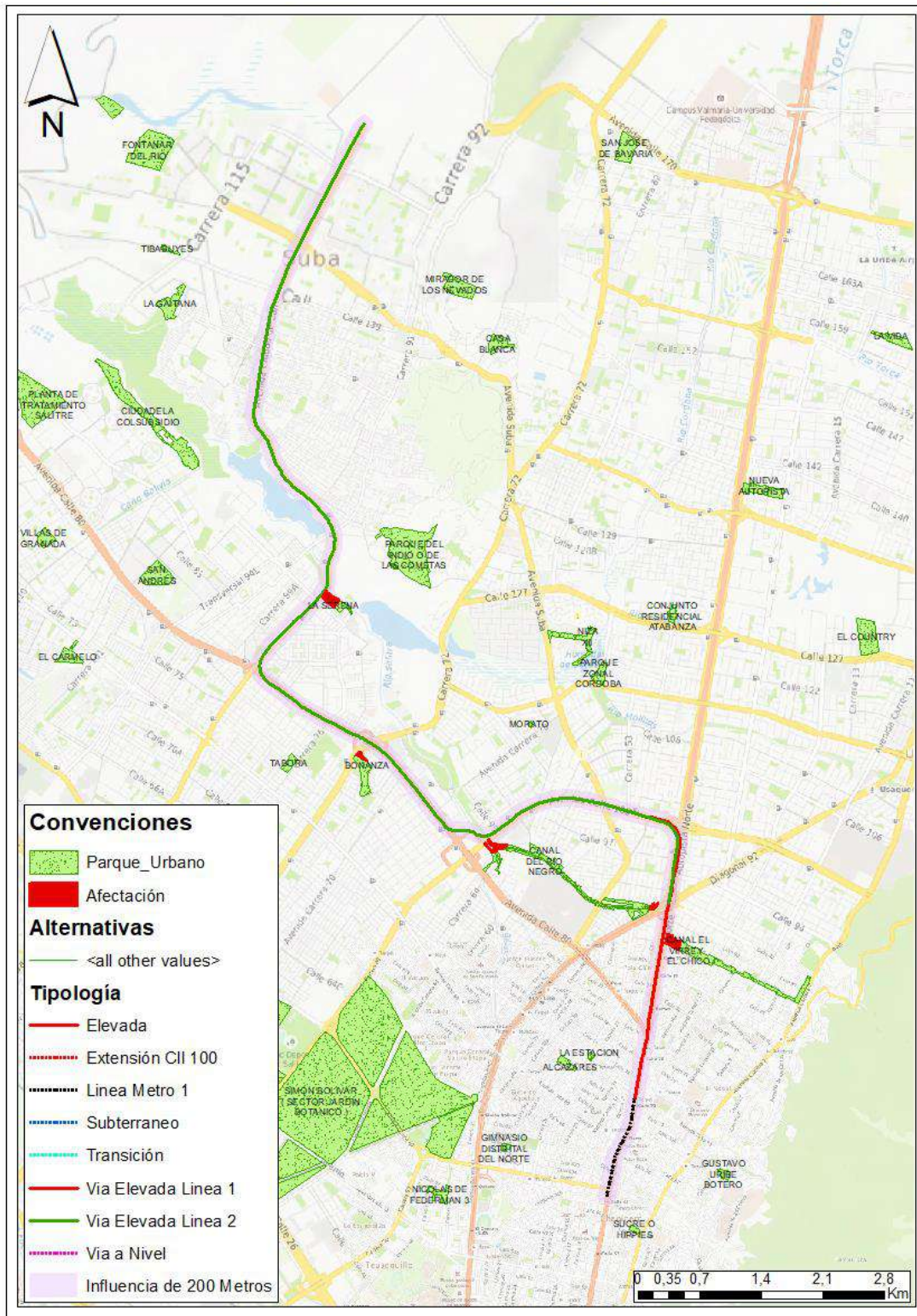
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.19 Traslapo parques urbanos alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)



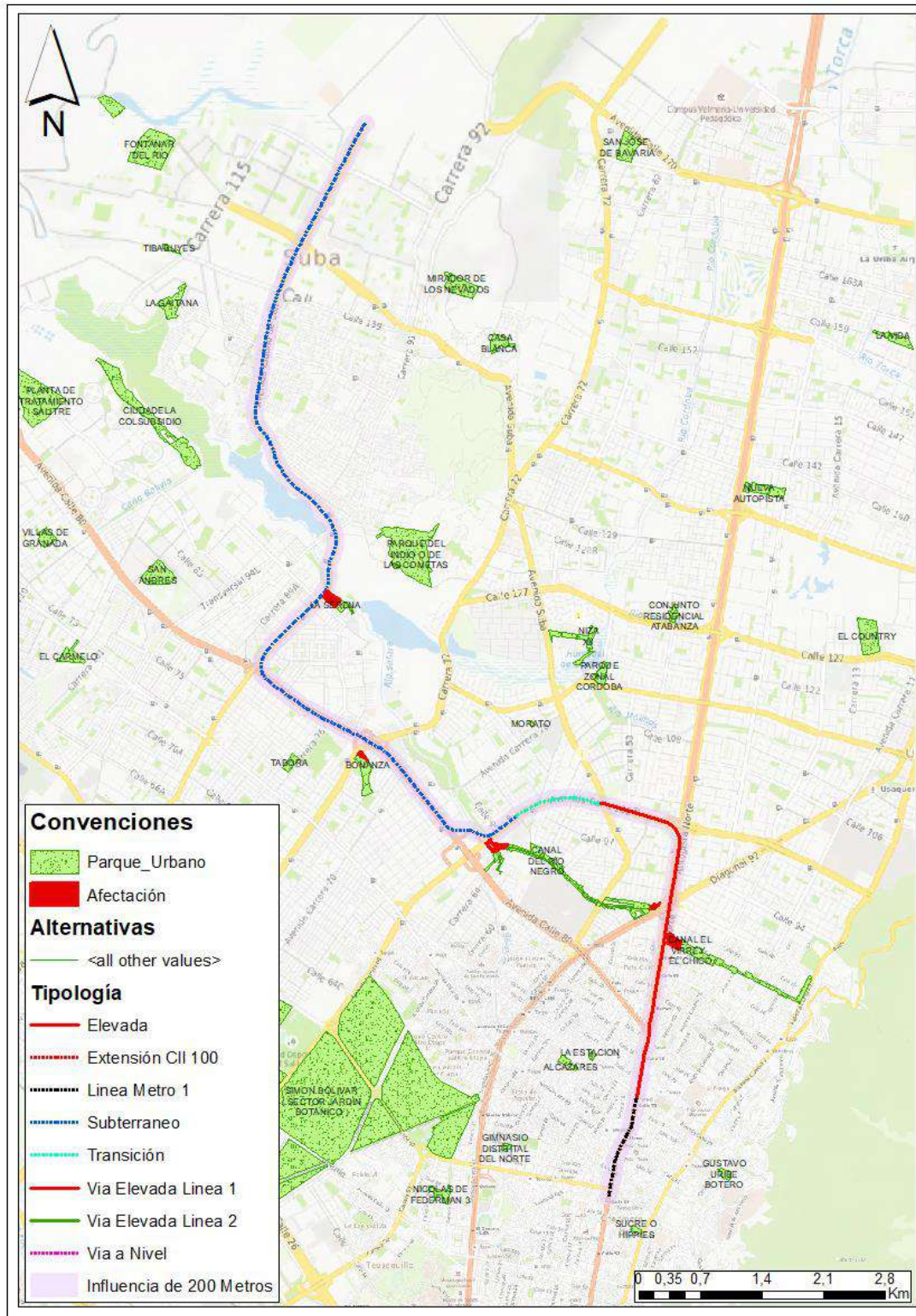
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.20 Traslapo parques urbanos alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



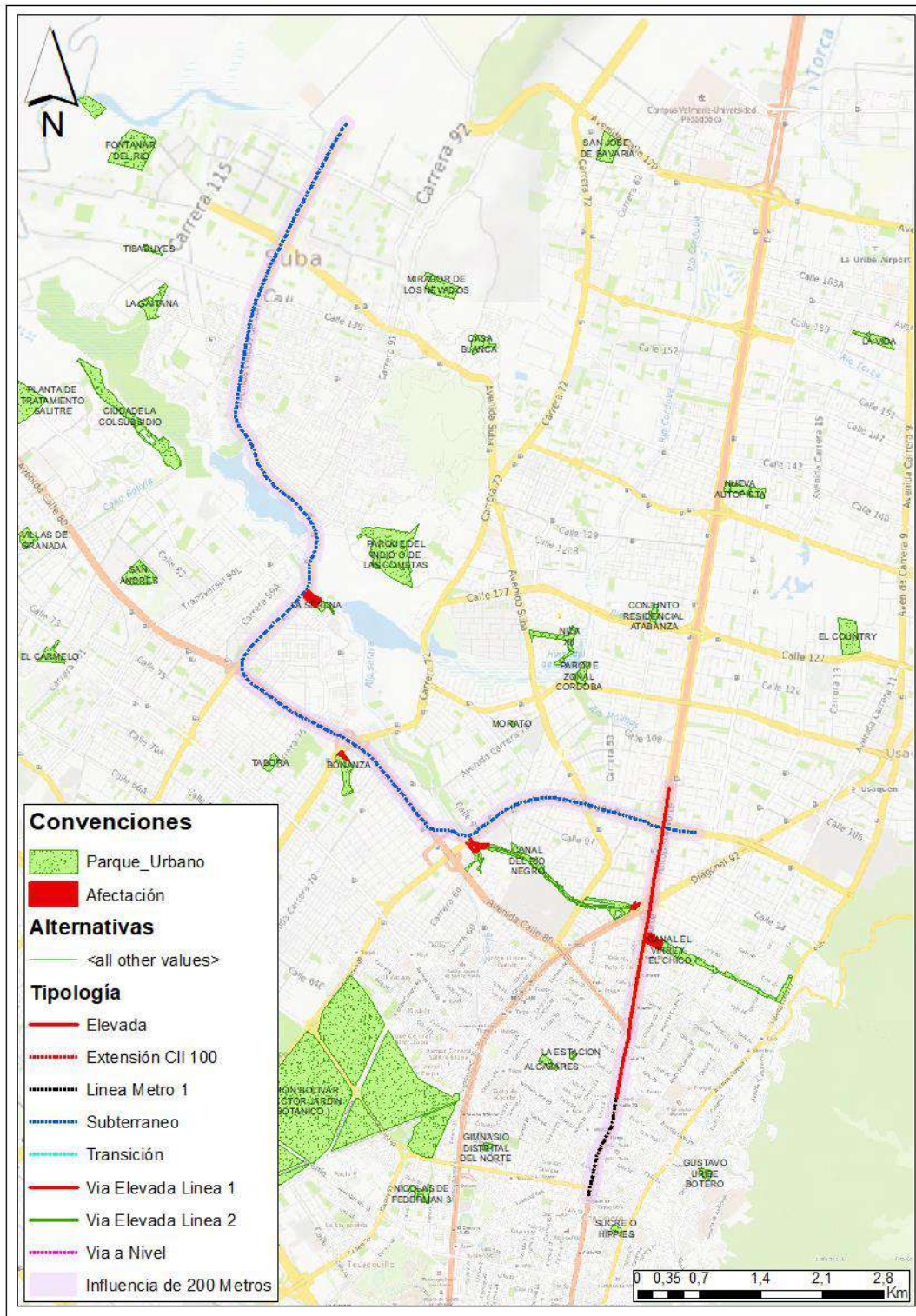
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.21 Traslapo parques urbanos alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



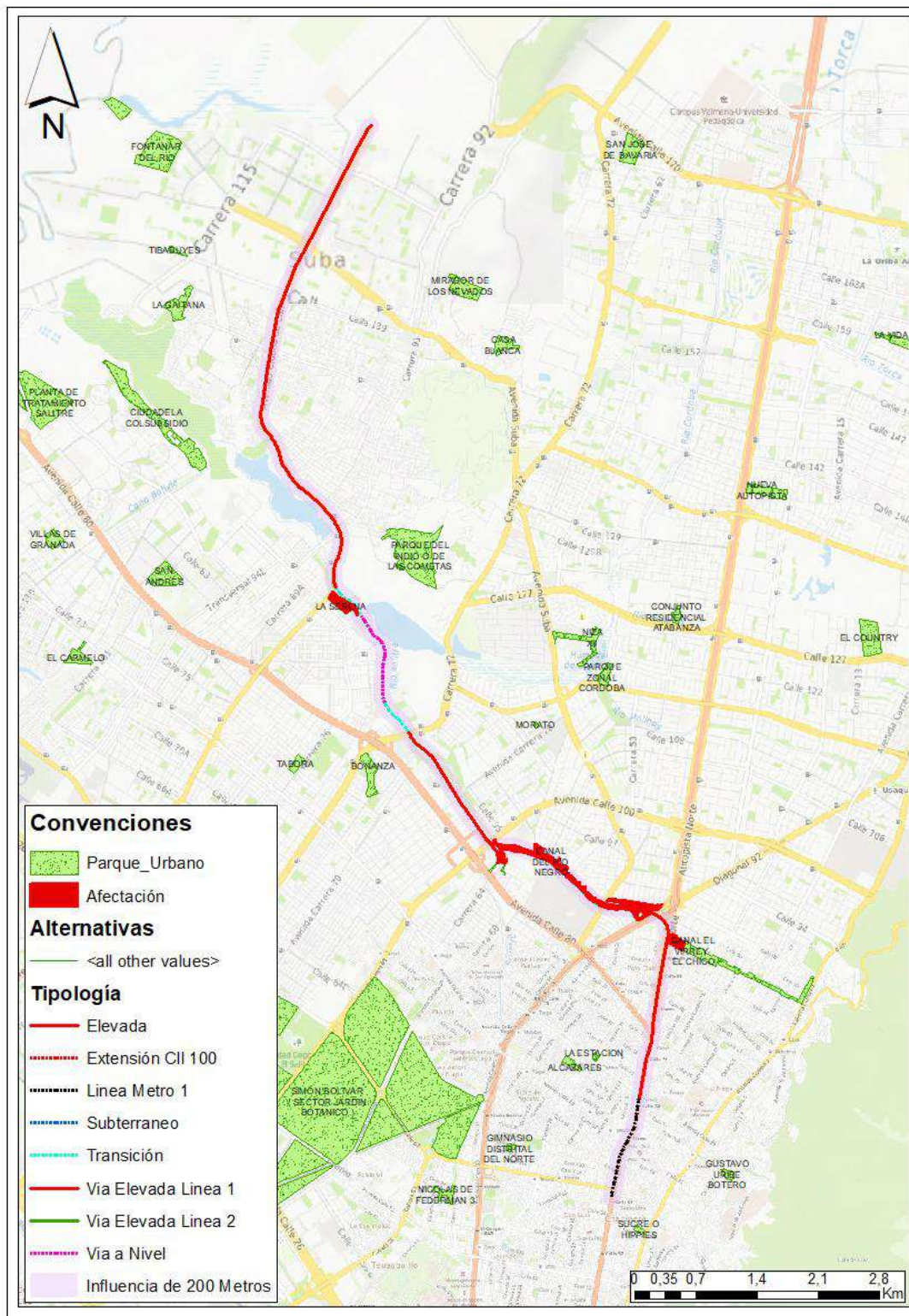
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.22 Traslapo parques urbanos alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



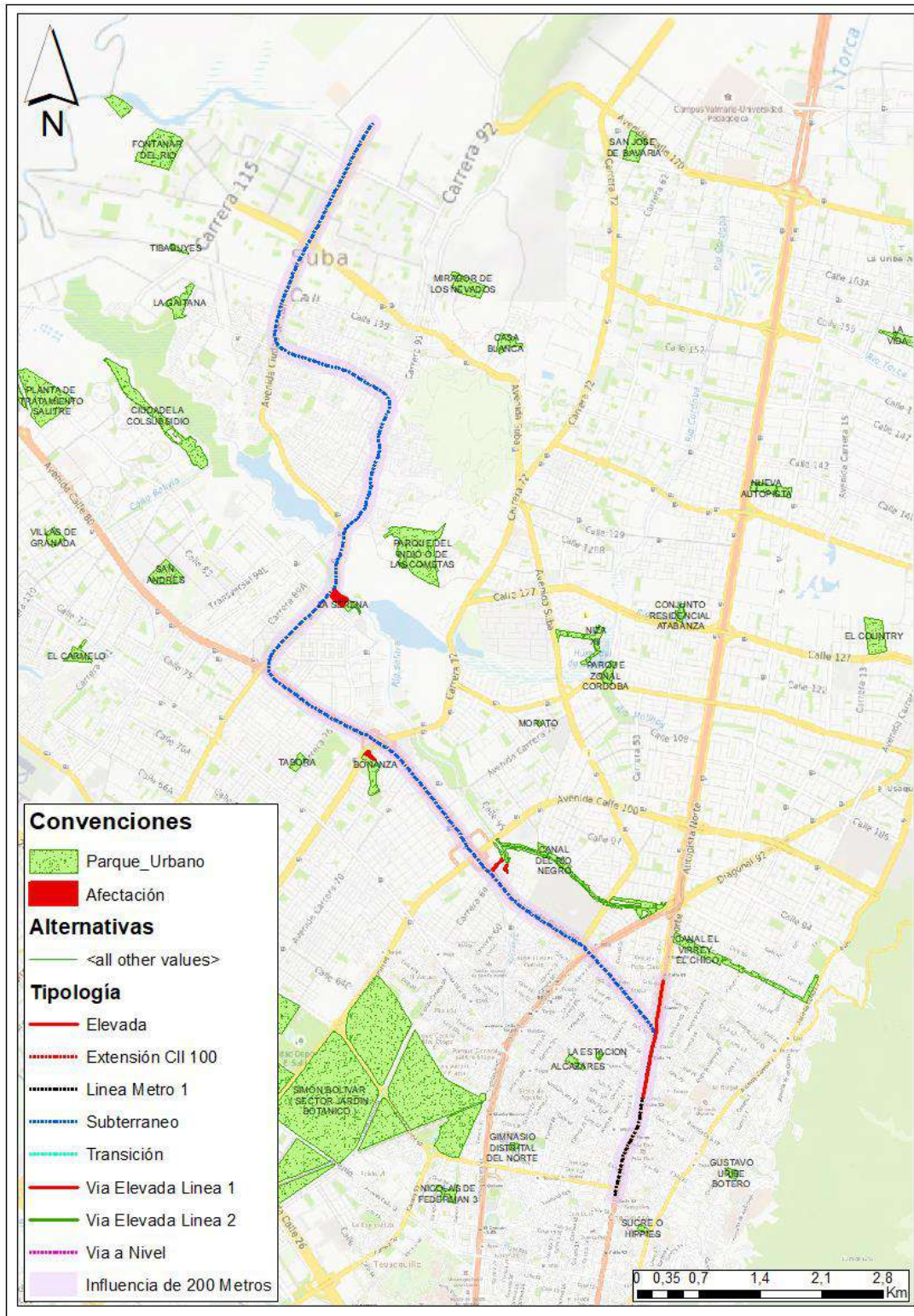
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.23 Traslapo parques urbanos alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada



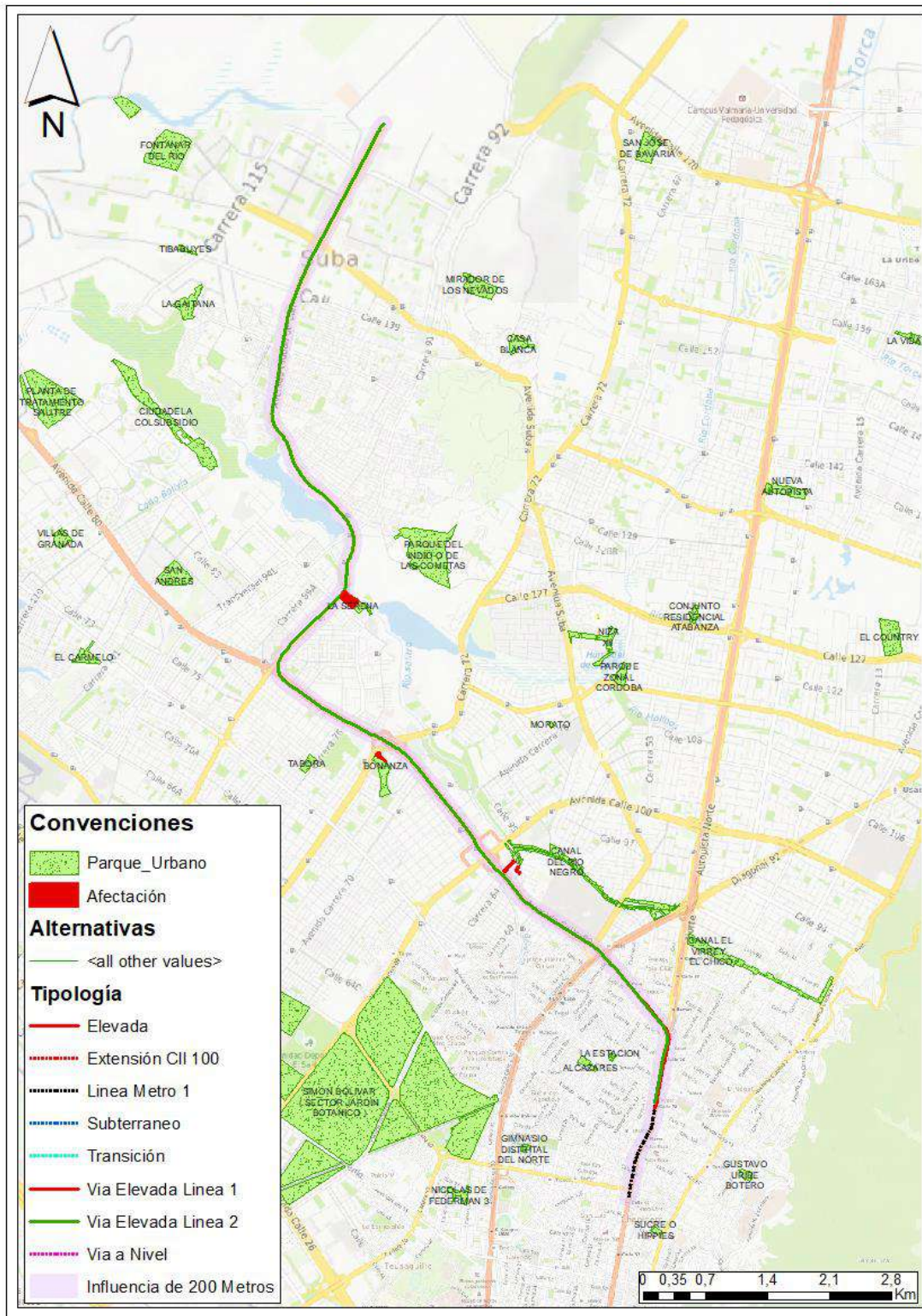
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.24 Traslapo parques urbanos alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón - Mixta (Línea nueva)



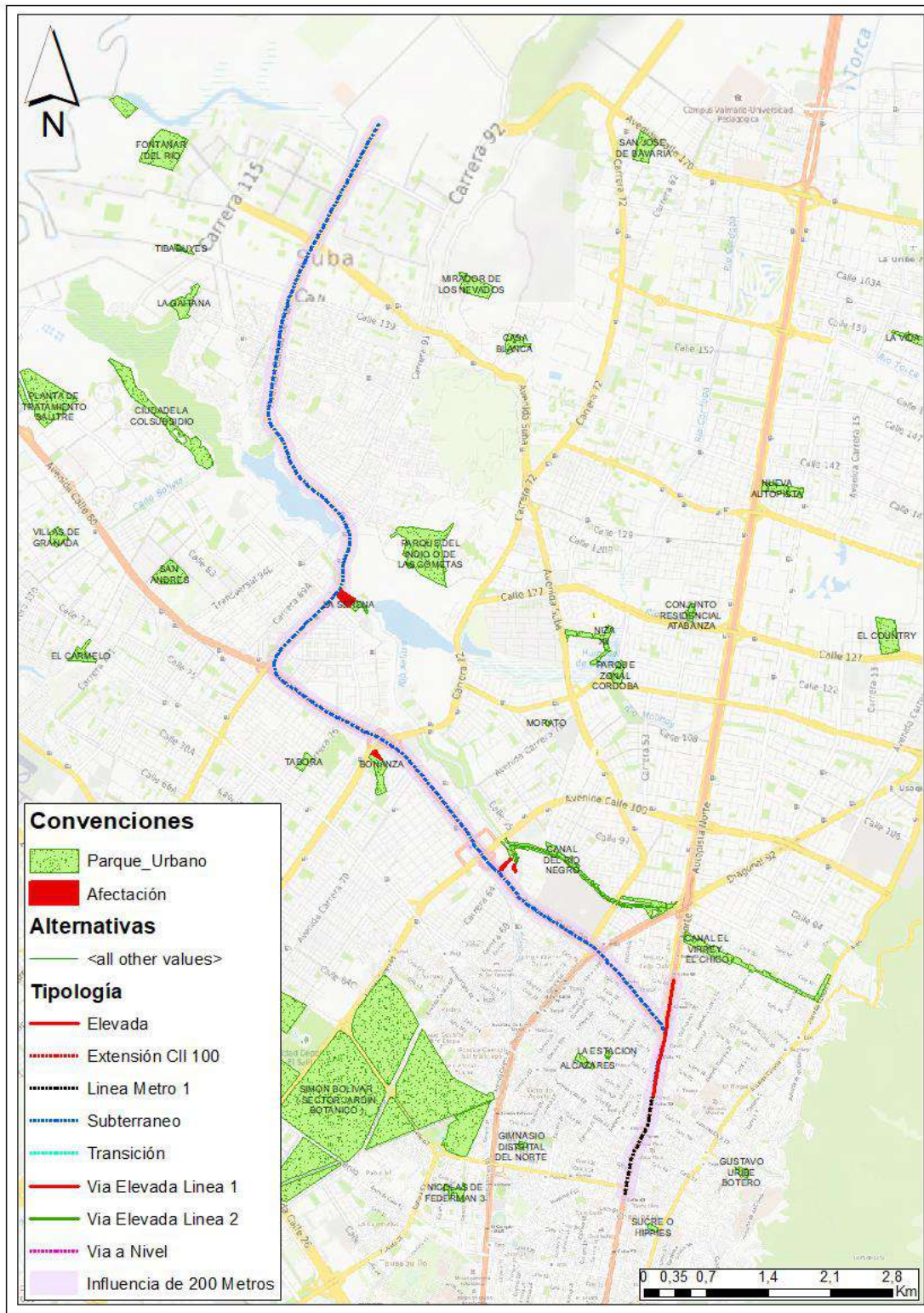
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.25 Traslapo parques urbanos alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali - Elevada (Línea nueva)



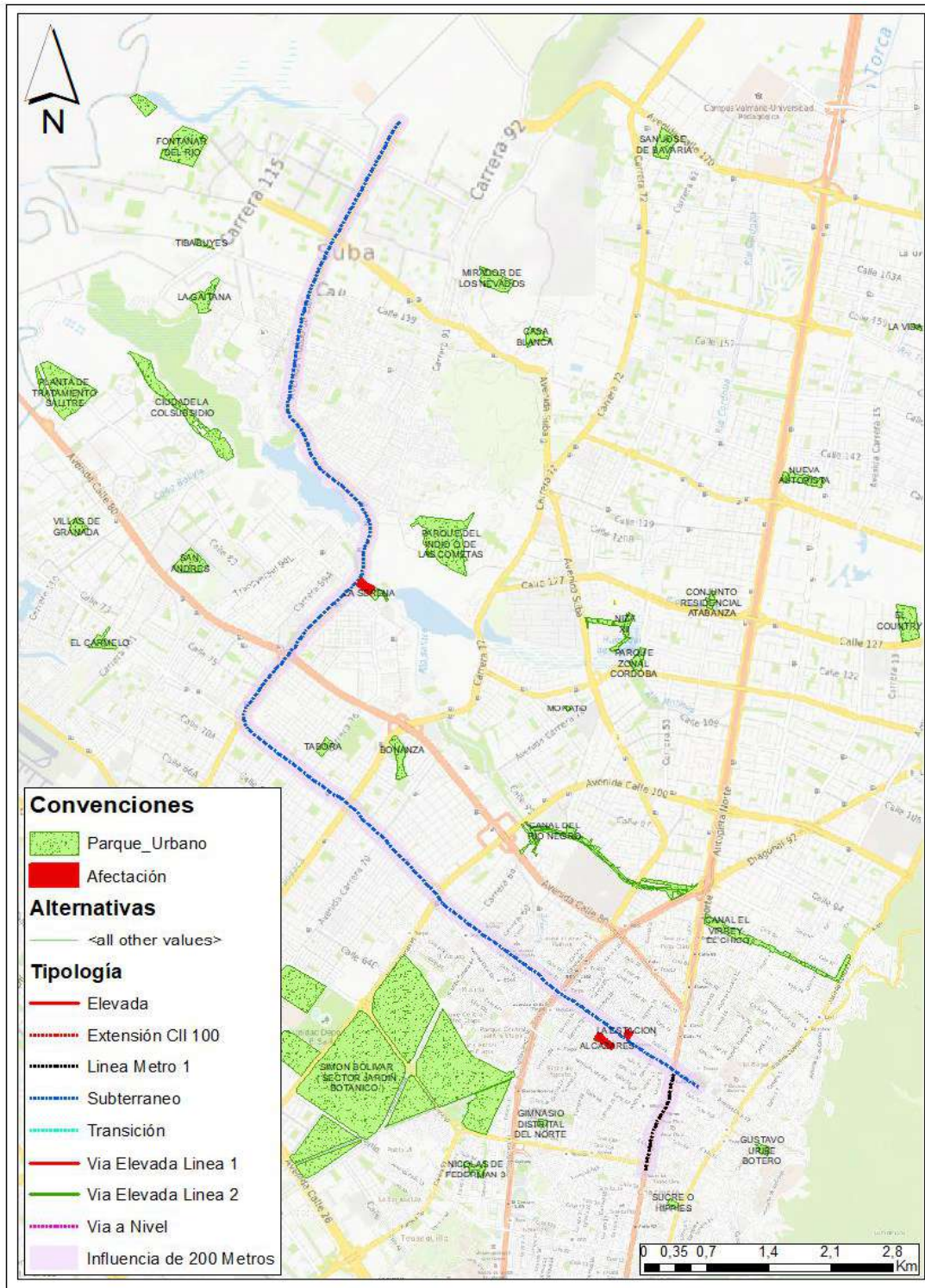
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.26 Traslape parques urbanos alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



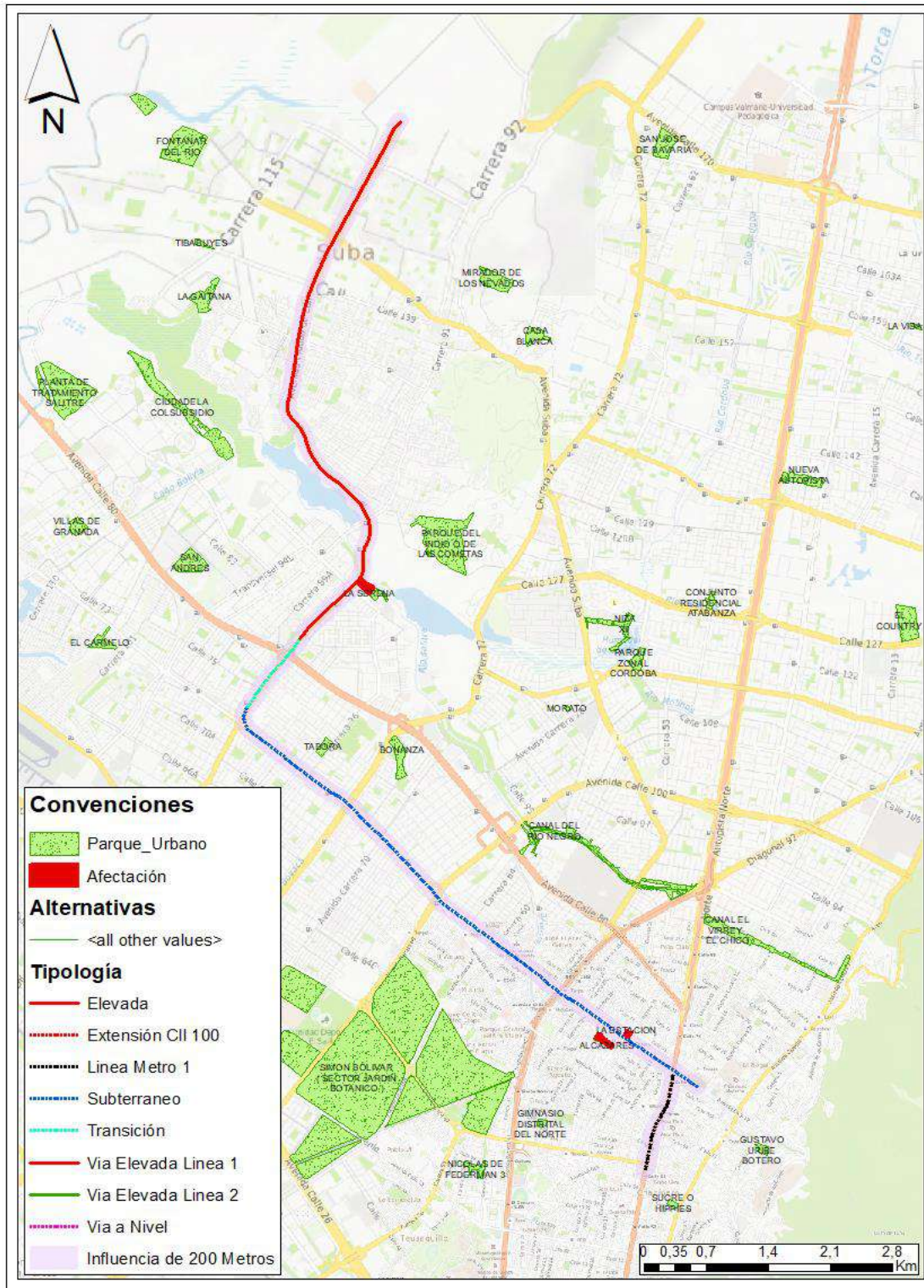
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.27 Traslape parques urbanos alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.28 Traslapo parques urbanos alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica

4.18 Con base en el mapa de las fuentes hídricas de la ciudad y el trazado de cada una de las alternativas evaluadas, se identificaron, los siguientes cuerpos de agua:

Afectación alta (Lagos, Lagunas, Humedales, Ríos y Quebradas)

- Humedal Córdoba
- Humedal Juan Amarillo
- Quebrada La Salitrosa

Afectación media (Canales)

- Canal El Virrey
- Canal Callejas
- Canal Córdoba
- Canal Molinos
- Canal Niza
- Canal Avenida Transversal de Suba
- Canal Brazo Juan Amarillo
- Canal Salitre
- Canal Brazo Juan Amarillo Canal El Virrey
- Canal Río Negro

4.19 En las siguientes tablas se presenta la ponderación del indicador dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua y la identificación de los cuerpos de agua en cada una de las alternativas. Tabla 4.5 a 4.7

Tabla 4.5 Resultados del indicador afectación en la dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua

Alt.	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Cuerpos de agua identificados (Afectación alta)	Aplicación porcentaje (80%)	Cuerpos de agua identificados (Afectación media)	Aplicación porcentaje (20%)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	3	2,4	8	1,6
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3	2,4	8	1,6
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	2	1,6	5	1
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2	1,6	5	1
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	2	1,6	5	1

Alt.	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Cuerpos de agua identificados (Afectación alta)	Aplicación porcentaje (80%)	Cuerpos de agua identificados (Afectación media)	Aplicación porcentaje (20%)
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2	1,6	5	1
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	2	1,6	14	2,8
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2	1,6	18	3,6
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	1	0,8	3	0,6
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	1	0,8	3	0,6
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2	1,6	4	0,8
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2	1,6	4	0,8
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	2	1,6	4	0,8
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2	1,60	4	0,8

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 4.6 Resultados del indicador Afectación de la Dinámica Hídrica e Hidráulica de Cuerpo de Agua

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Afectación de la Dinámica Hídrica e Hidráulica de Cuerpos de Agua
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	4,00
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4,00
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	2,60
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2,60
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	2,60

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Afectación de la Dinámica Hídrica e Hidráulica de Cuerpos de Agua
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,60
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	4,40
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	5,20
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	1,40
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	1,40
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2,40
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,40
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	2,40
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,40

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 4.7 Resultados del indicador afectación en la dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Cruce con cuerpos de agua
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	Humedal Córdoba Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal El Virrey (calle 87) Canal Callejas (calle 127) Canal Callejas (Humedal córdoba) Canal Córdoba Canal Molinos (calle108) Canal Niza (carrera 72) Canal Avenida Transversal de Suba Canal Brazo Juan Amarillo
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	Humedal Córdoba Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal El Virrey (calle 87) Canal Callejas (calle 127) Canal Callejas (Humedal córdoba) Canal Córdoba Canal Molinos (calle108) Canal Niza (carrera 72)

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Cruce con cuerpos de agua
				Canal Avenida Transversal de Suba Canal Brazo Juan Amarillo
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal Avenida Transversal de Suba Canal El Virrey Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Canal Brazo Juan Amarillo
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Canal Brazo Juan Amarillo Canal El Virrey
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	Quebrada La Salitrosa Humedal Juan Amarillo Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Canal Brazo Juan Amarillo Canal El Virrey
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Canal Brazo Juan Amarillo Canal El Virrey
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal Avenida Transversal de Suba Canal Brazo Juan Amarillo Canal El Virrey (Cruza con 4 brazos del canal) Canal Río Negro

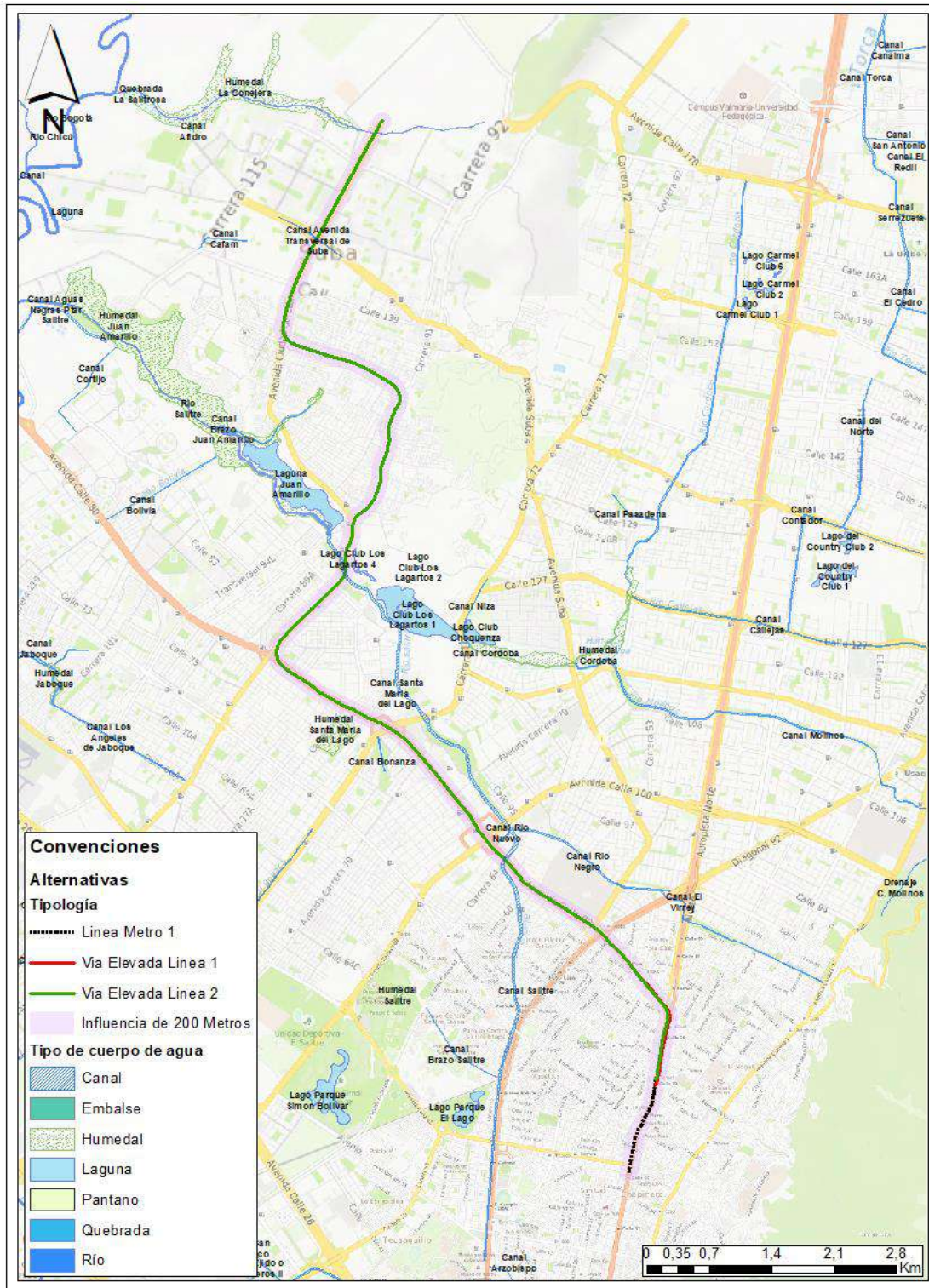
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Cruce con cuerpos de agua
				Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Carrera 68H) Canal Salitre (Carrera 69T) Canal Salitre (Carrera 70C) Canal Salitre (Carrera 72B) Canal Salitre (Carrera 73) Canal Salitre (Serena)
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa Canal Avenida Transversal de Suba Canal Brazo Juan Amarillo El Virrey (Cruza con 8 brazos del canal) Canal Río Negro Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Carrera 68H) Canal Salitre (Carrera 69T) Canal Salitre (Carrera 70C) Canal Salitre (Carrera 72B) Canal Salitre (Carrera 73) Canal Salitre (Serena)
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali) Quebrada La Salitrosa
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Quebrada La Salitrosa
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre Canal Brazo Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Canal Brazo Juan Amarillo

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Cruce con cuerpos de agua
				Quebrada La Salitrosa
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Canal Brazo Juan Amarillo Quebrada La Salitrosa
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	Humedal Juan Amarillo Canal Avenida Transversal de Suba Canal Salitre (Calle 100) Canal Salitre (Av ciudad de Cali)) Quebrada La Salitrosa Canal Brazo Juan Amarillo

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.20 En la Figura 4.29 se presenta la alternativa con mejor puntuación. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón, la cual tiene el menor cruce con cuerpos de agua (1,2 cuerpos de agua) y por tanto la de mejor calificación.

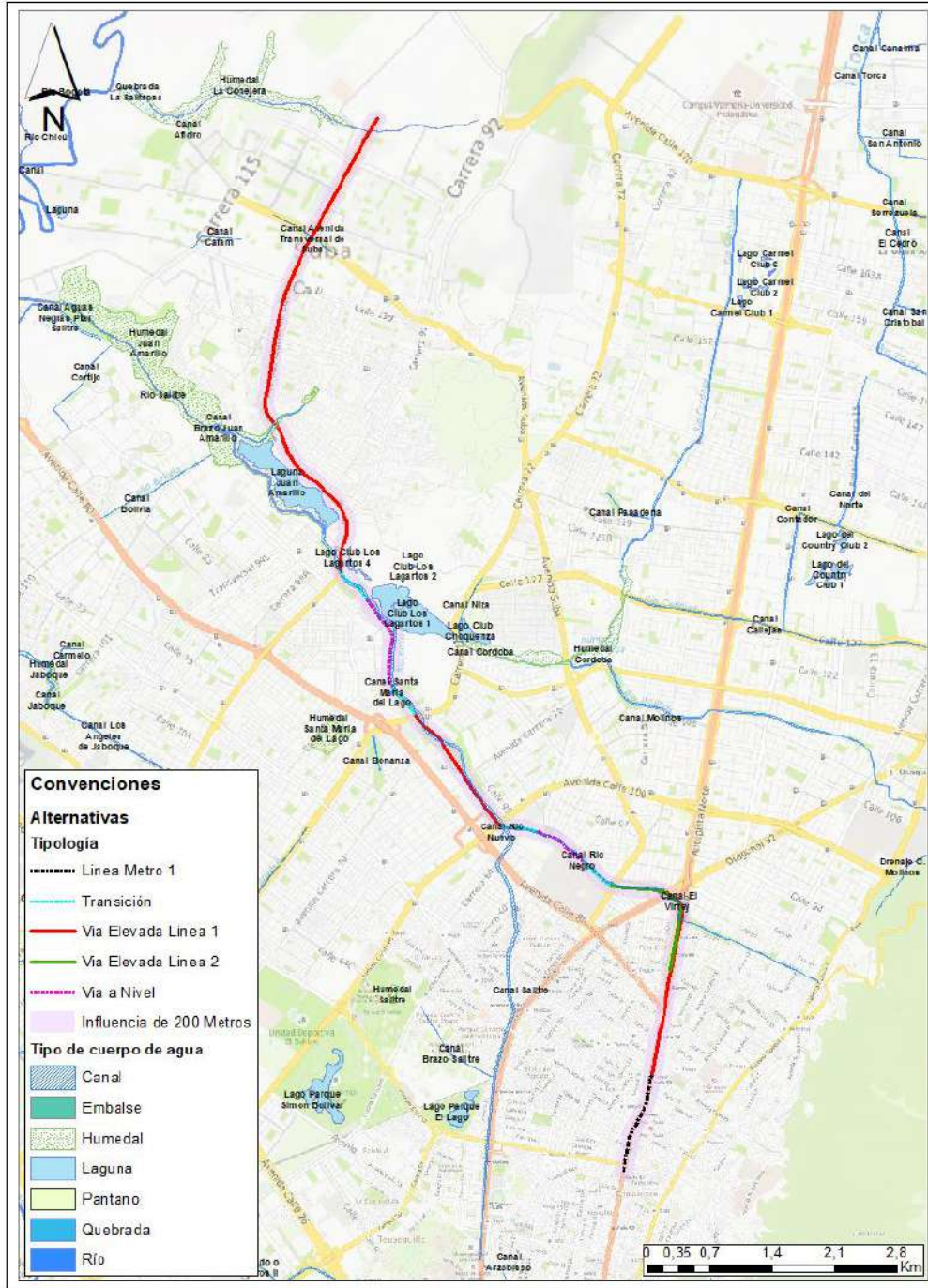
Figura 4.29 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

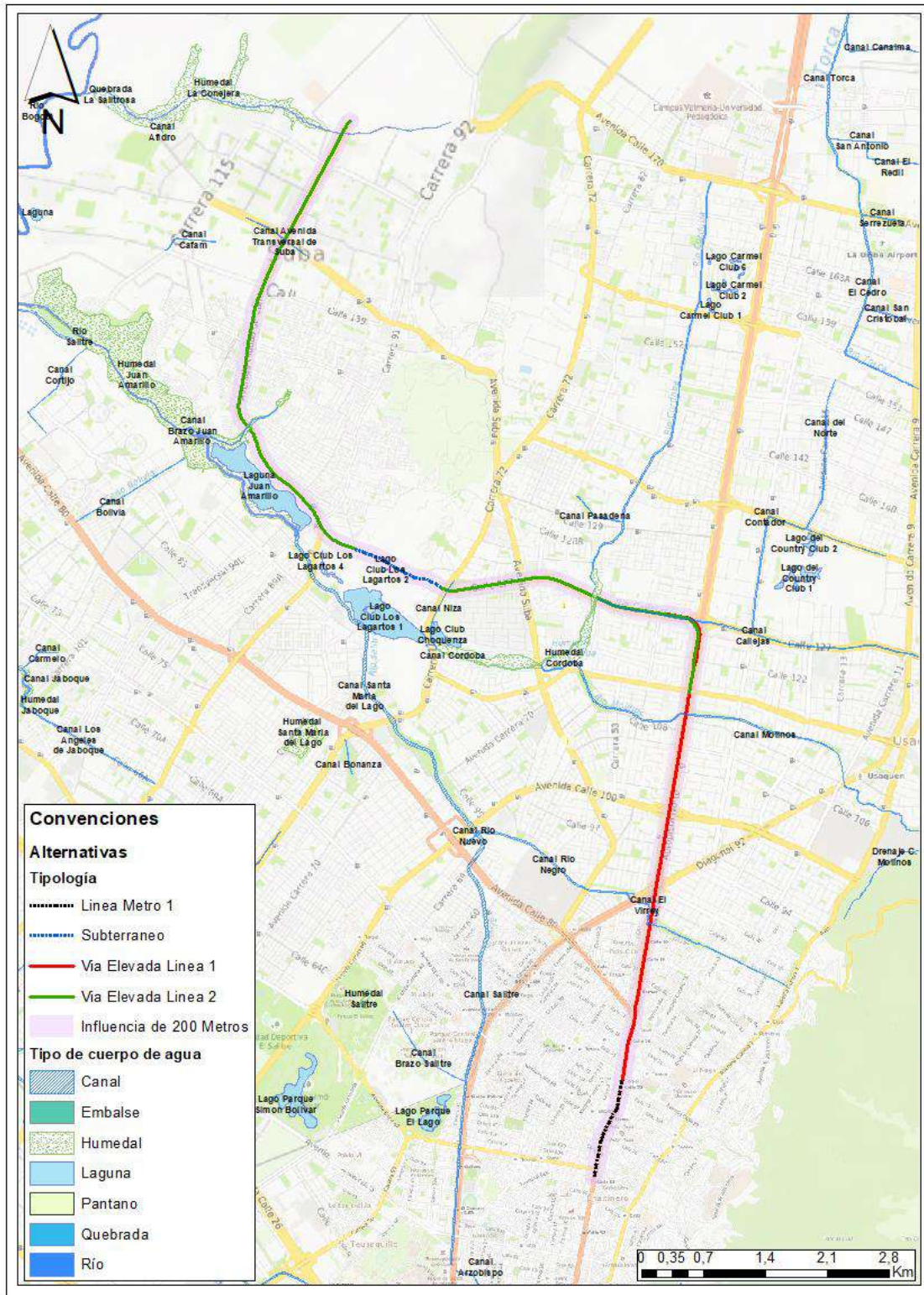
4.21 En la Figura 4.30 se presenta la alternativa con menor puntuación. Alternativa Canal Rionegro – Av. Cali, la cual tiene el mayor cruce con cuerpos de agua (5.20 cuerpos de agua) y por tanto la más baja calificación.

Figura 4.30 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



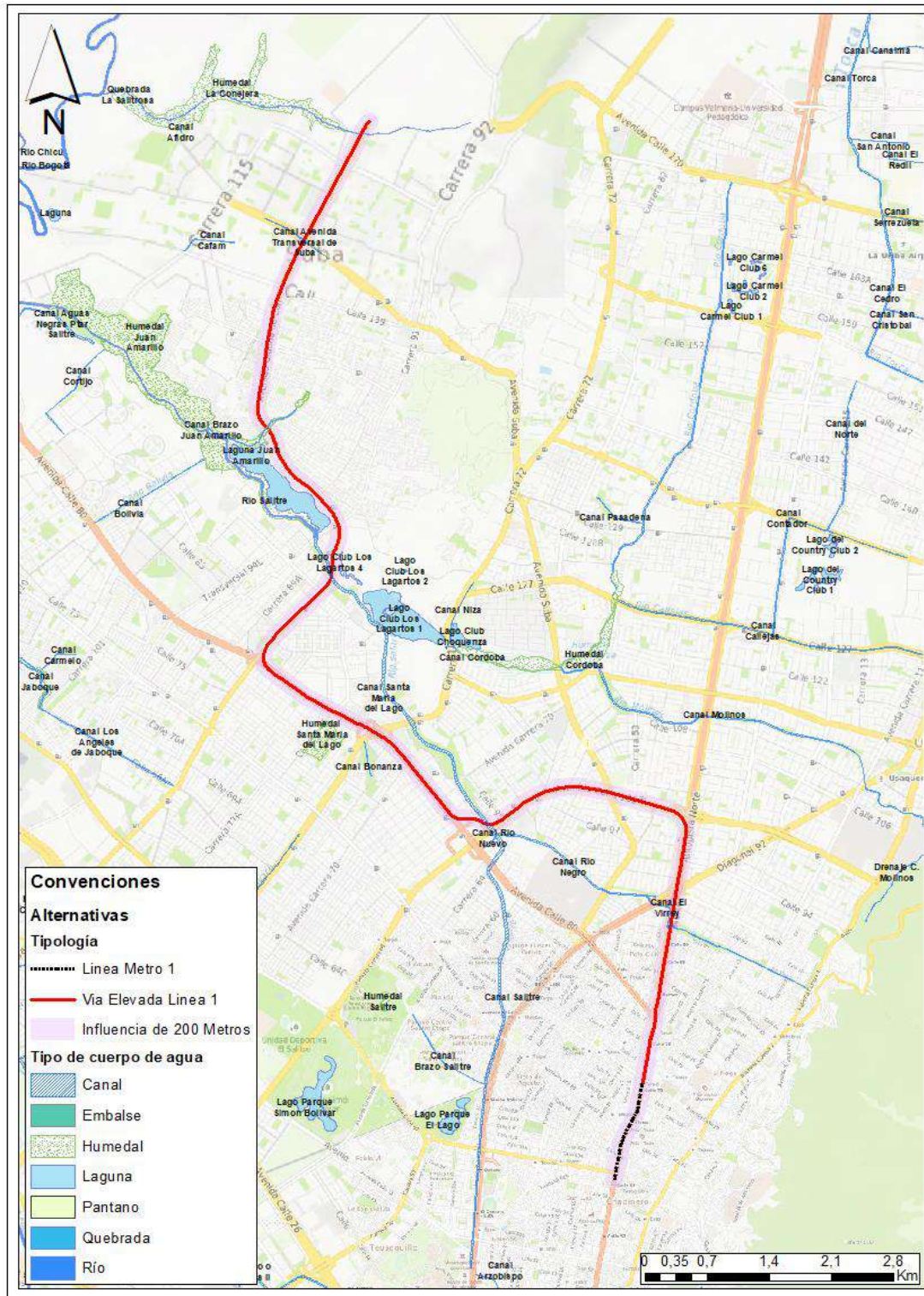
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.32 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



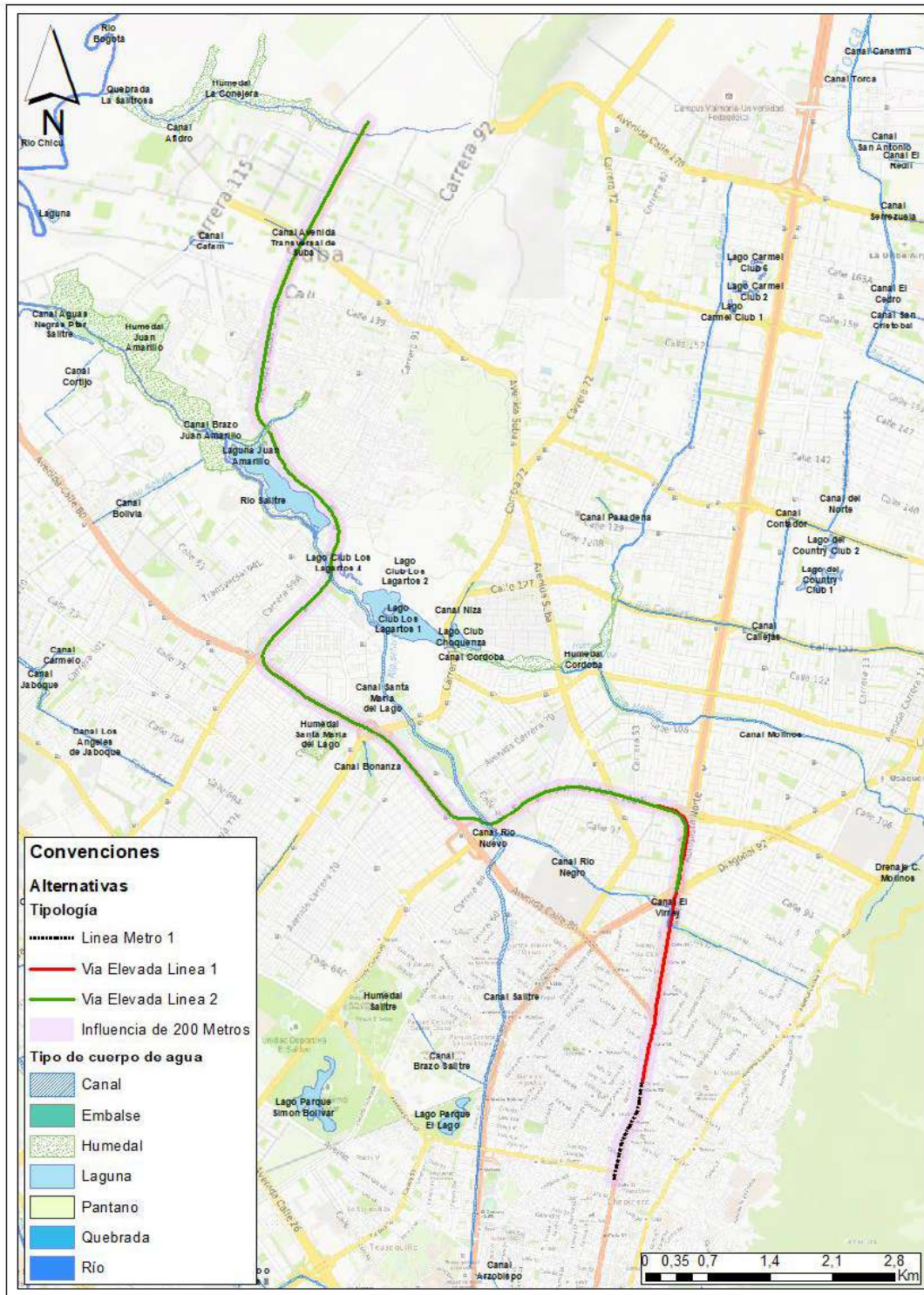
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.33 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)



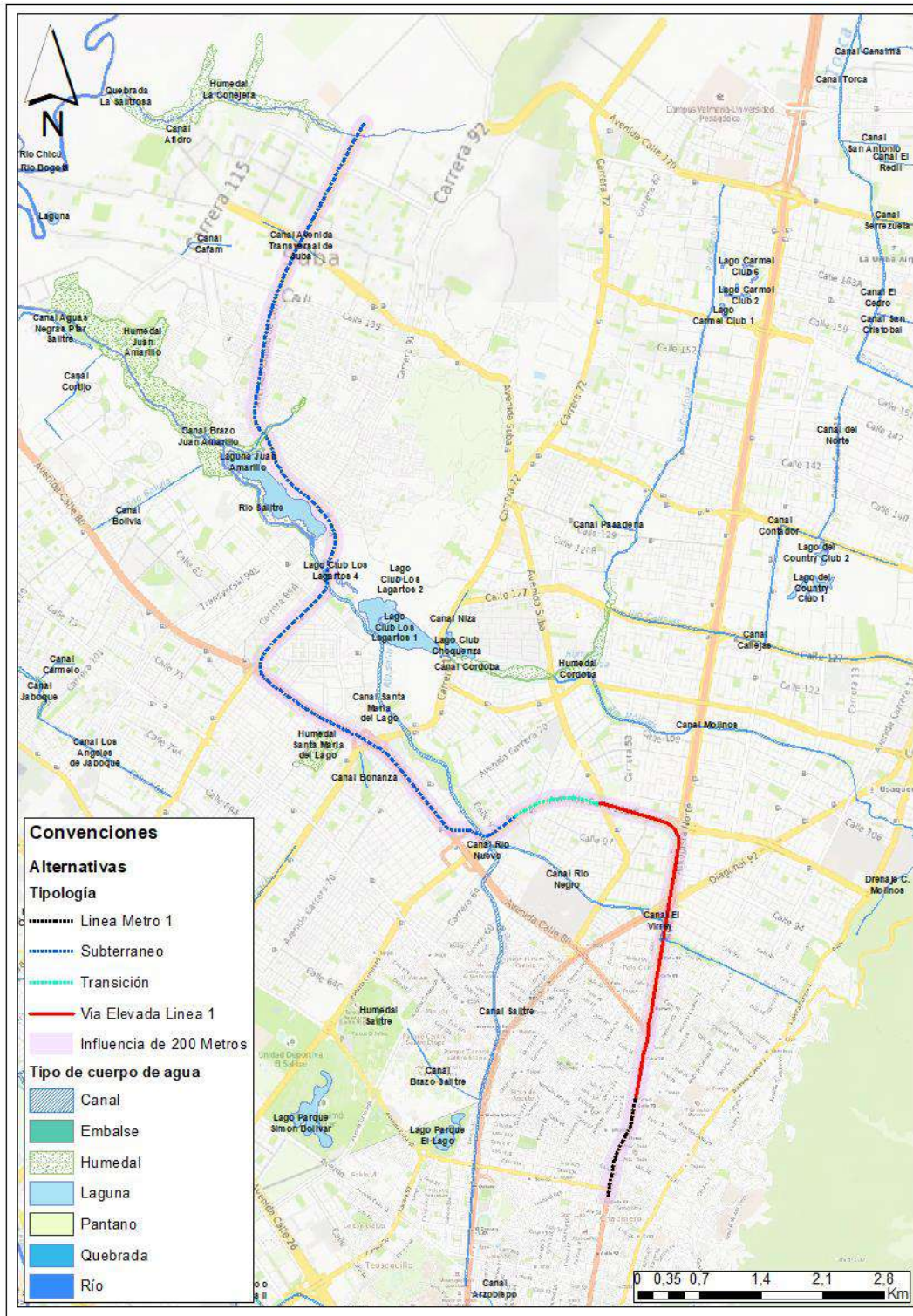
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.34 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



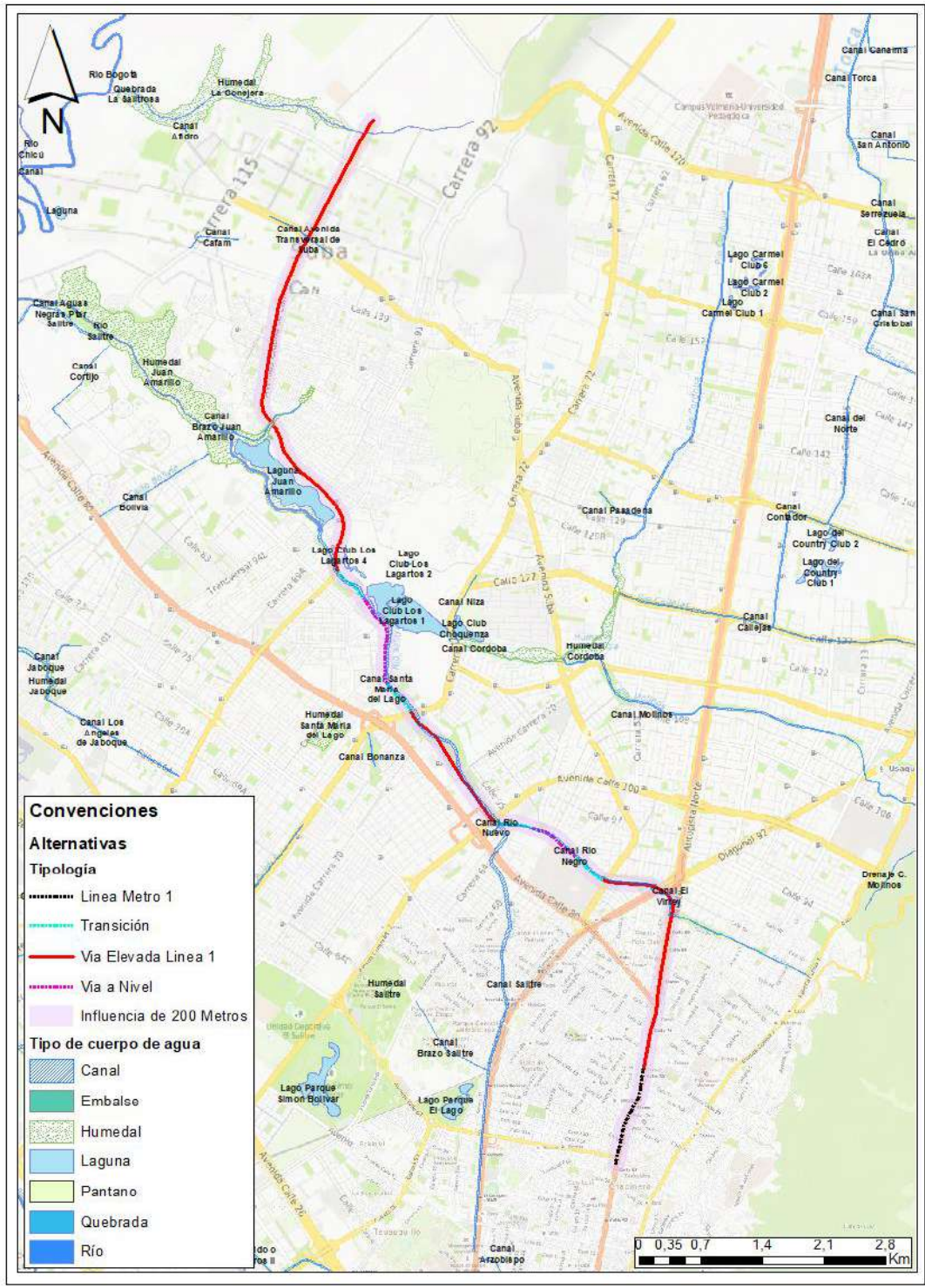
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.35 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



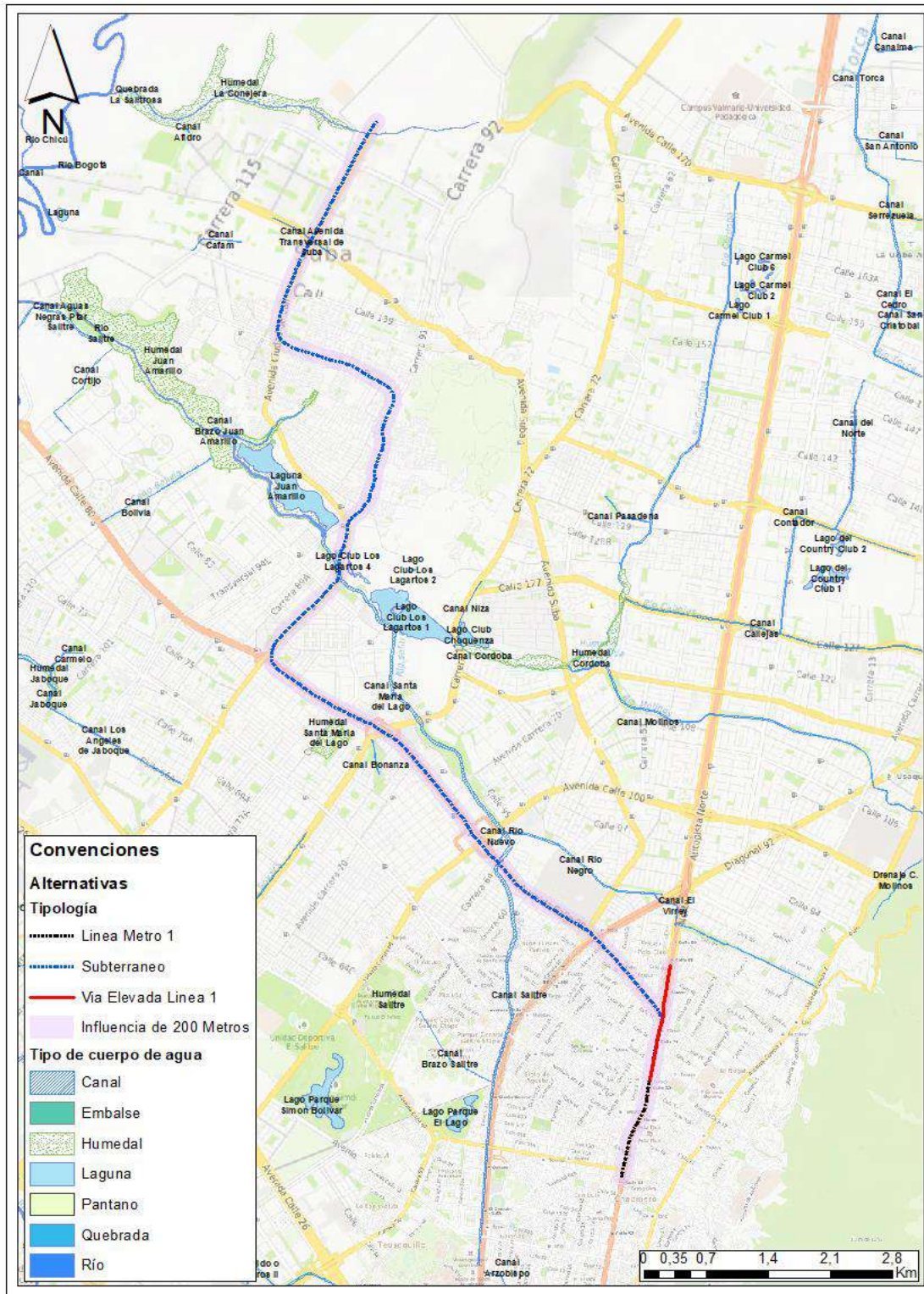
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.37 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada



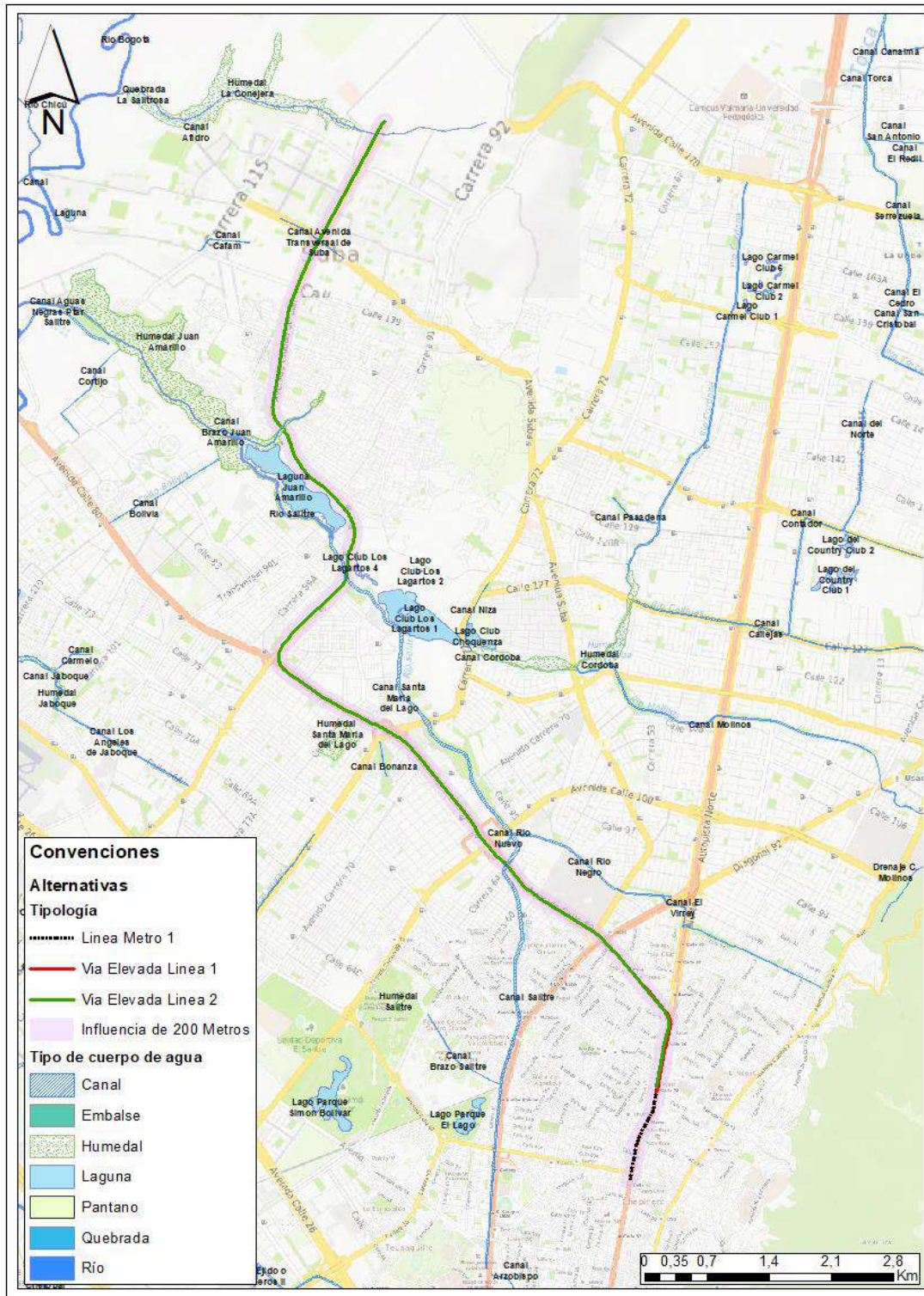
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.38 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



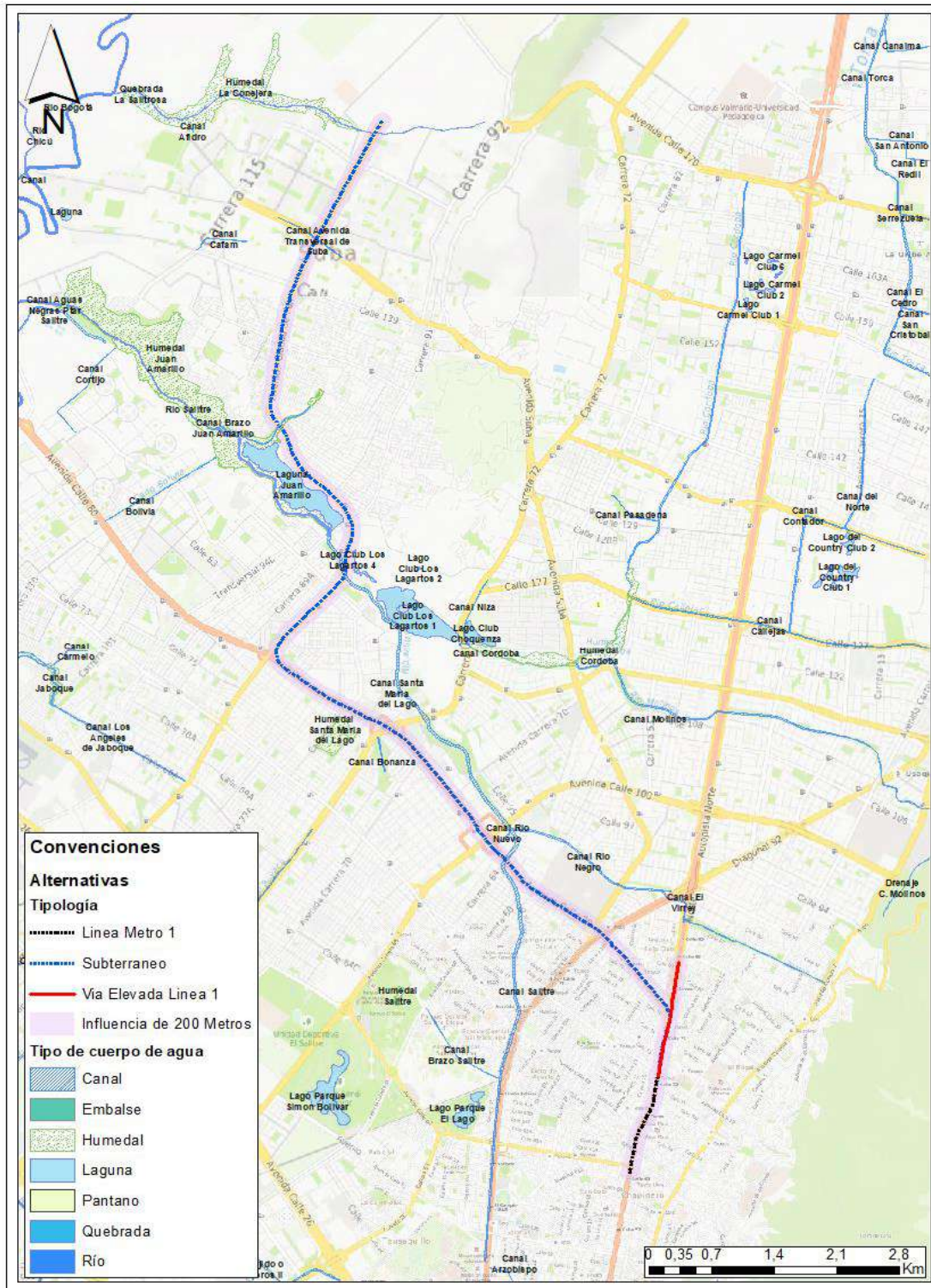
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.39 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



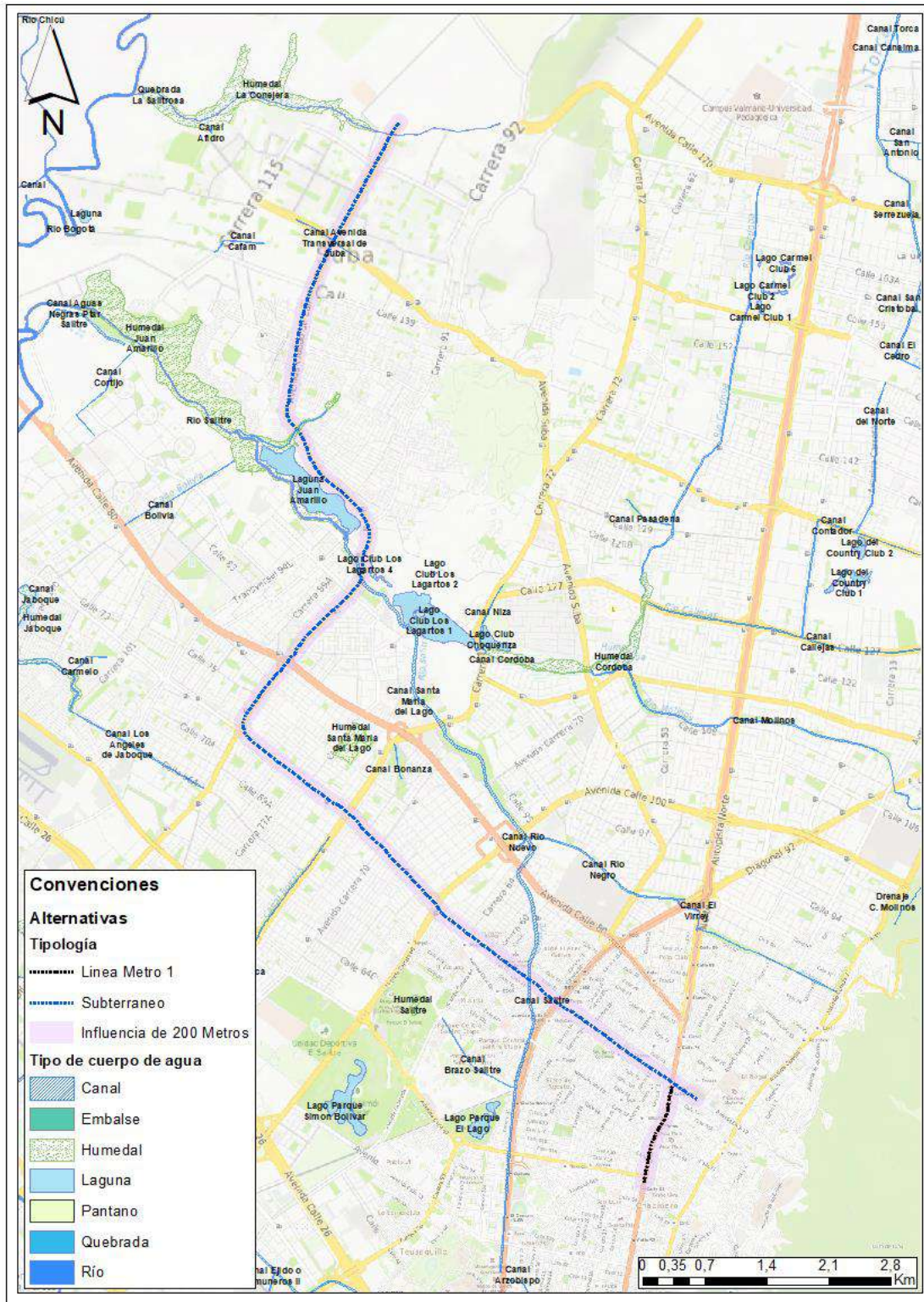
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.40 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



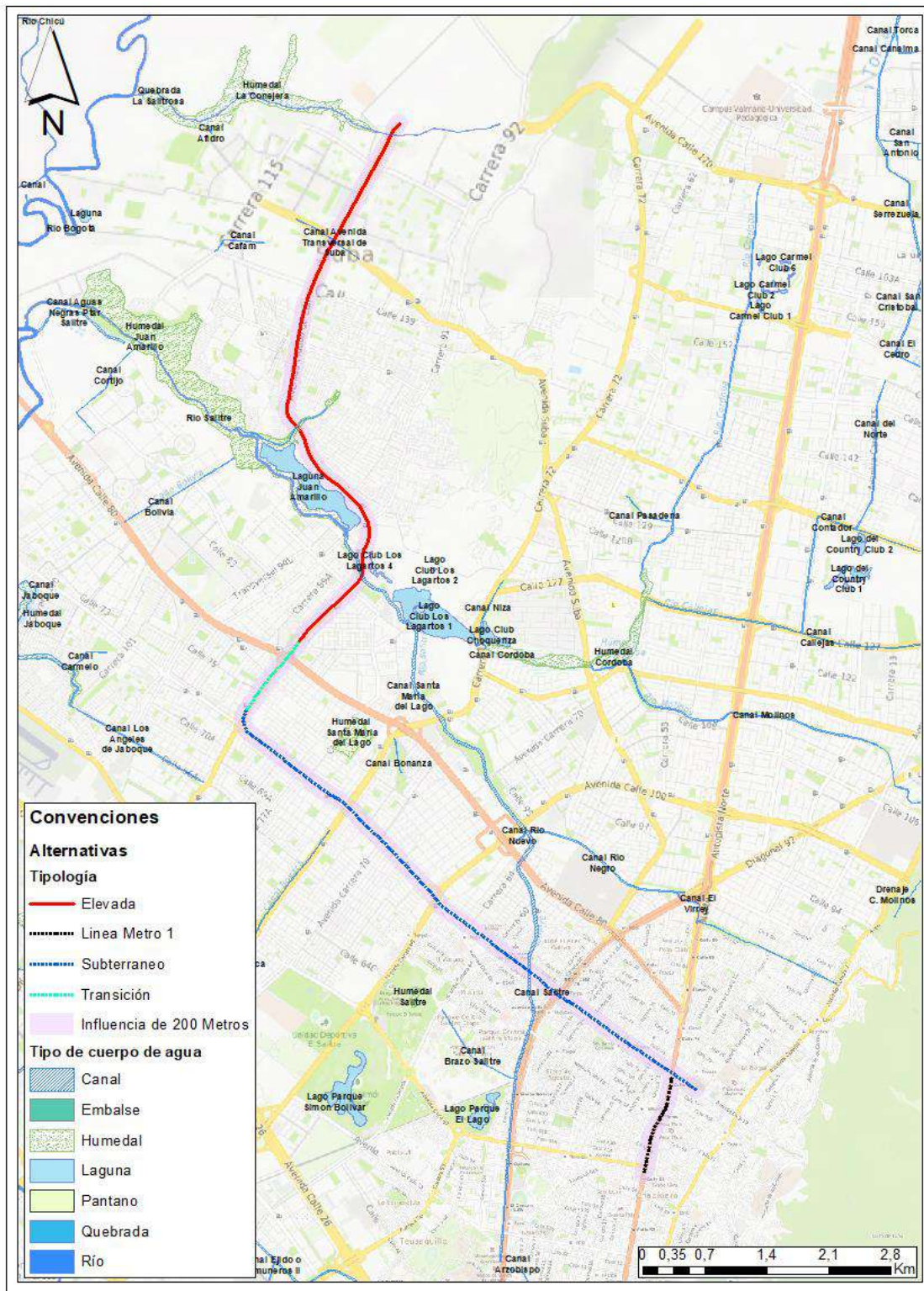
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.41 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.42 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)

4.23 Se realizó traslape con las zonas verdes para cada una de las alternativas, tomando una franja de 100 m (50 m a cada lado del eje del proyecto – zona de influencia directa), las áreas de zonas verdes identificadas corresponden a las áreas susceptibles de ser endurecidas durante la construcción del proyecto.

4.24 En la tabla Tabla 4.8 se presenta las áreas de traslape con zonas verdes para las 14 alternativas.

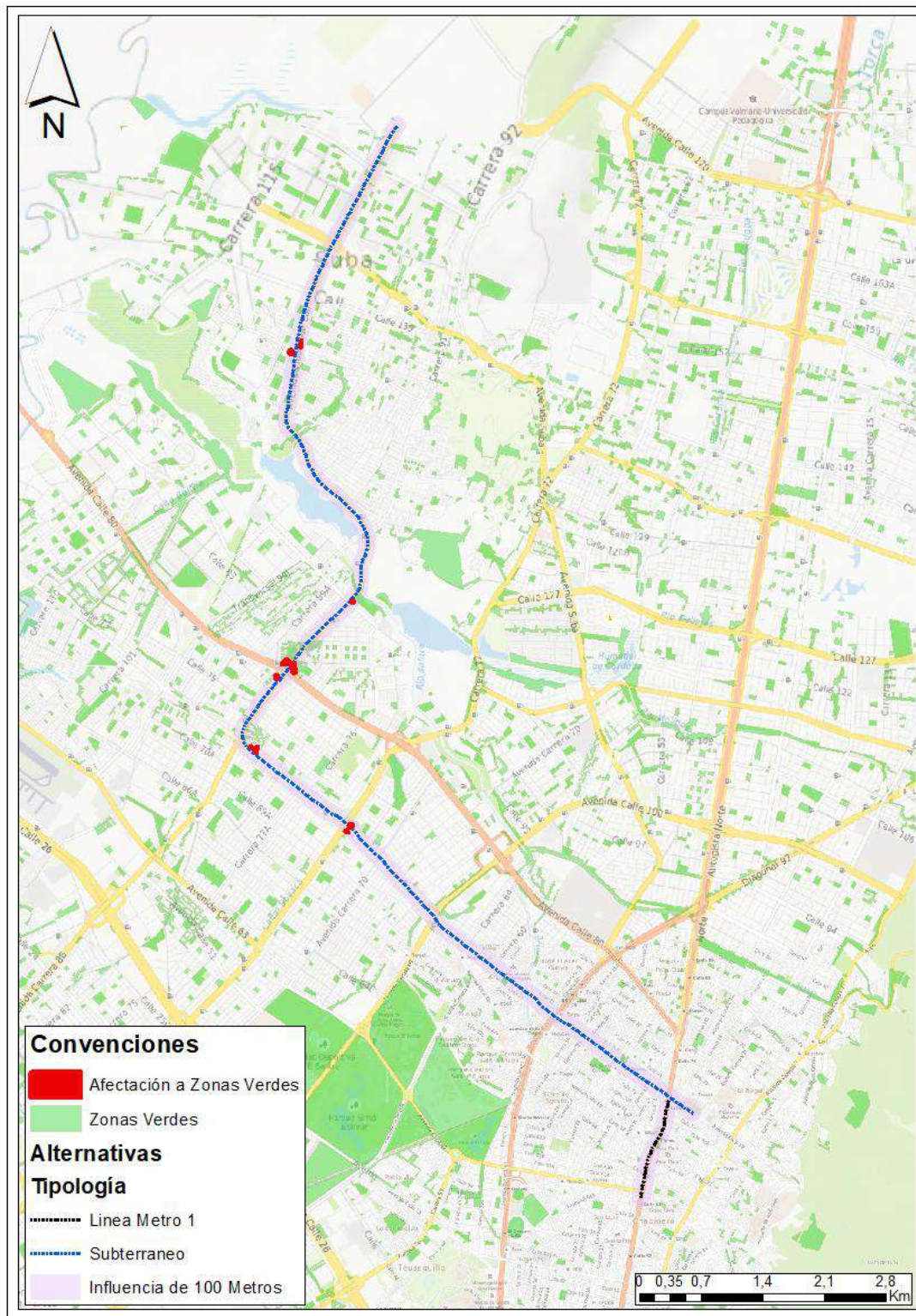
Tabla 4.8 Resultados del indicador Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Traslape con zonas verdes (Ha)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	2,37
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,56
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	5,03
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	5,08
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	2,73
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,20
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	12,38
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	14,45
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	5,02
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	3,30
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,65
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,61
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	1,73
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,34

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.25 En la siguiente Figura 4.43 se presenta la alternativa con mejor puntuación, alternativa 2.13. Calle 72 – Av. Cali, la cual tiene el menor cruce con zonas verdes (1,73 Ha) y por tanto la mejor calificación.

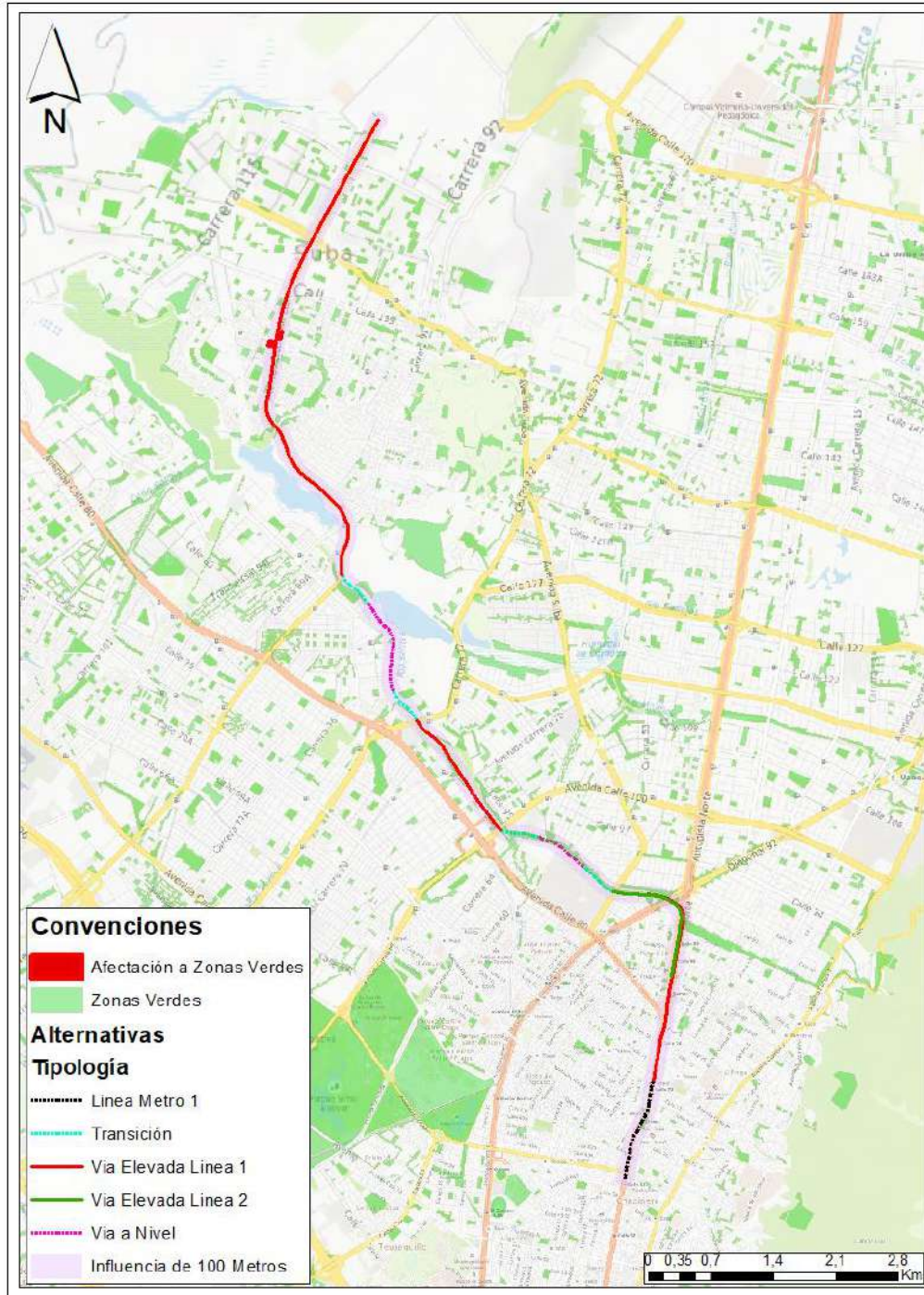
Figura 4.43 Cruce de zonas verdes alternativa 2.13. Calle 72–Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.26 En la Figura 4.44 se presenta la alternativa con menor puntuación. Alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali, la cual tiene el mayor cruce con zonas verdes (14,45 Ha) y por tanto la menor calificación.

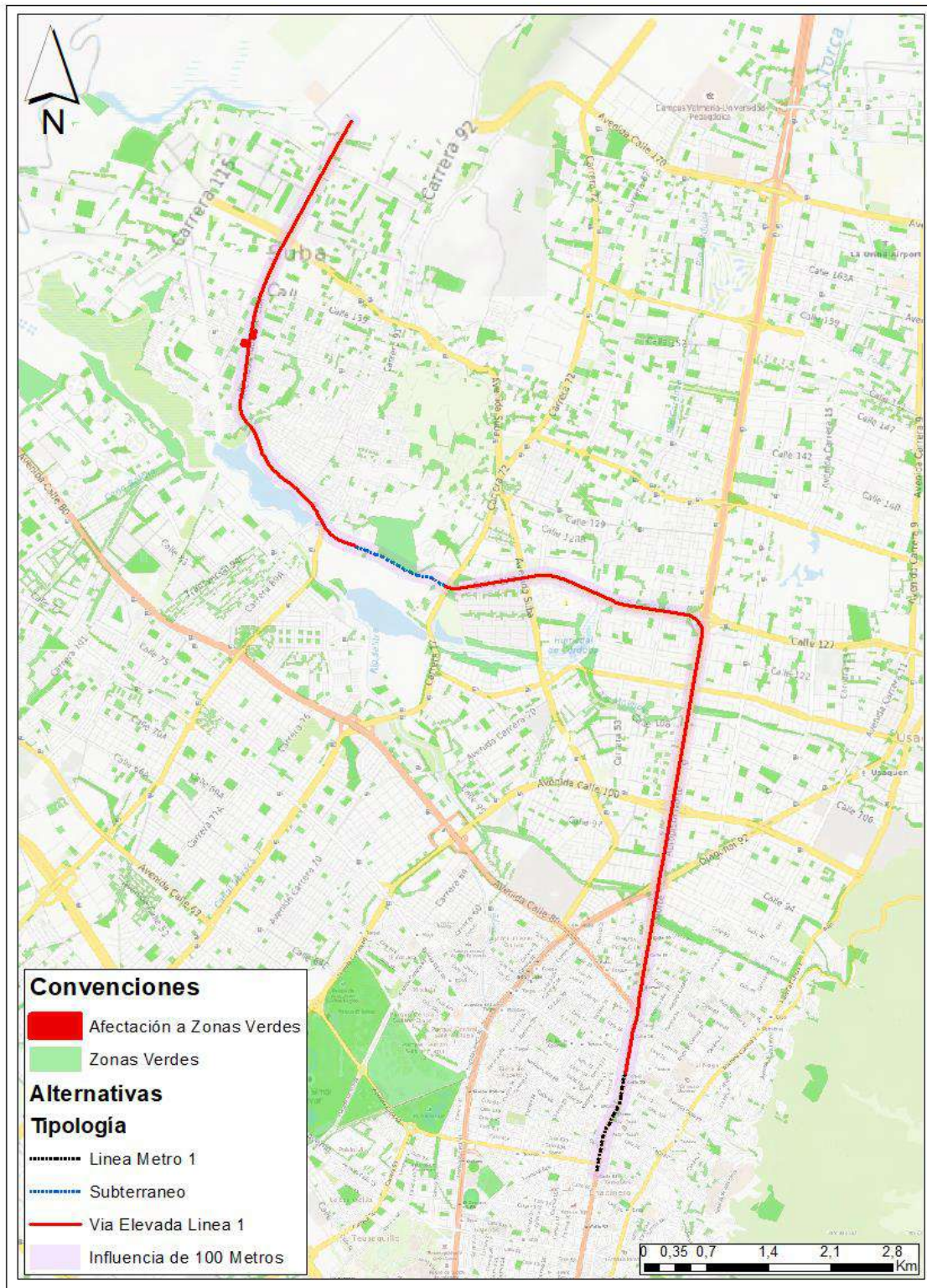
Figura 4.44 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

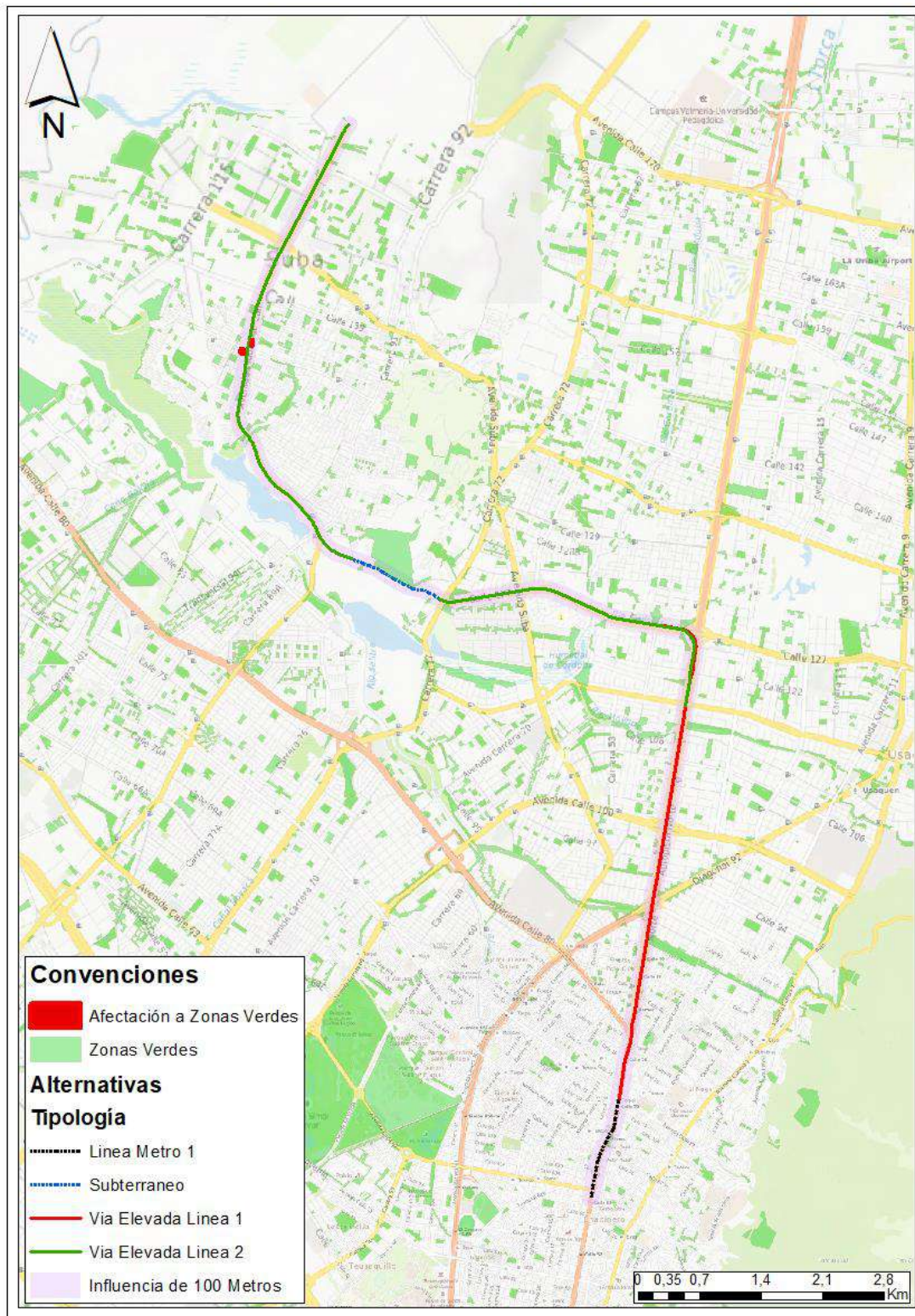
- 4.27 En las siguientes Figuras (4.45 a 4.57) se presenta el traslape con zonas verdes para el resto de las alternativas.

Figura 4.45 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)



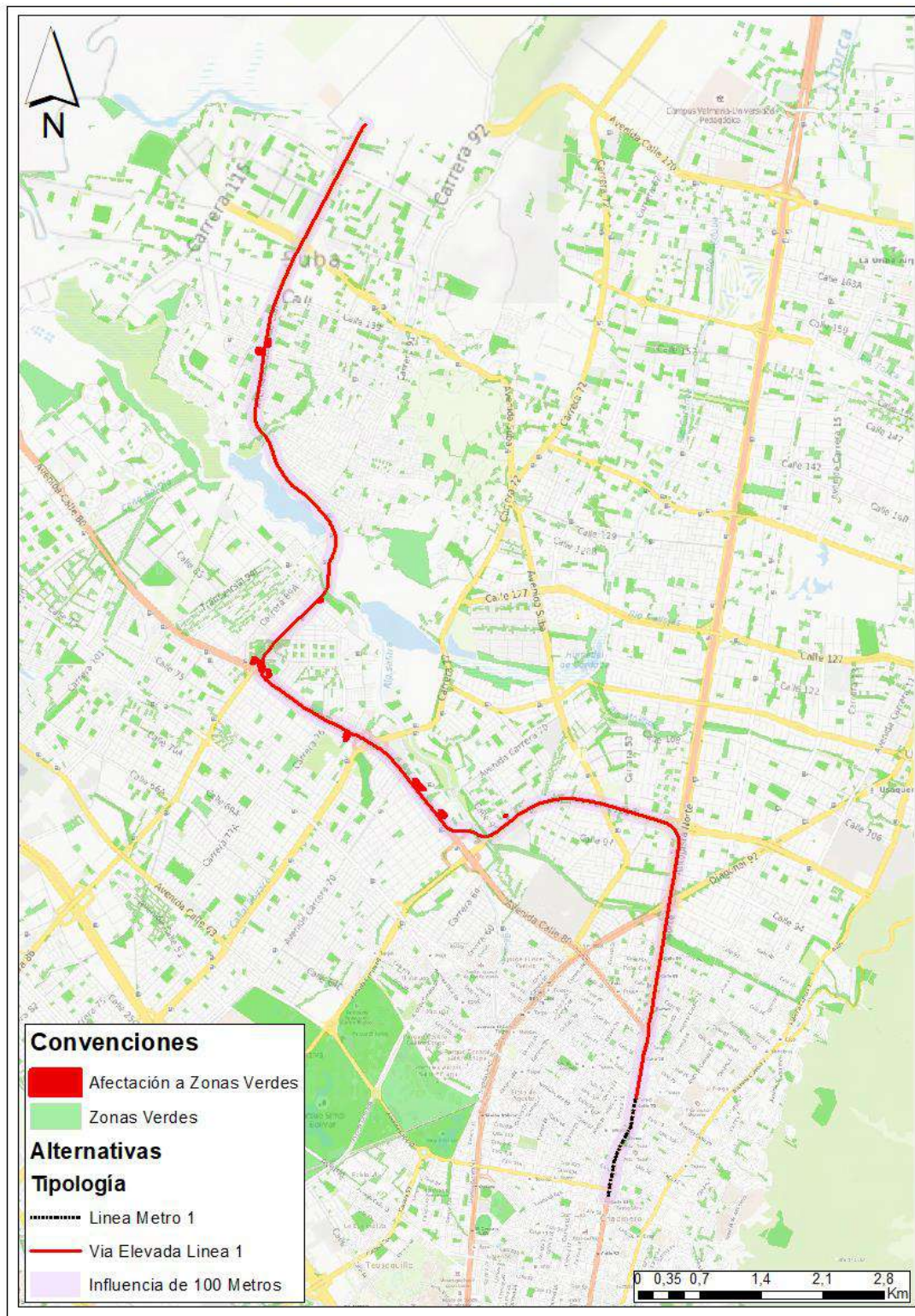
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.46 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



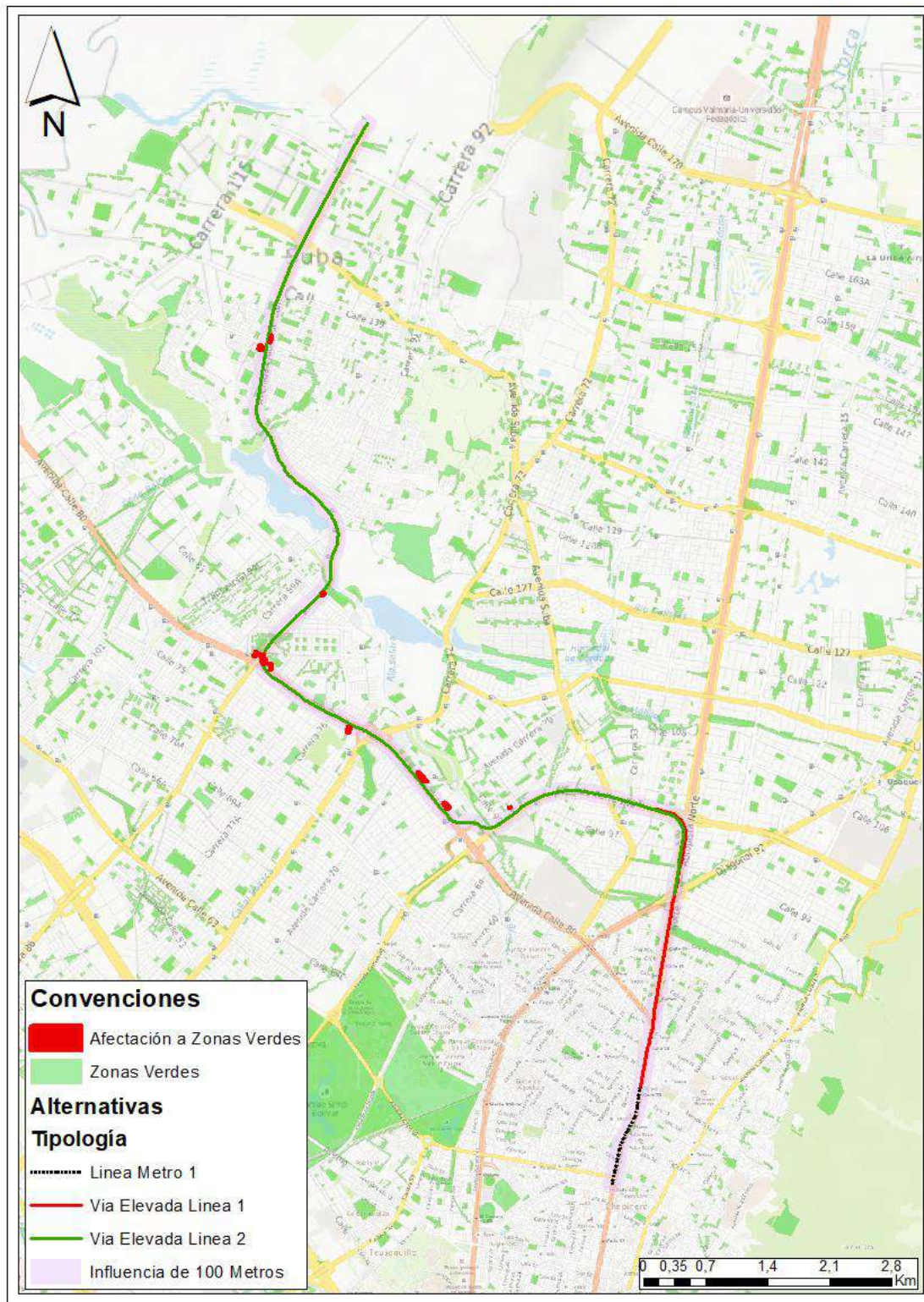
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.47 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)



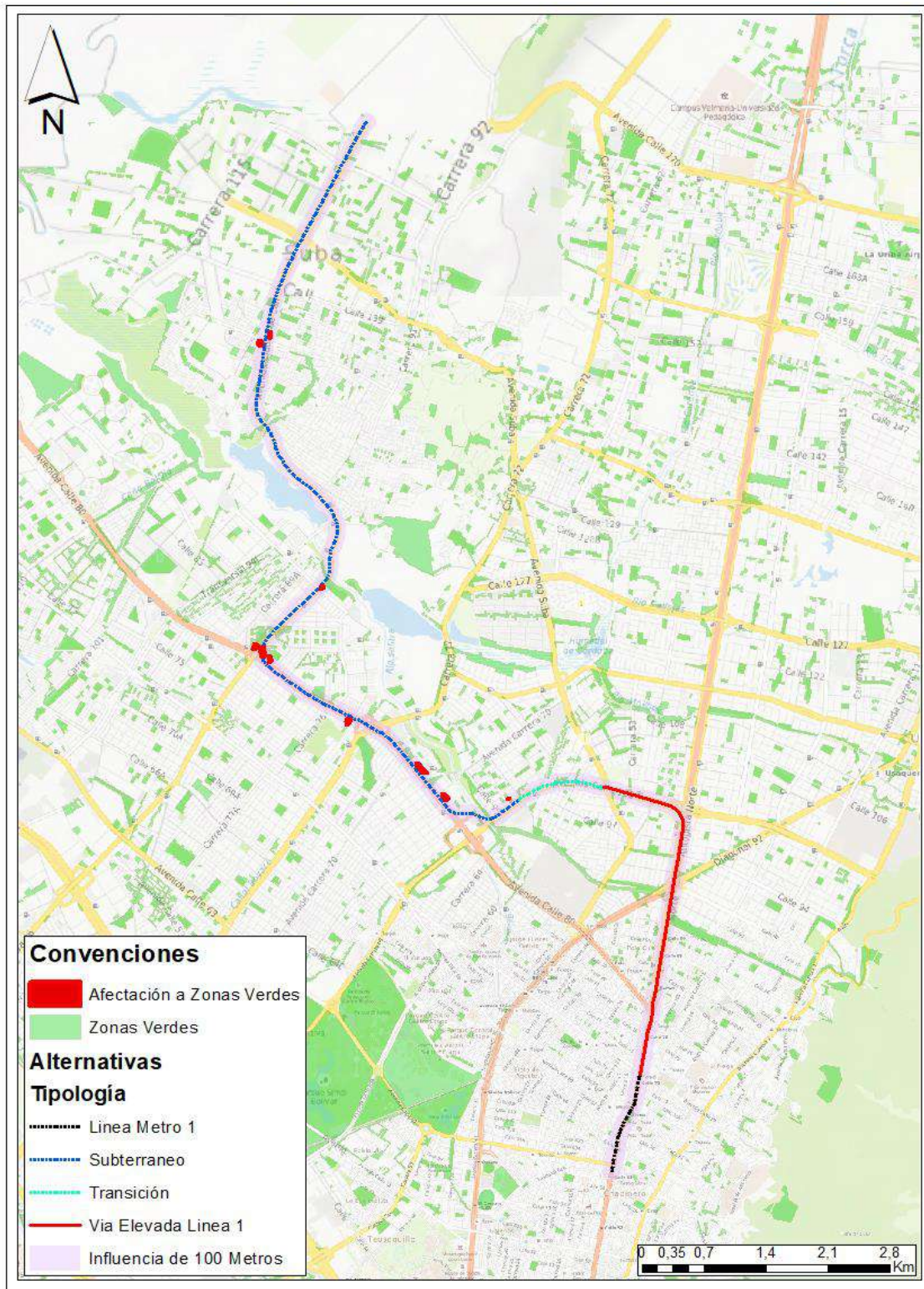
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.48 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



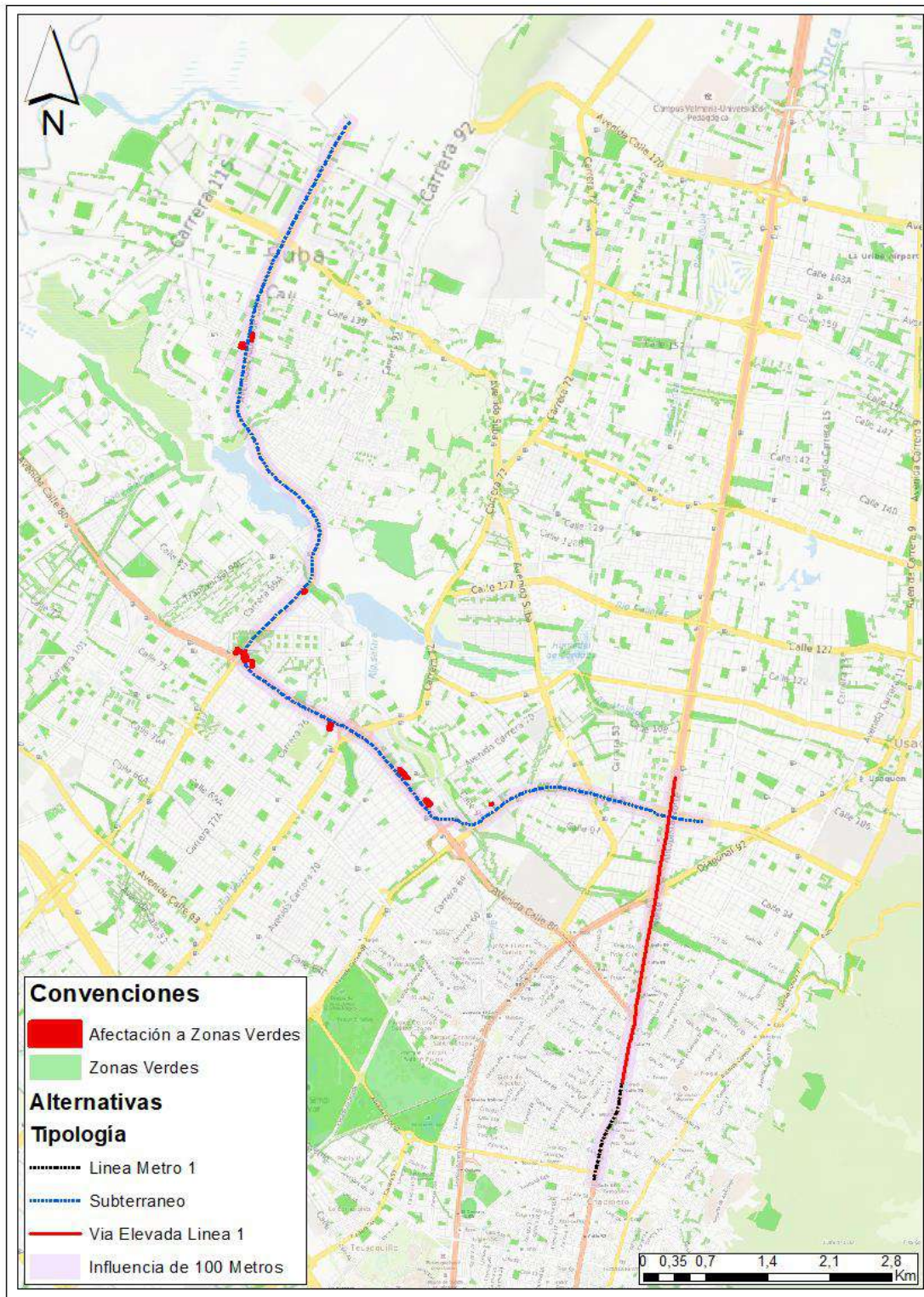
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.49 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



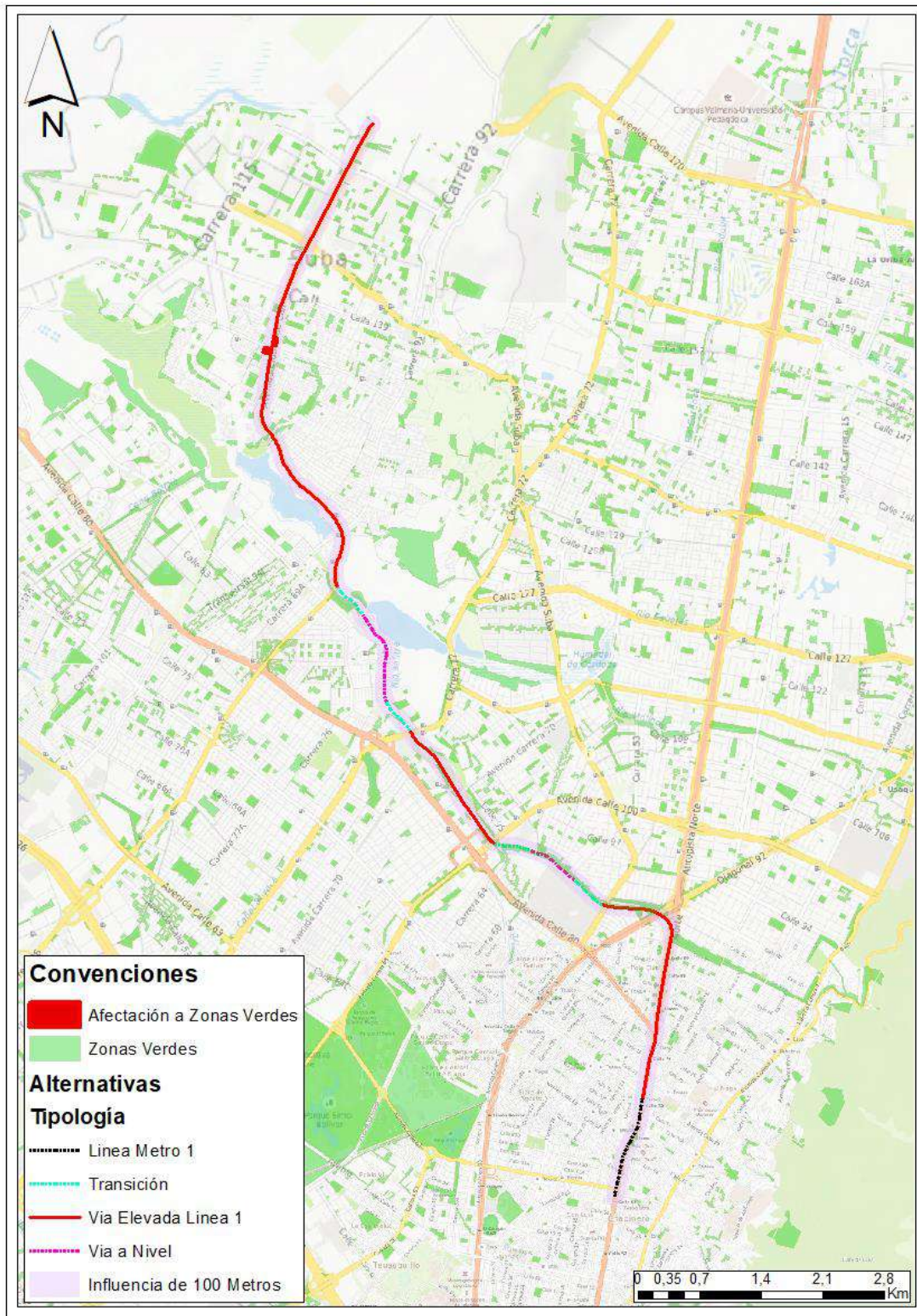
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.50 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



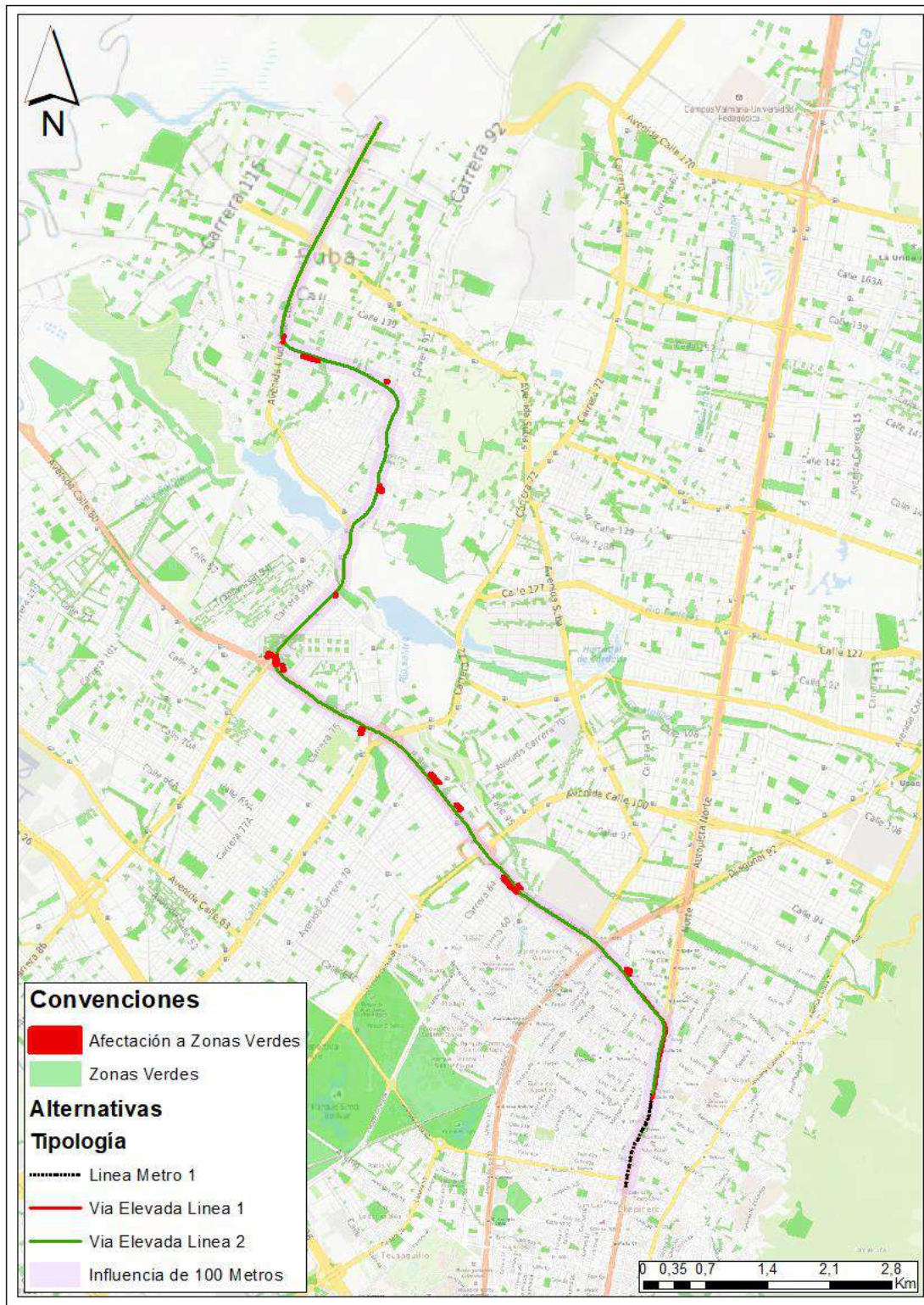
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.51 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Extensión)



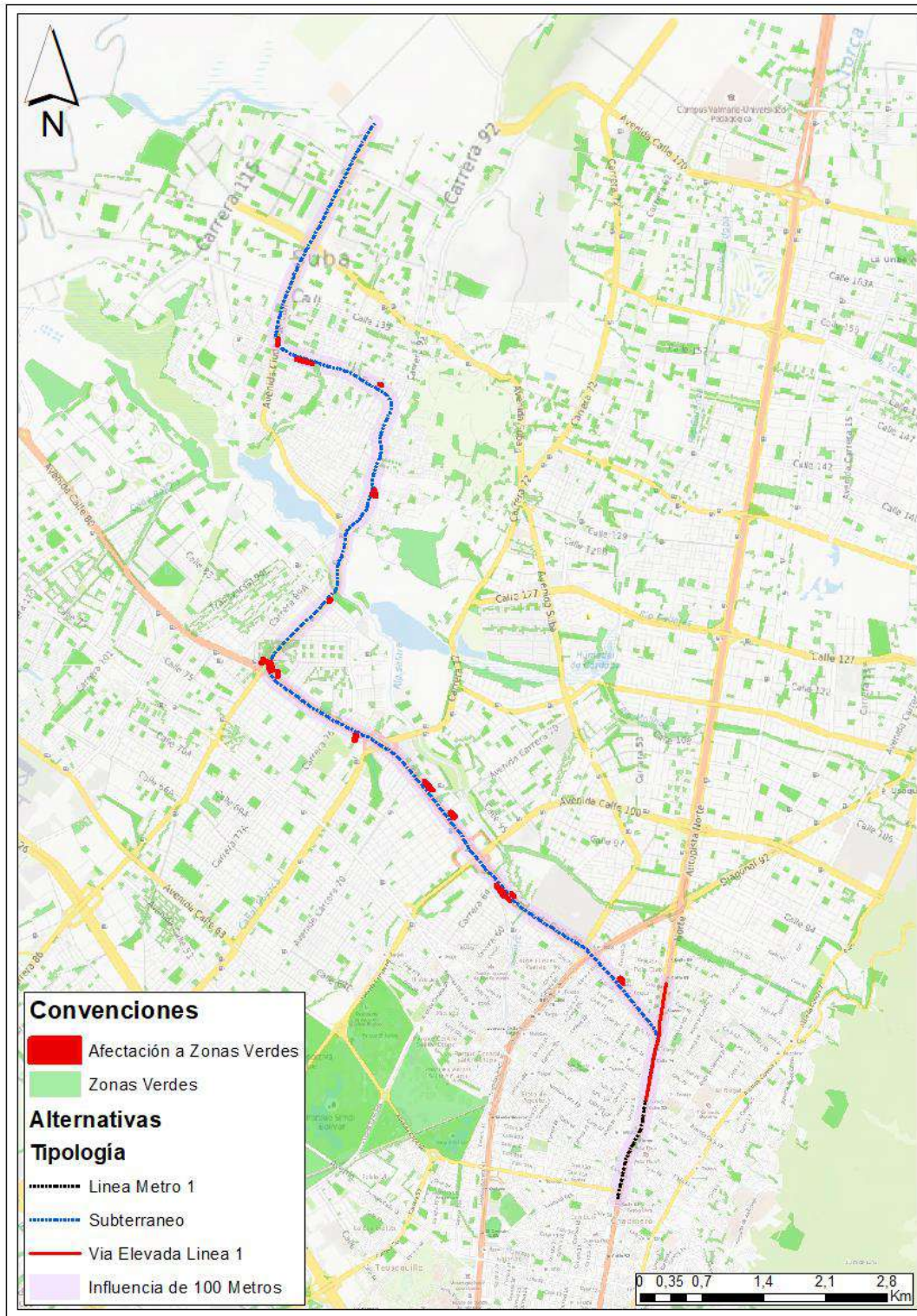
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.52 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva)



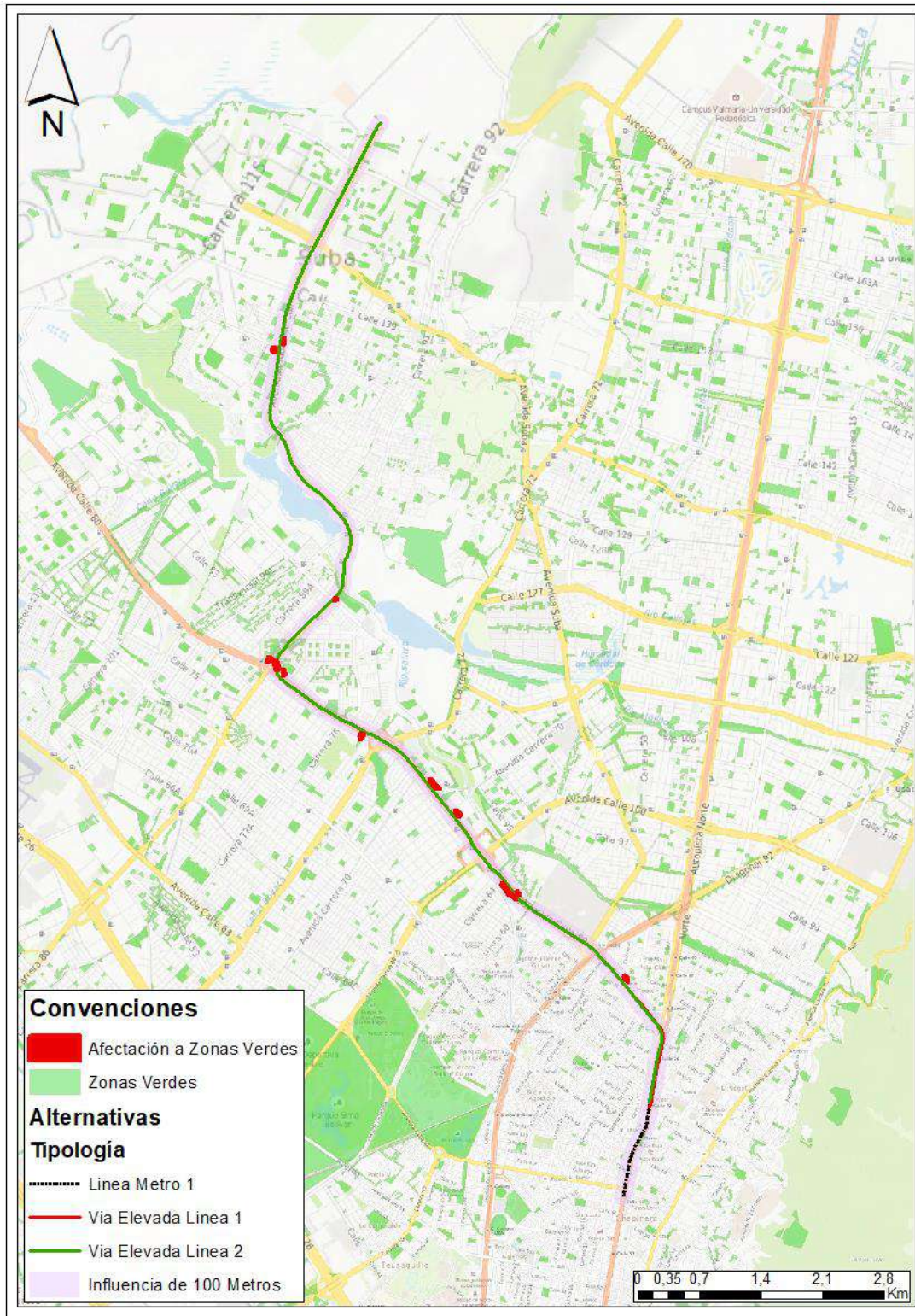
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.53 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



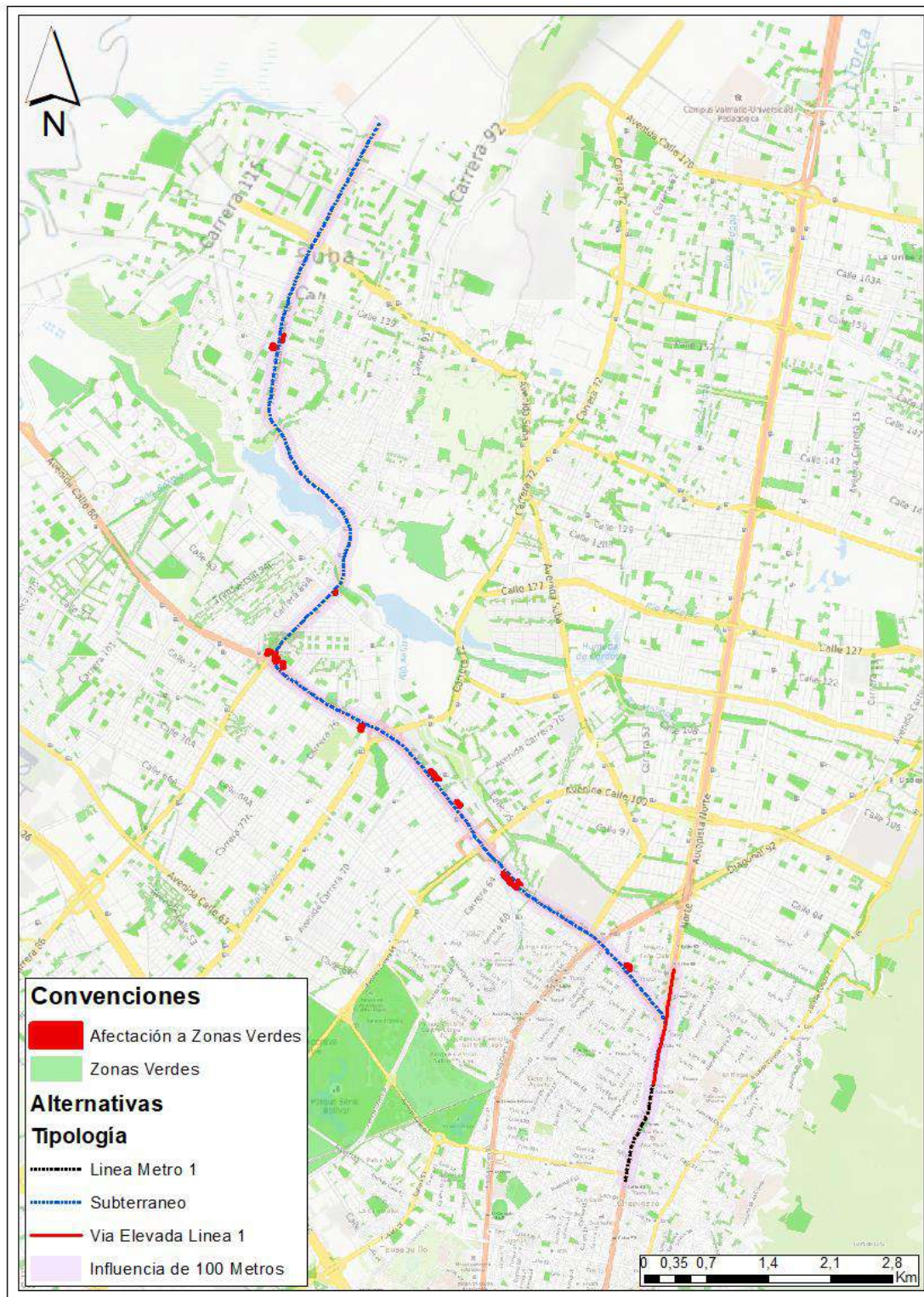
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.54 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



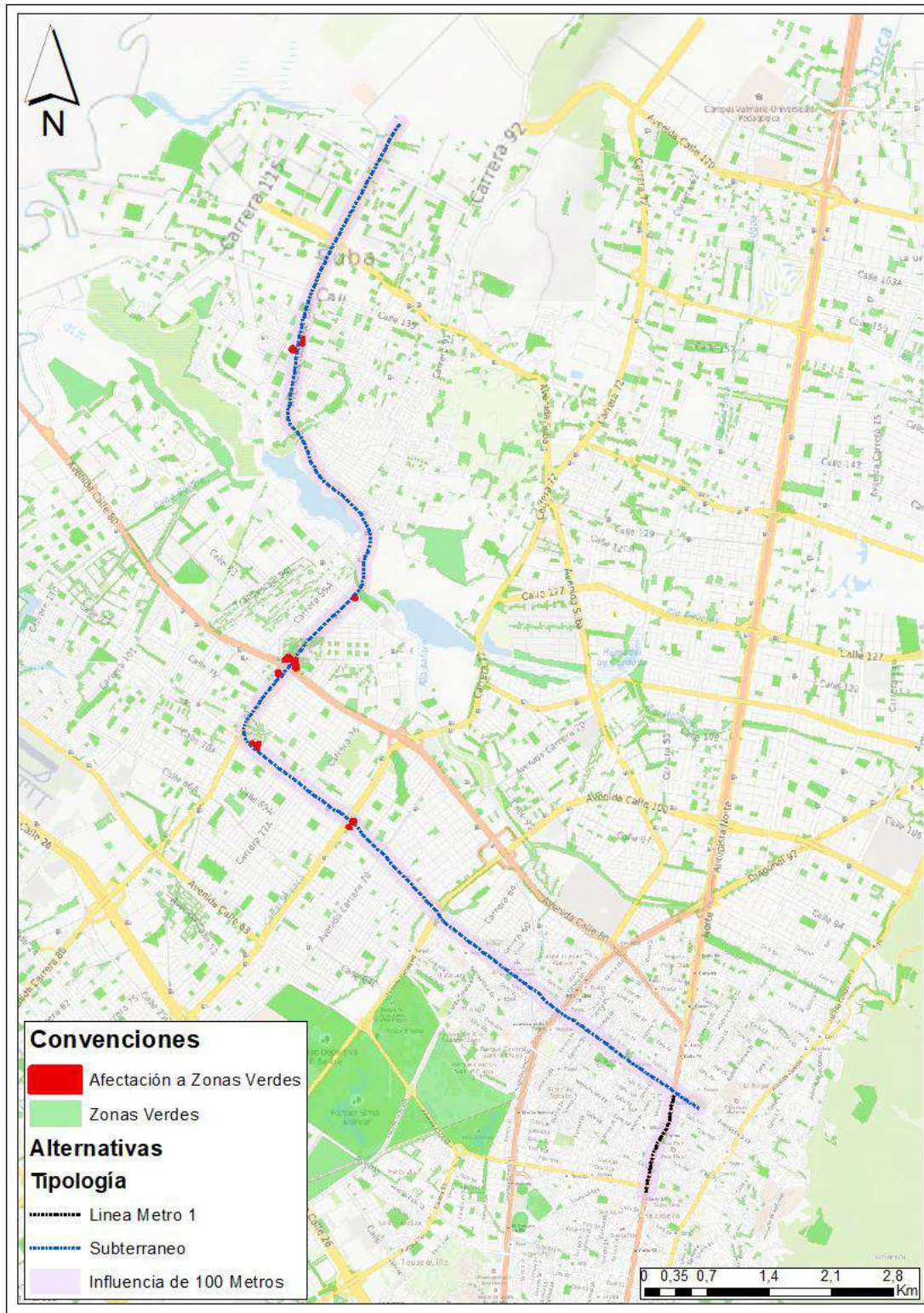
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.55 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



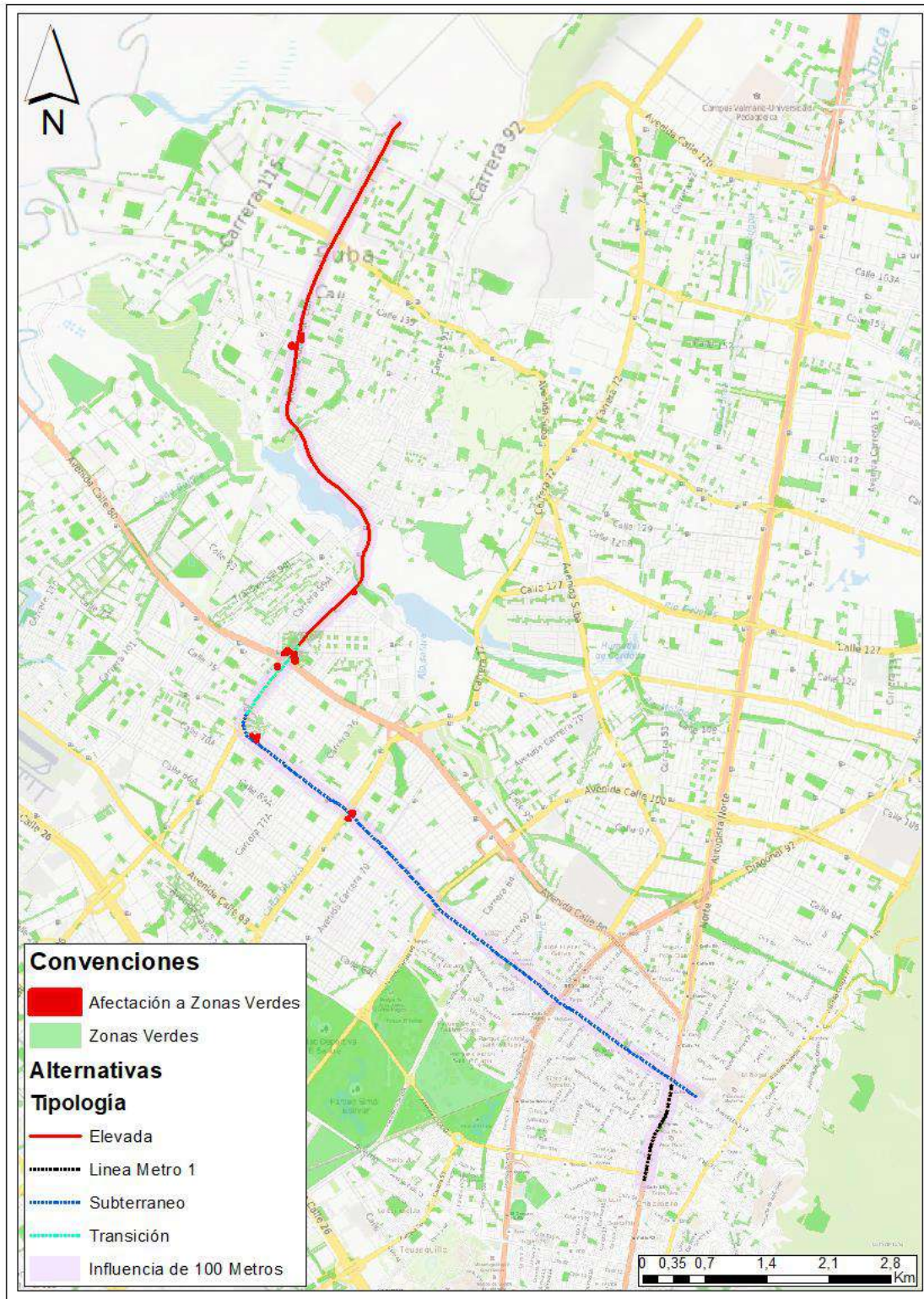
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.56 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.57 Cruce de zonas verdes, alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Traslape con zonas de importancia en biodiversidad

- 4.28 Se realizó el traslape con zonas de importancia en biodiversidad como: Ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano para cada una de las alternativas tomando una franja de 100 m (50 m a cada lado del eje del proyecto – zona de influencia directa).
- 4.29 En la siguiente tabla se presenta el resultado del traslape con zonas de importancia en biodiversidad. Tabla 4.9

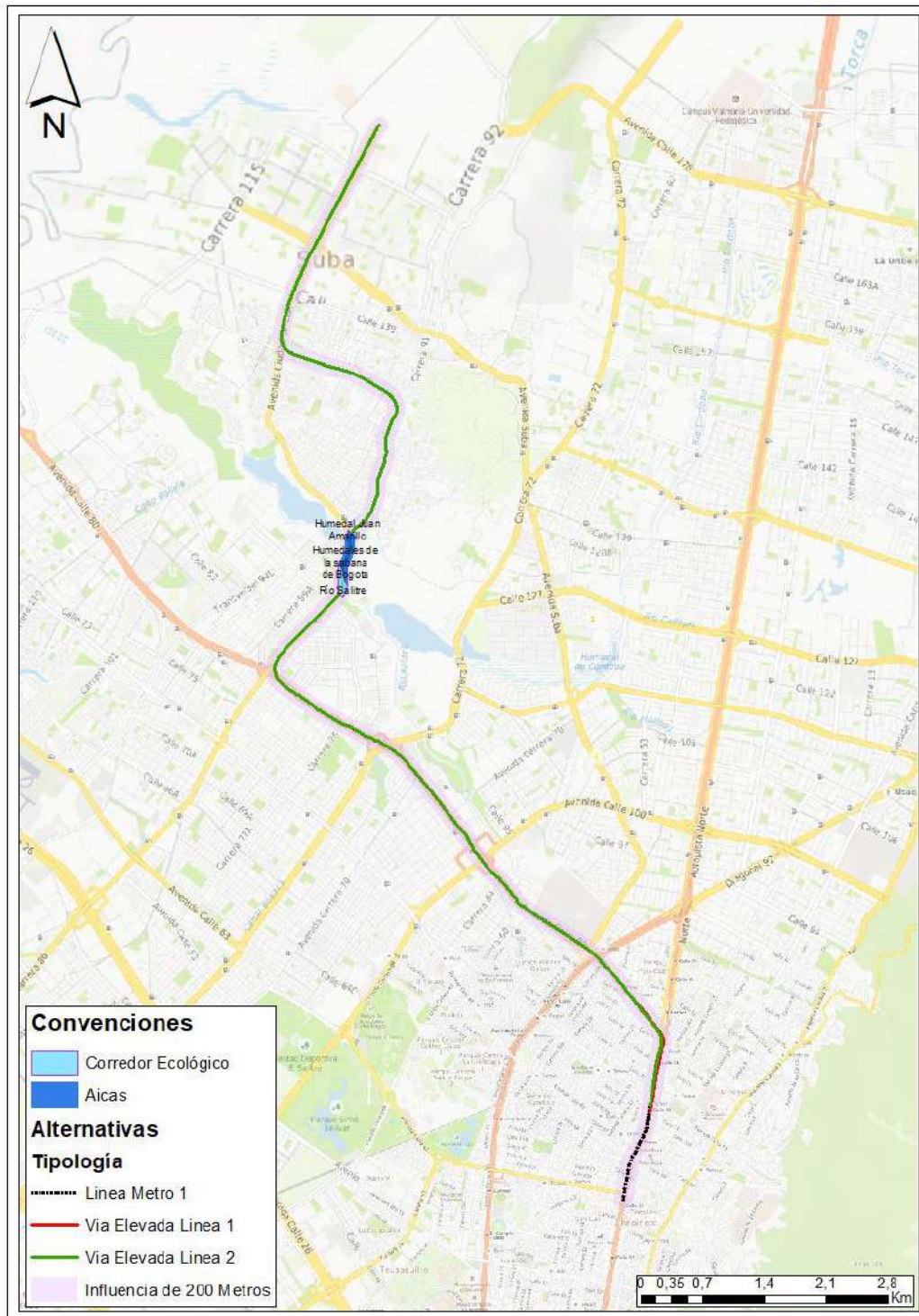
Tabla 4.9 Resultados del indicador Traslape con Zonas de Importancia en Biodiversidad

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Traslape con Zonas de Importancia en Biodiversidad (Ha)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	21,72
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	22,26
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	24,43
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	24,62
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	24,43
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	24,67
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	65,87
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	69,18
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	13,37
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	13,46
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	20,92
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	21,01
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	19,38
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	19,38

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.30 En la Figura 4.58 se presenta la alternativa con mejor puntuación. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón (Línea nueva), la cual tiene el menor cruce con zonas de importancia de biodiversidad (13,37 Ha) y por tanto la alternativa con mejor calificación.

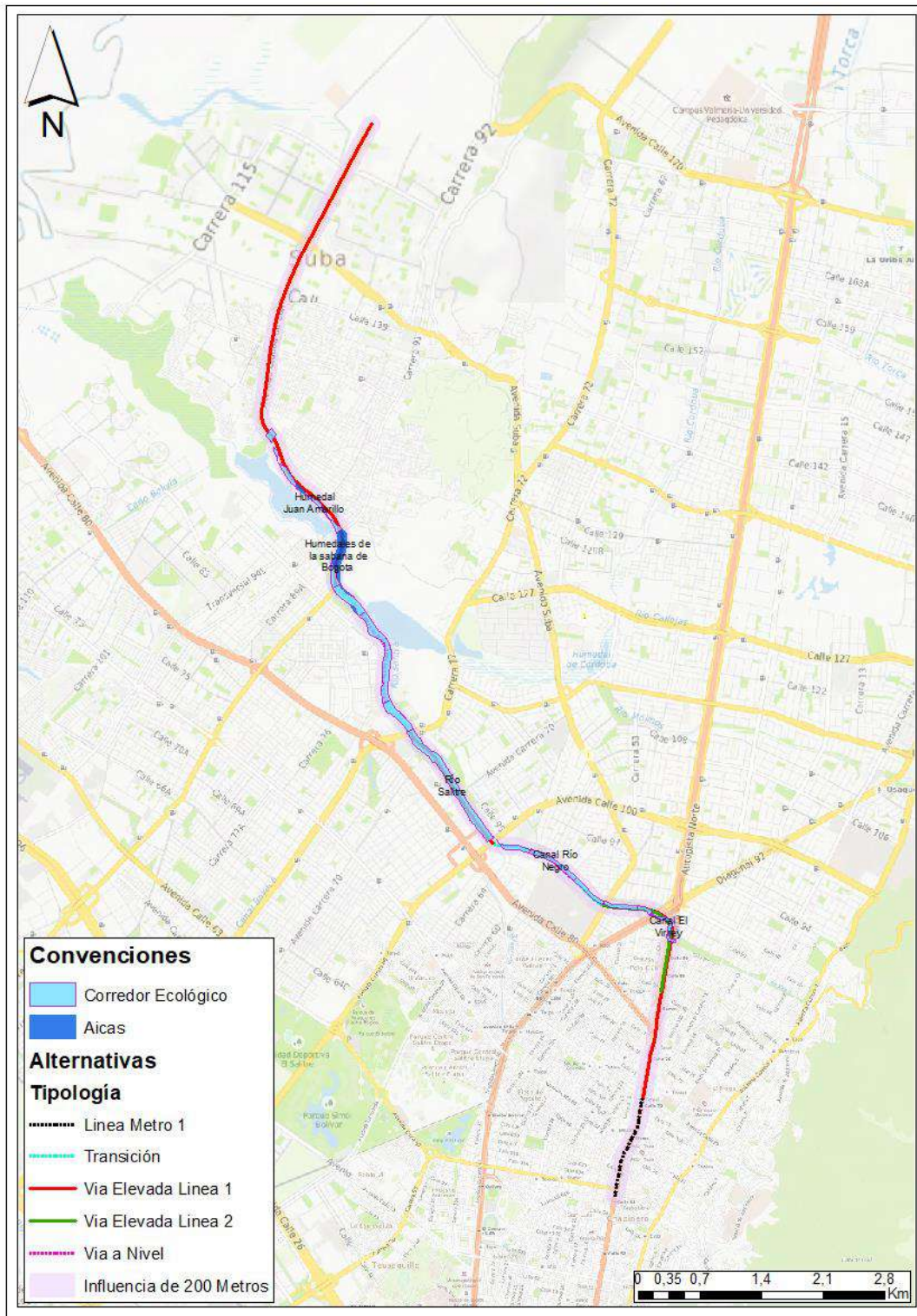
Figura 4.58 Cruce de zonas de importancia de biodiversidad, alternativa 2.09. Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.31 En la Figura 4.59 se presenta la alternativa con menor puntuación. Alternativa 2.08 Canal Rionegro – Av. Cali (Línea nueva), la cual tiene el mayor cruce con zonas de importancia en biodiversidad (69,18Ha) y por tanto la menor calificación.

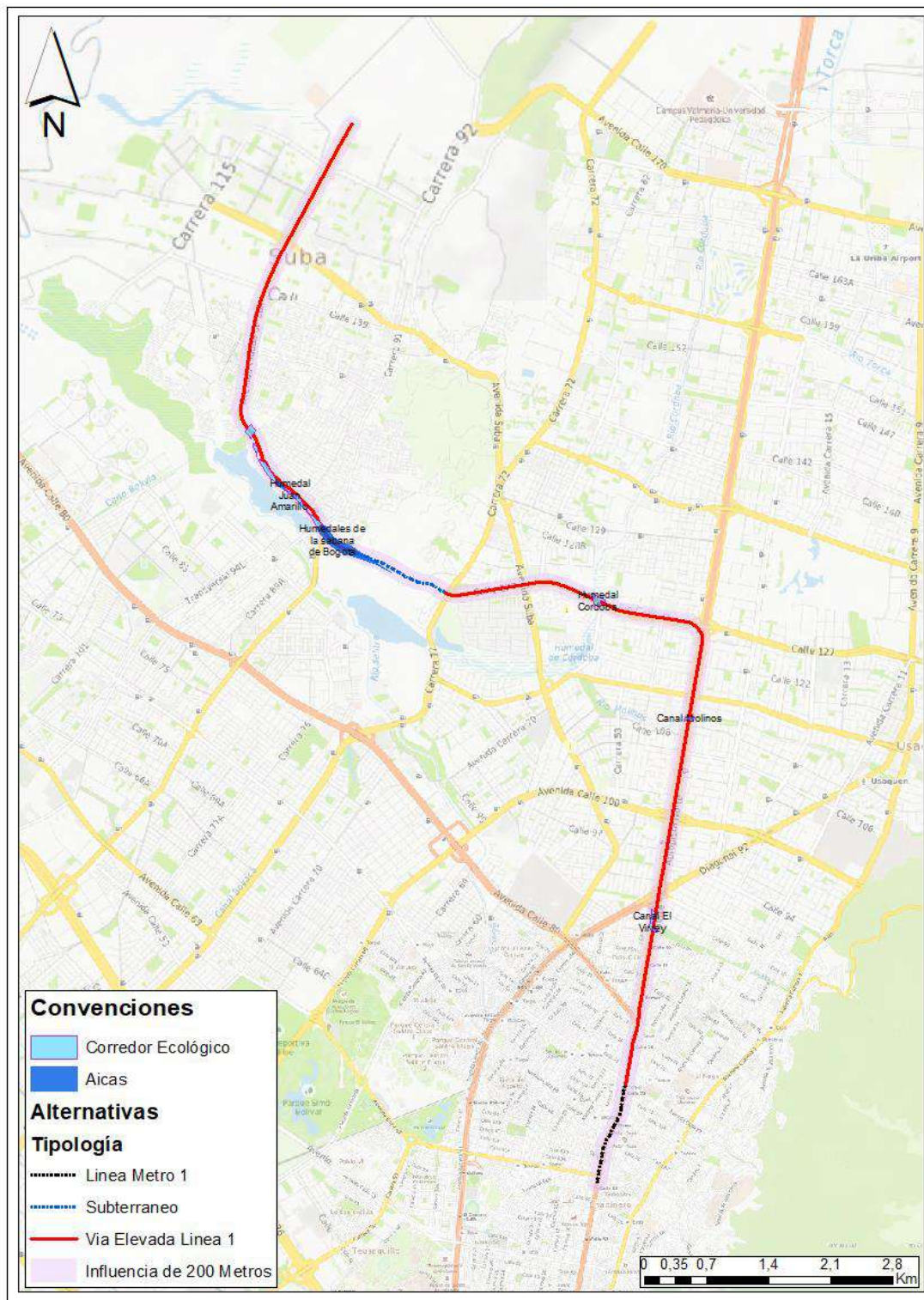
Figura 4.59 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

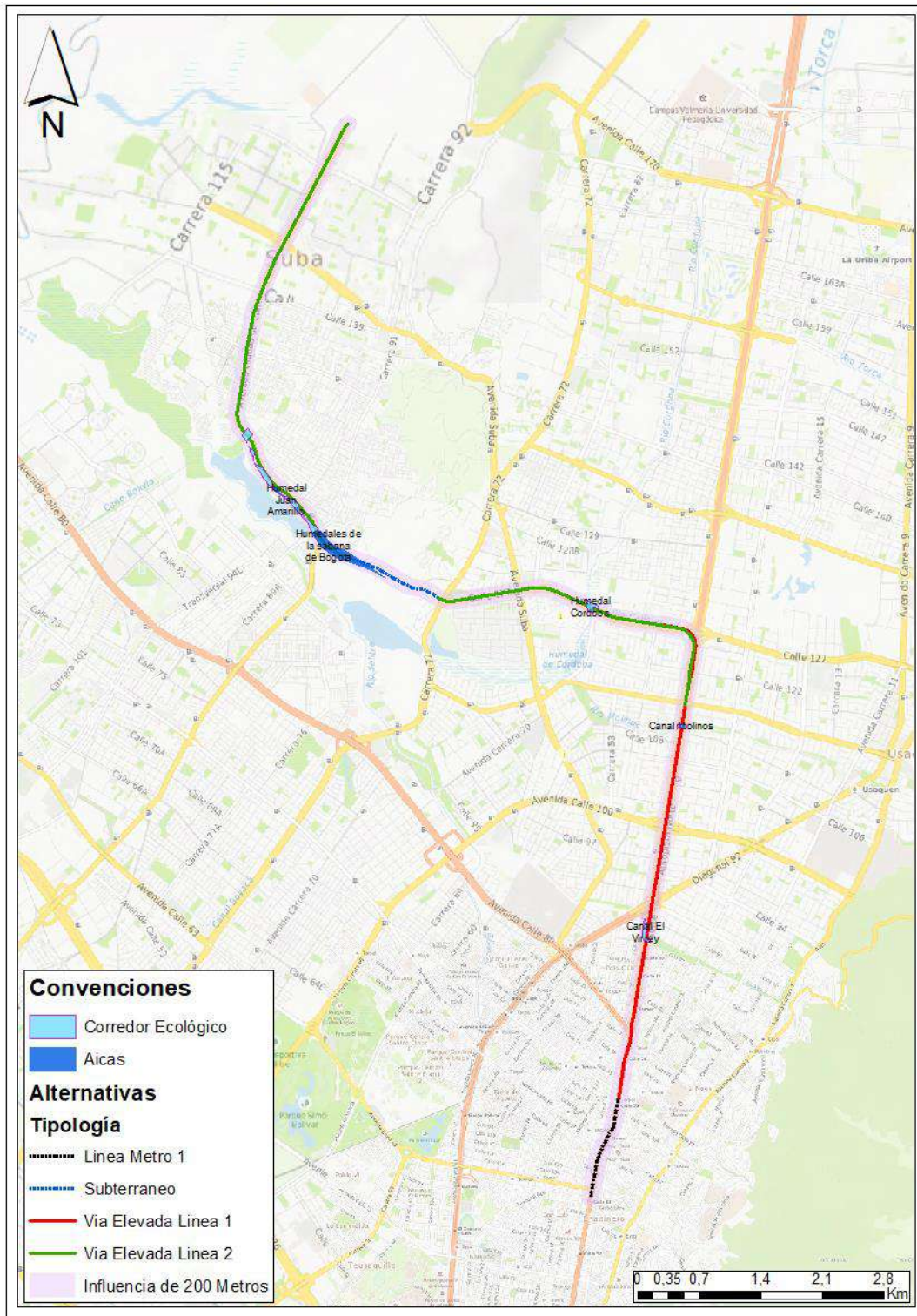
- 4.32 En las siguientes Figuras (4.60 a 4.71) se presenta el cruce con zonas de importancia en biodiversidad para el resto de las alternativas:

Figura 4.60 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)



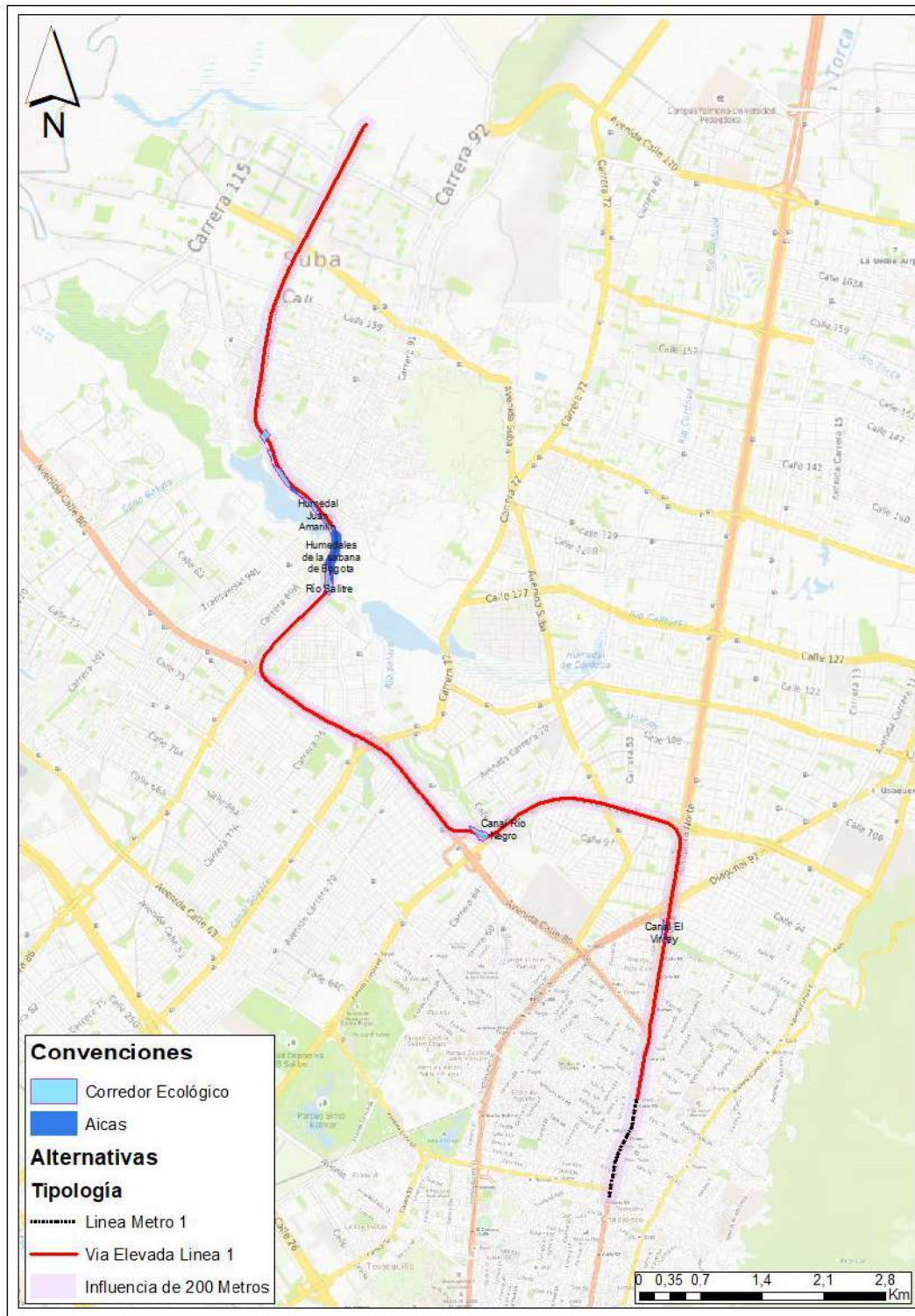
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.61 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



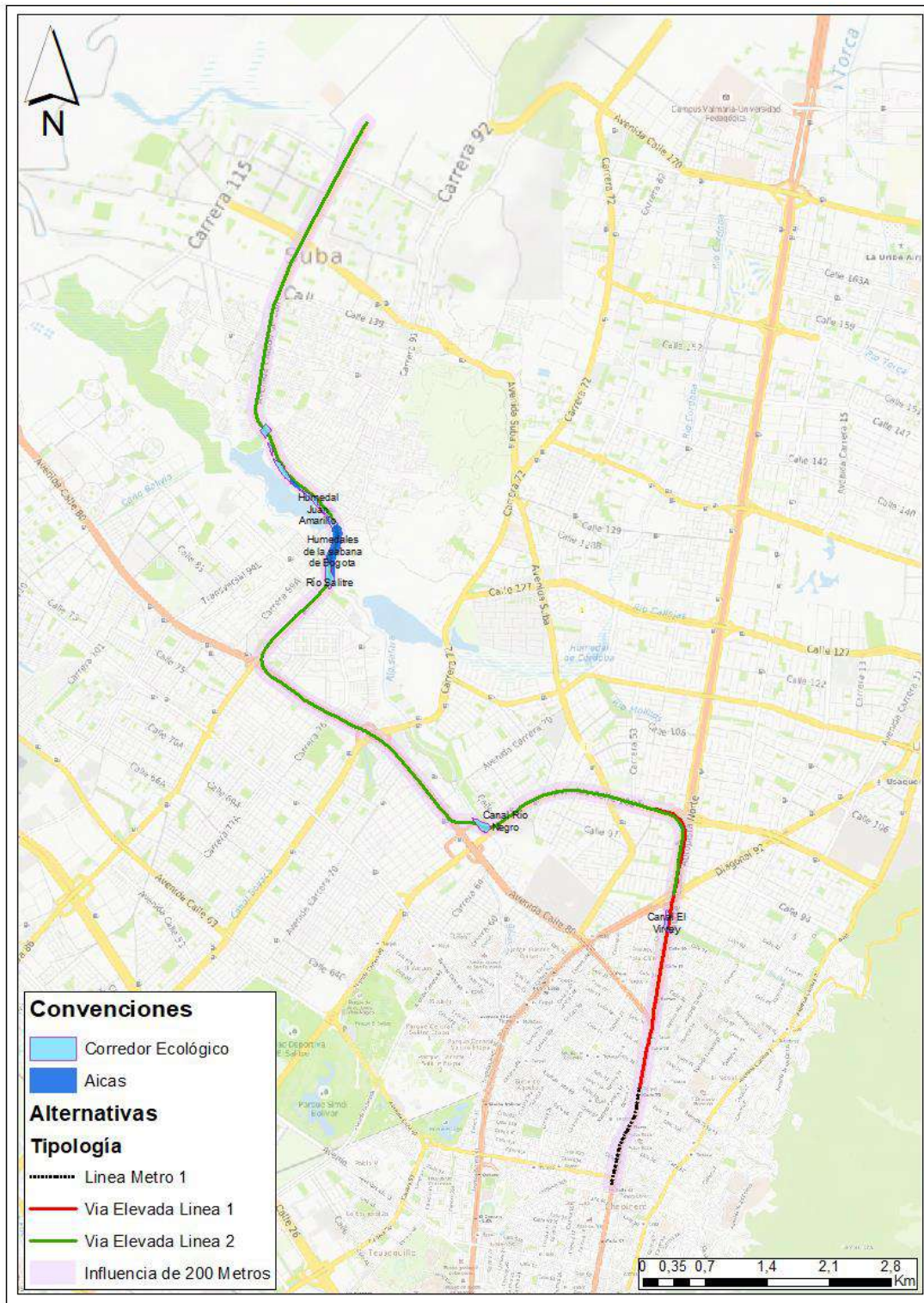
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.62 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)



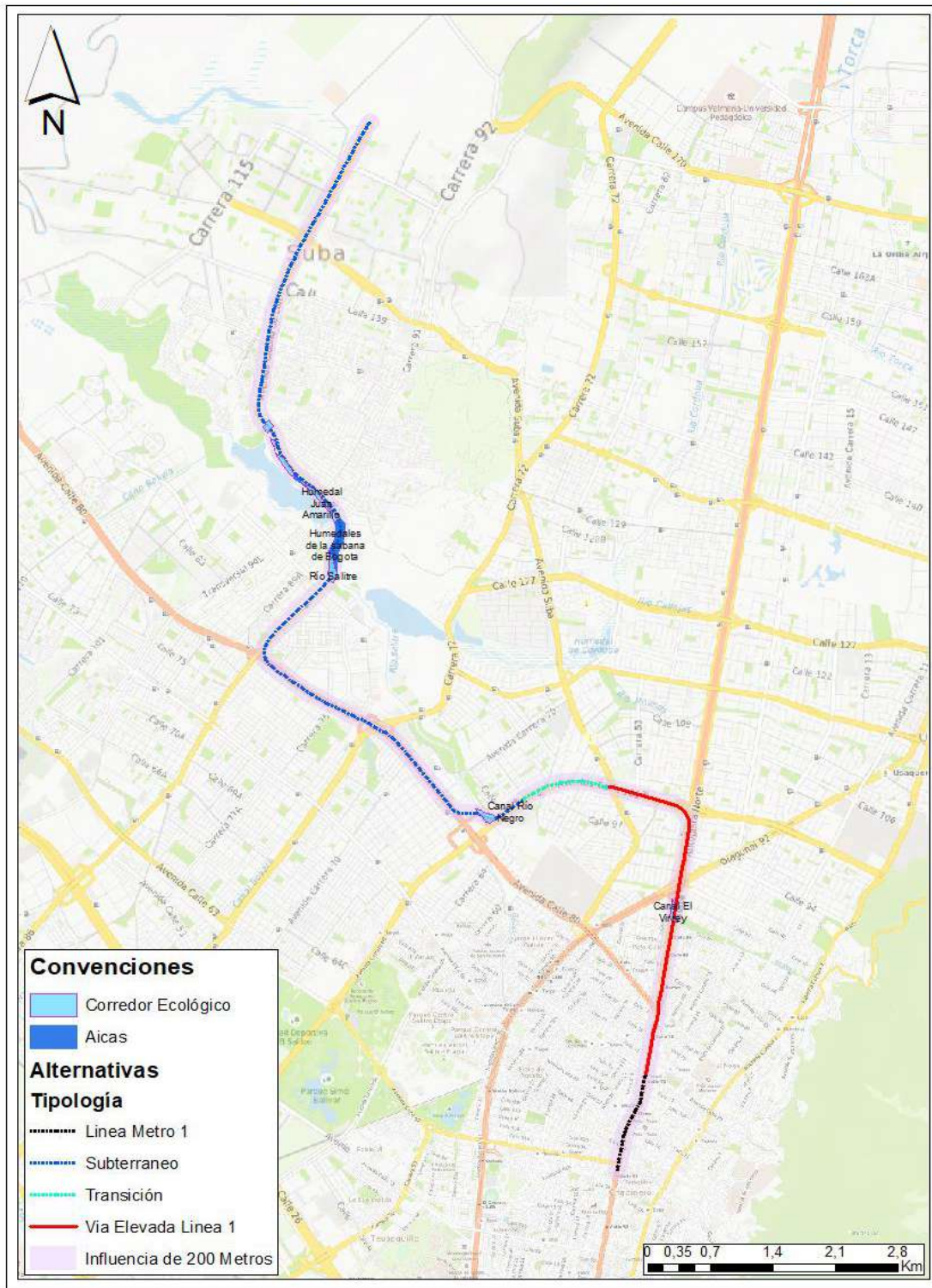
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.63 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



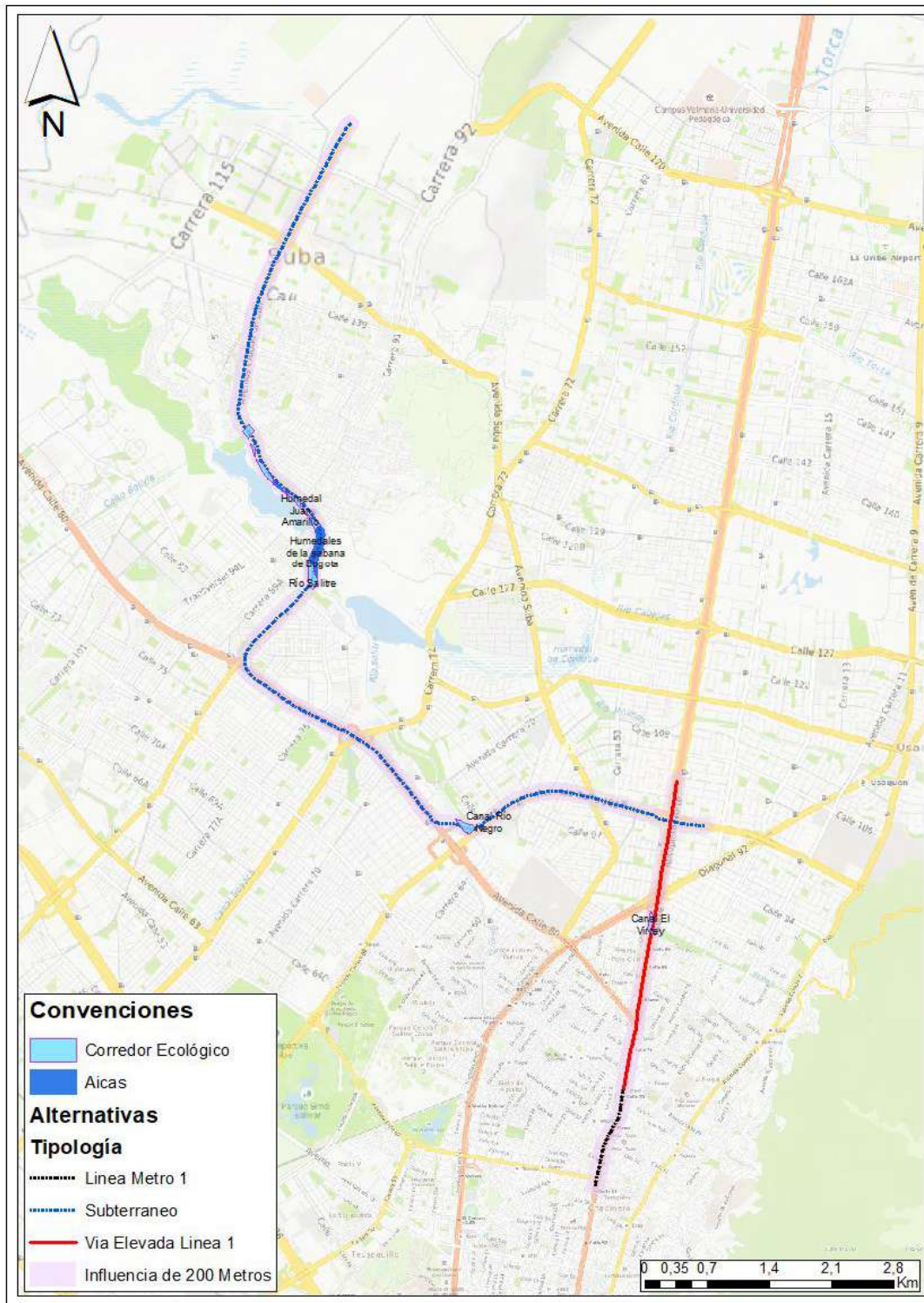
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.64 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



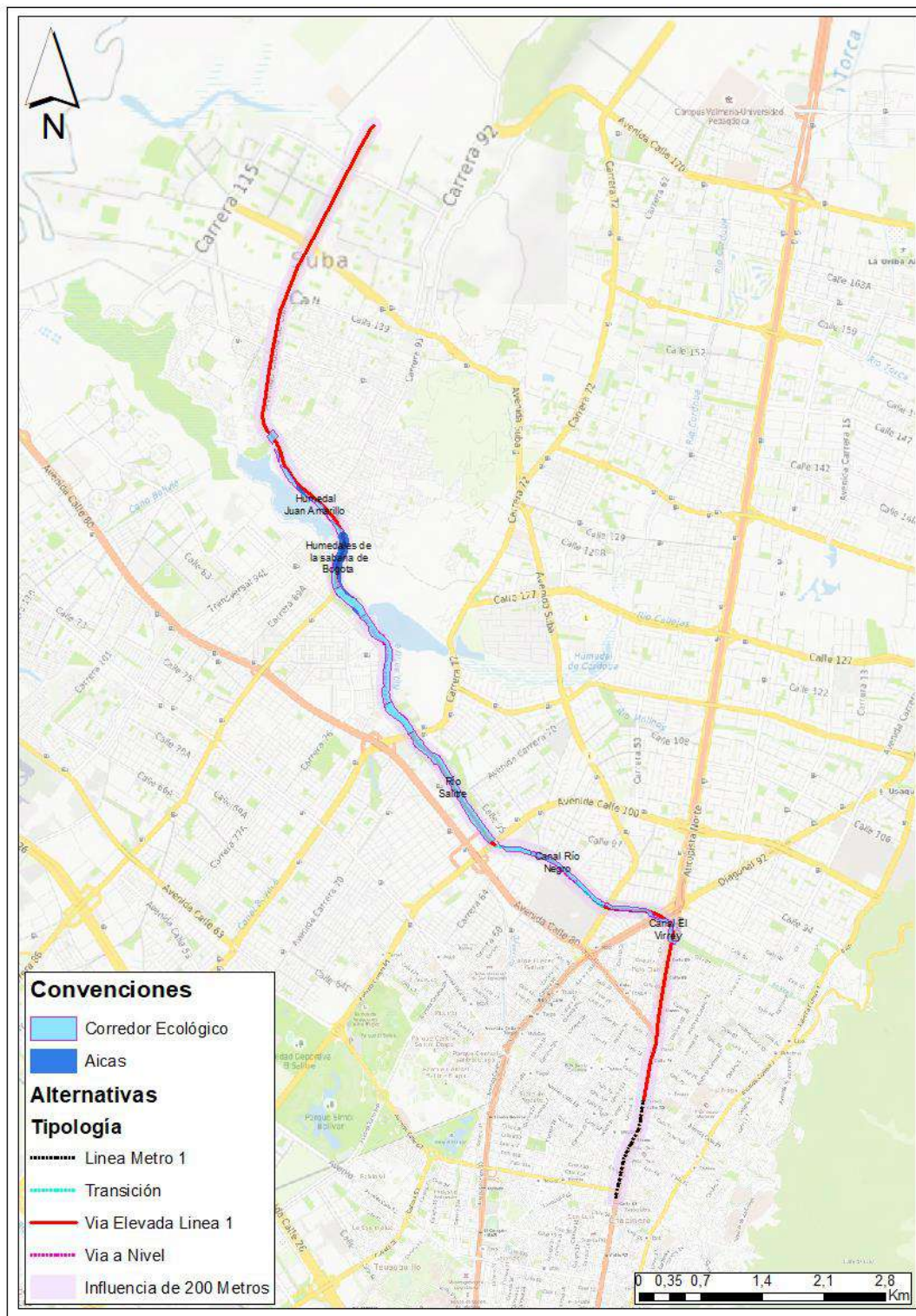
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.65 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali Subterránea (Línea nueva)



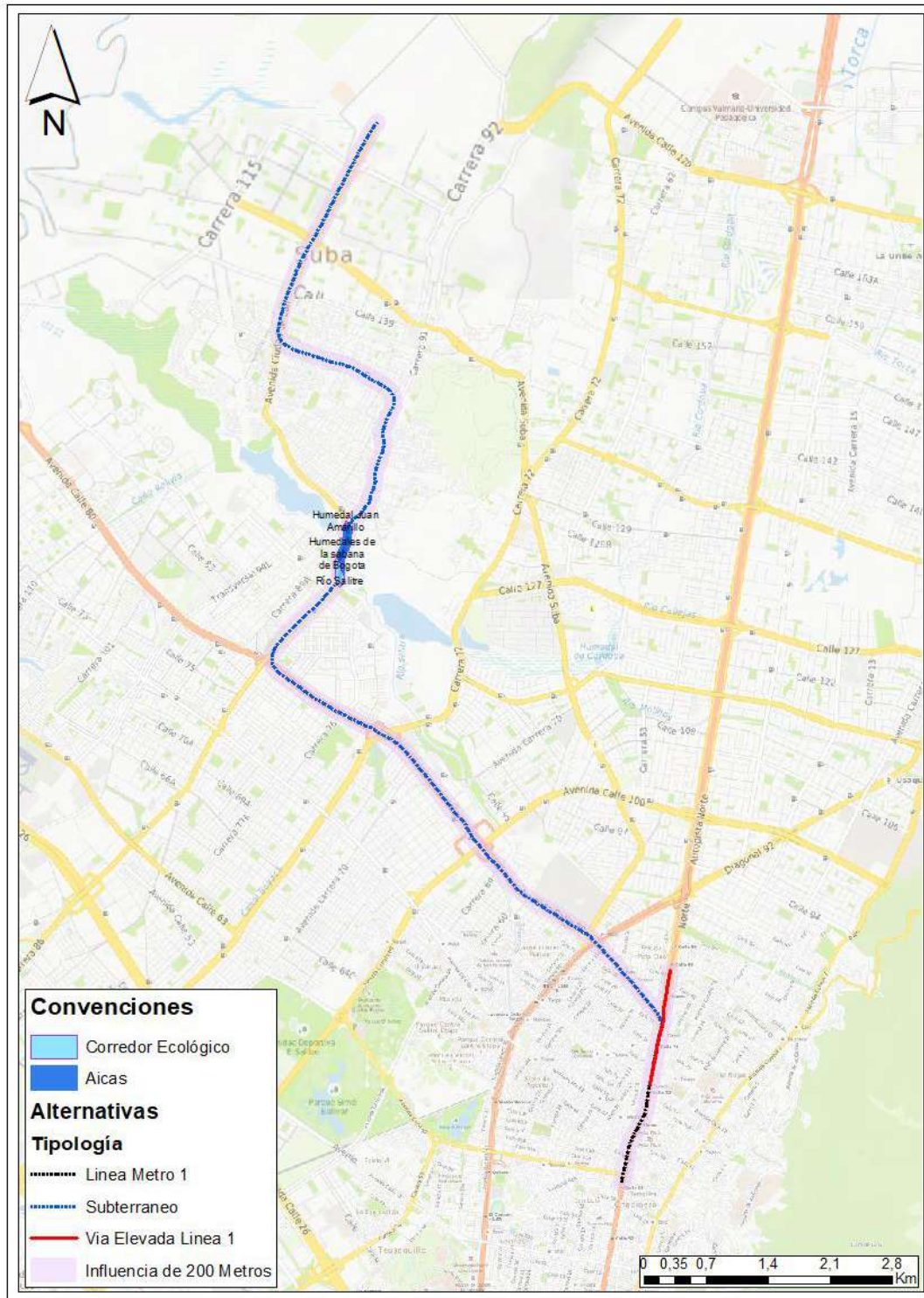
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.66 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali - Elevada (Extensión)



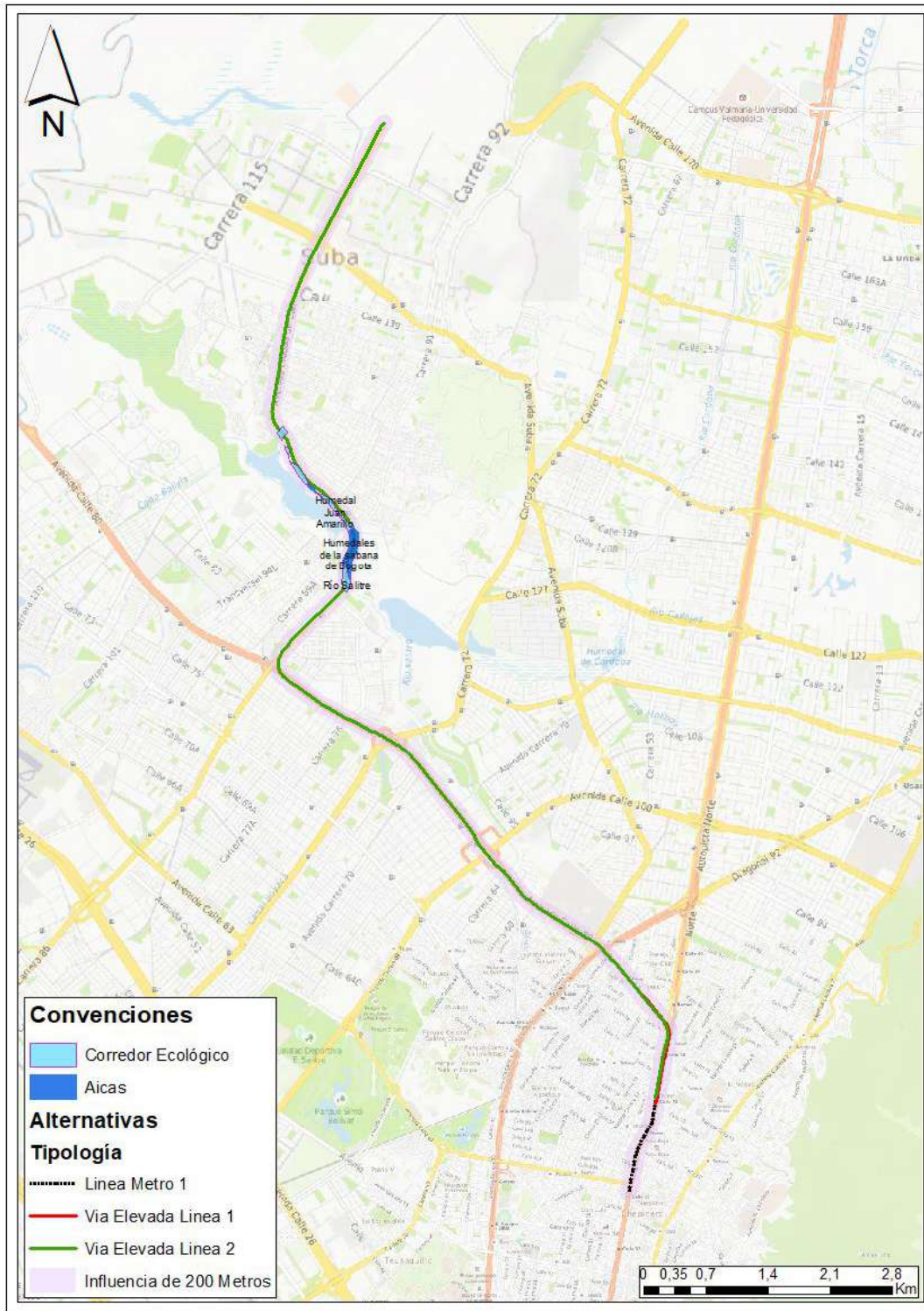
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.67 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



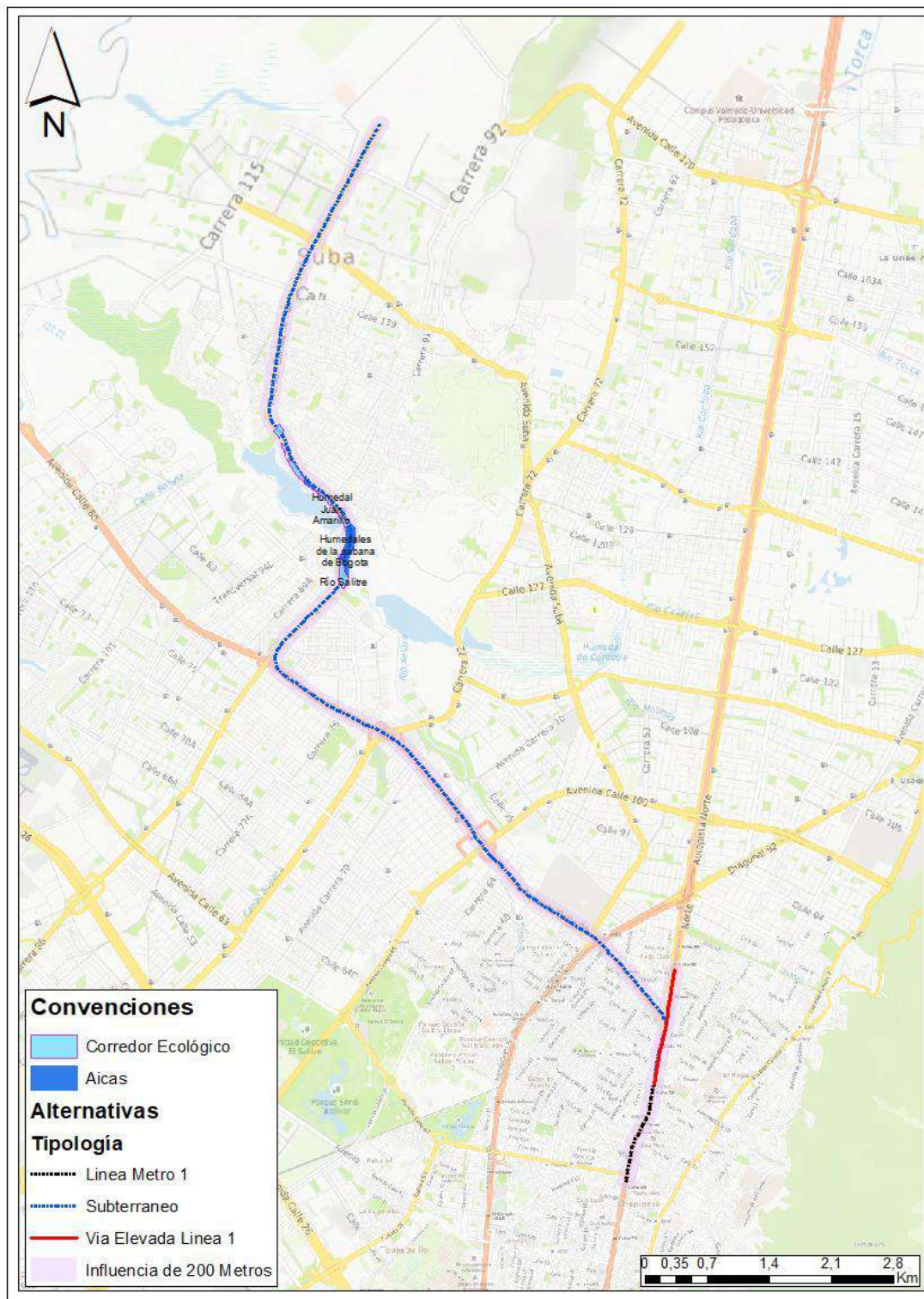
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.68 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



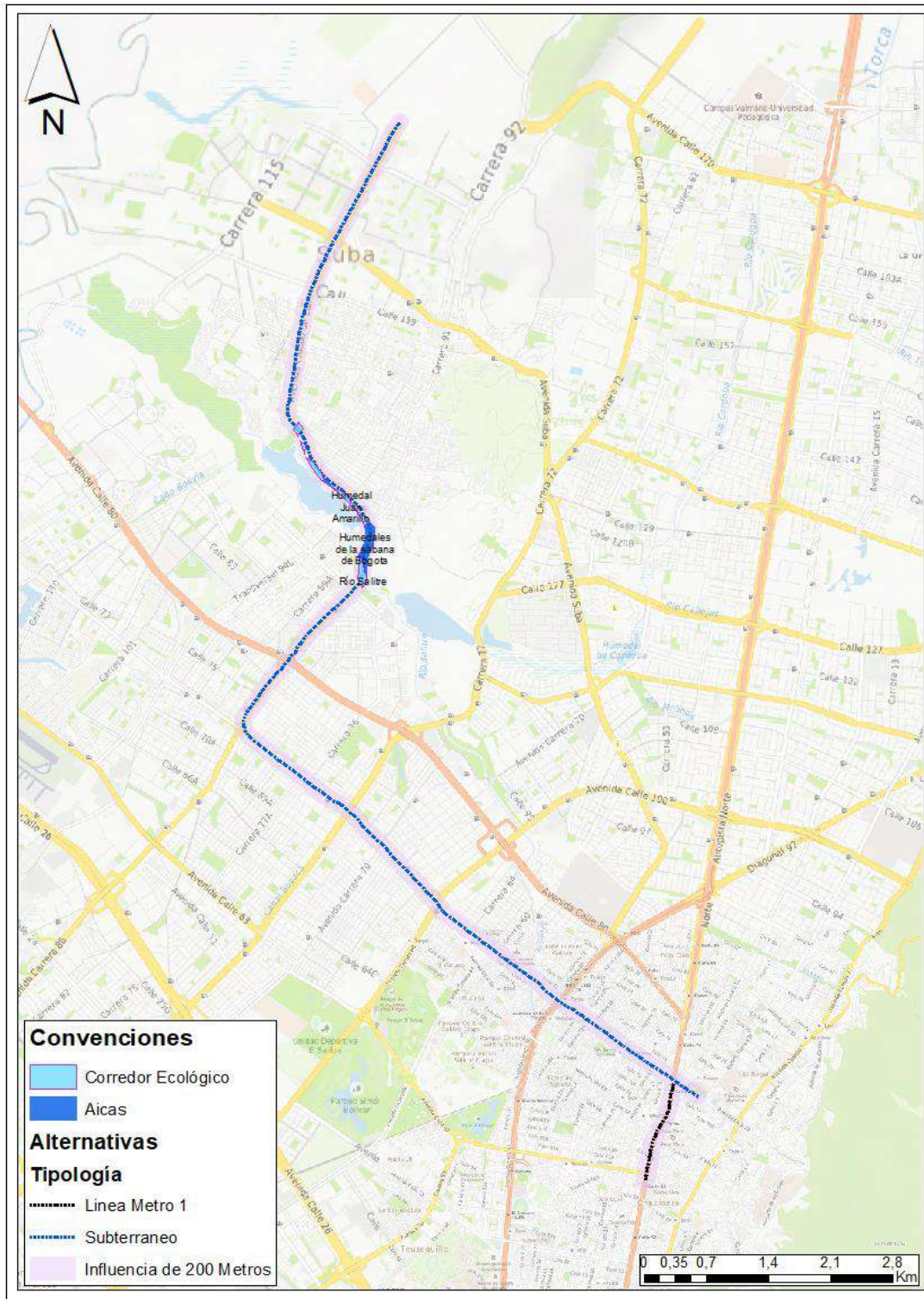
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.69 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.70 Cruce con zonas de importancia en biodiversidad alternativa 2.13. Calle 72 – Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.33 Así mismo, se procedió a realizar igualmente la superposición de la capa de arbolado urbano del SIGAU, identificando el número de árboles presentes en cada una de las alternativas con la finalidad de calcular el área de arbolado, se tomó un área promedio para cada árbol de 4m y se multiplicó por el total de árboles, obteniendo el área de arborización la cual se sumó a las áreas generadas en el cruce de las demás capas. En la siguiente tabla se presenta el resultado con el listado de árboles presentes en cada una de las alternativas. Tabla 4.10

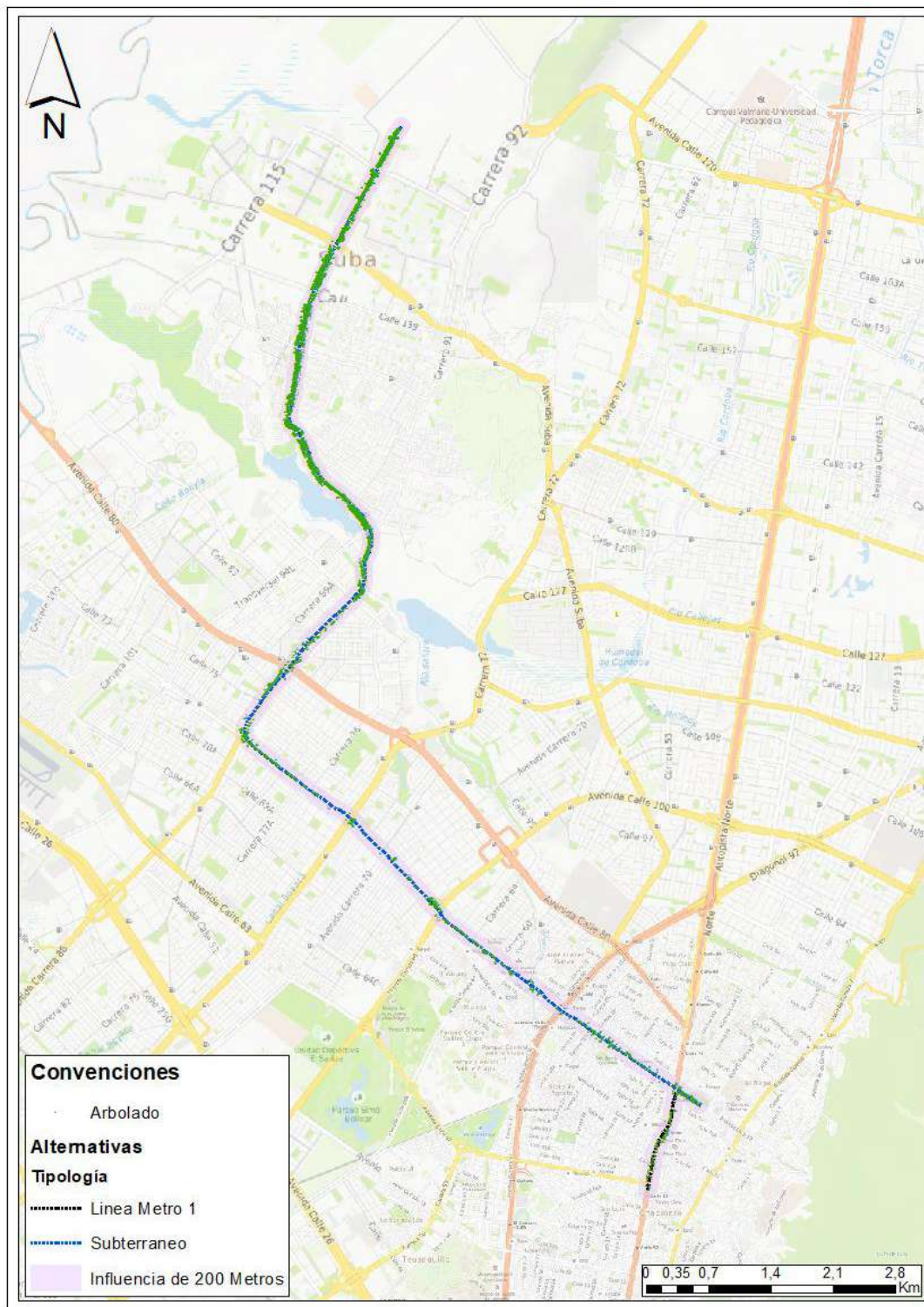
Tabla 4.10 Resultados cruce capa de arbolado urbano

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Arbolado (Un)	Área promedio por cada árbol (m ²)	Área total arbolado (Ha)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	16028	4	6,41
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	17382	4	6,95
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	16360	4	6,54
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	16841	4	6,74
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	16360	4	6,54
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16956	4	6,78
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	17209	4	6,88
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	19804	4	7,92
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	11031	4	4,41
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	11261	4	4,50
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	13970	4	5,59
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	14200	4	5,68
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	10115	4	4,05
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	10117	4	4,05

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.34 En la siguiente Figura 4.72 se presenta la alternativa con mejor puntuación, alternativa 2.13 Calle 72–Av. Cali - Subterránea (Línea nueva), la cual tiene la menor área de arbolado urbano (4,05 Ha) y por tanto la mejor calificación.

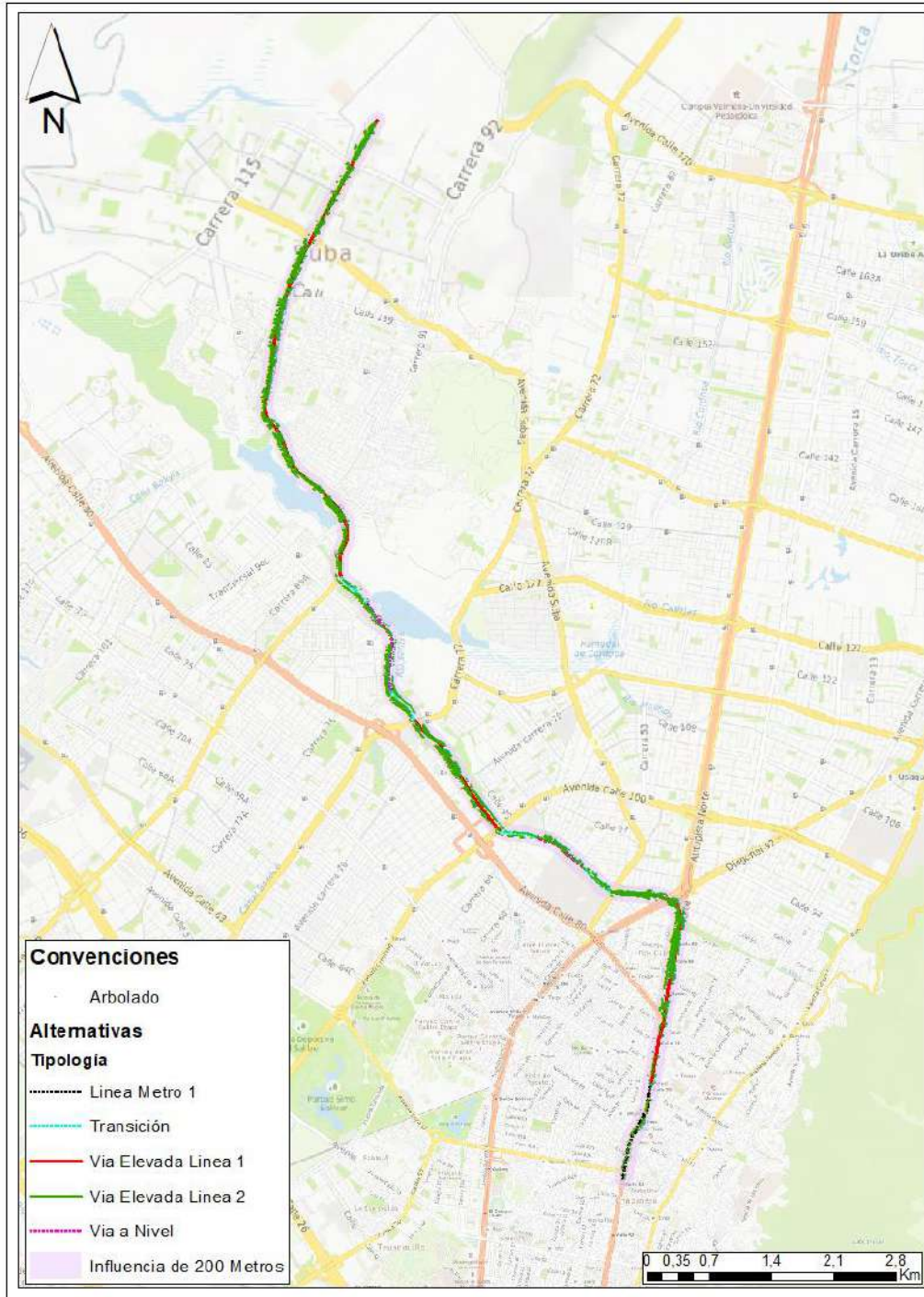
Figura 4.72 Cruce de zonas de importancia de arbolado urbano alternativa 2.13. Calle 72–Av. Cali - Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.35 En la Figura 4.73 se presenta la alternativa con menor puntuación. Alternativa 2.08 Canal Rionegro–Av. Cali, elevada (línea nueva), la cual tiene el mayor cruce arbolado urbano (7,92 Ha) y por tanto la menor calificación.

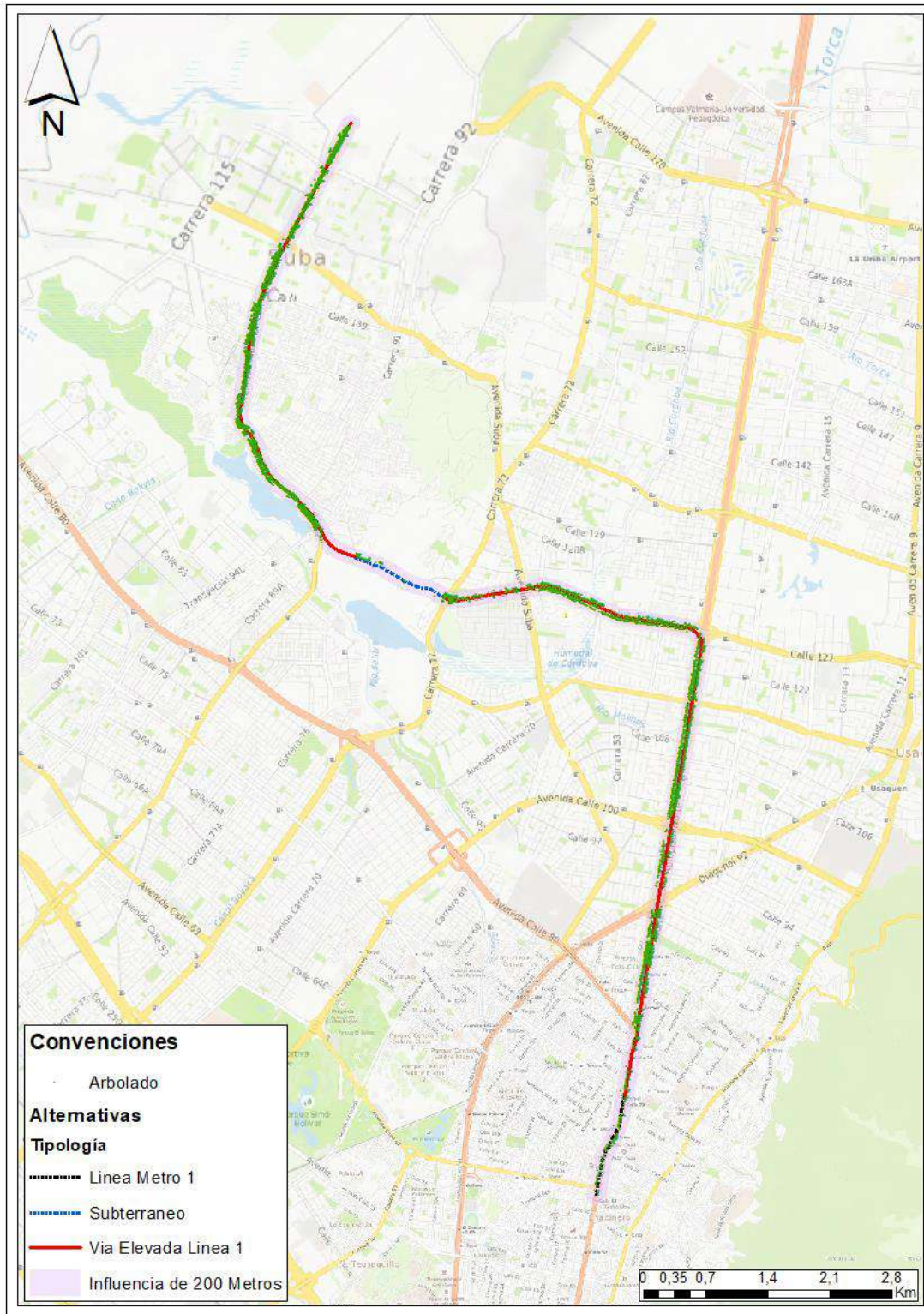
Figura 4.73 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.08. Canal Rionegro–Av. Cali, elevada (línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

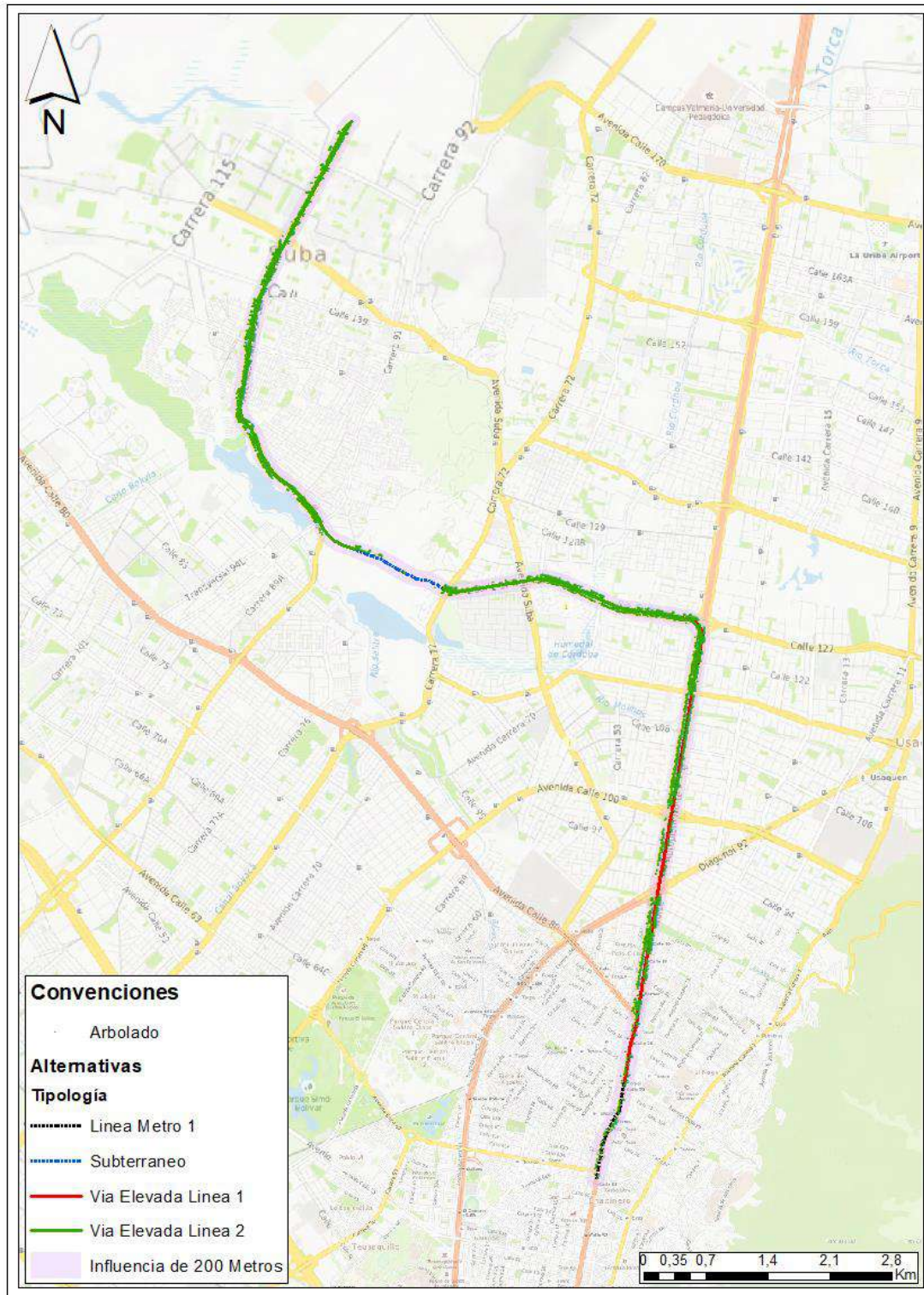
4.36 En las siguientes Figuras (4.74 a 4.85) se presenta el cruce arbolado urbano para las alternativas restantes.

Figura 4.74 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)



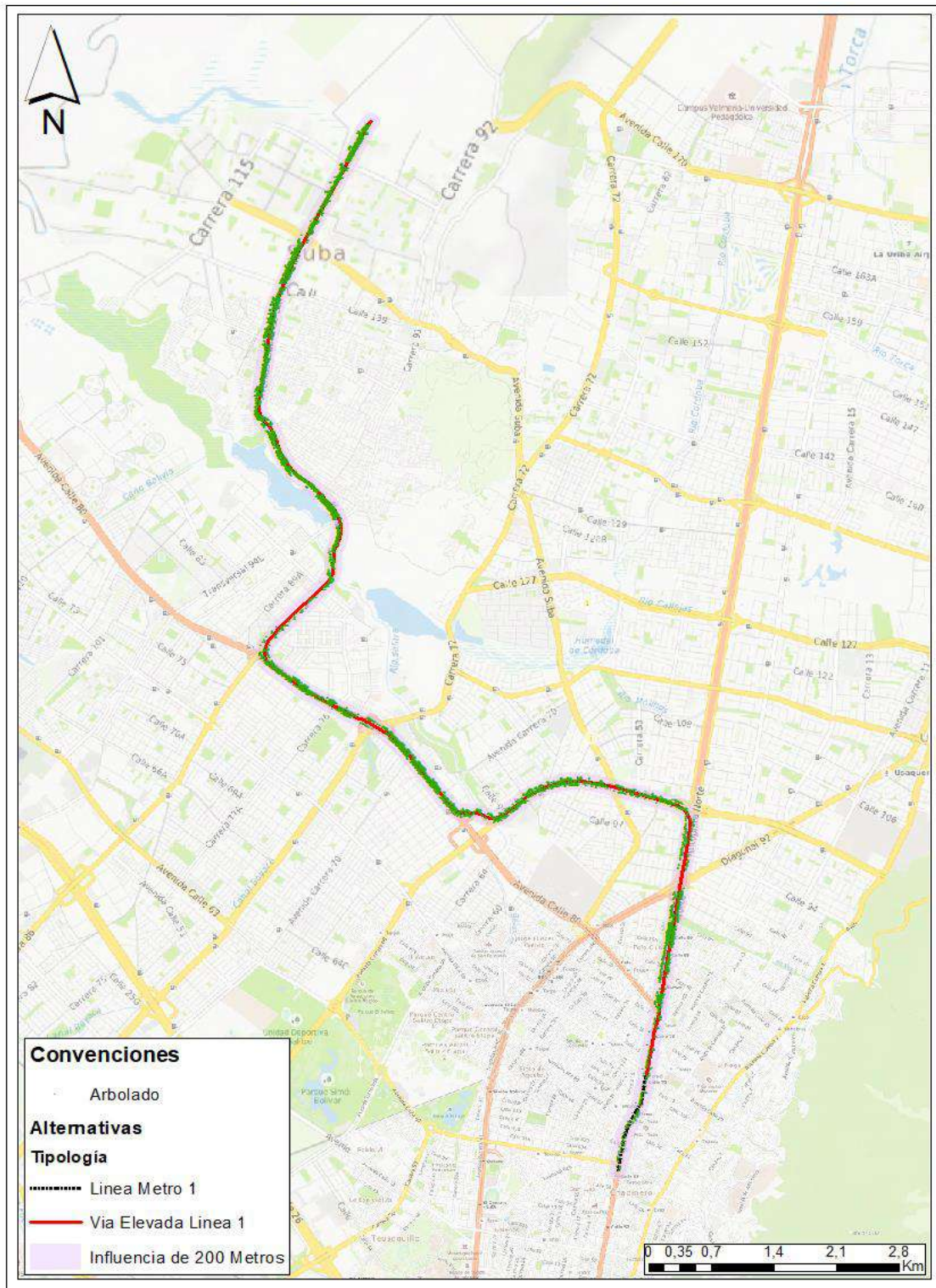
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.75 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



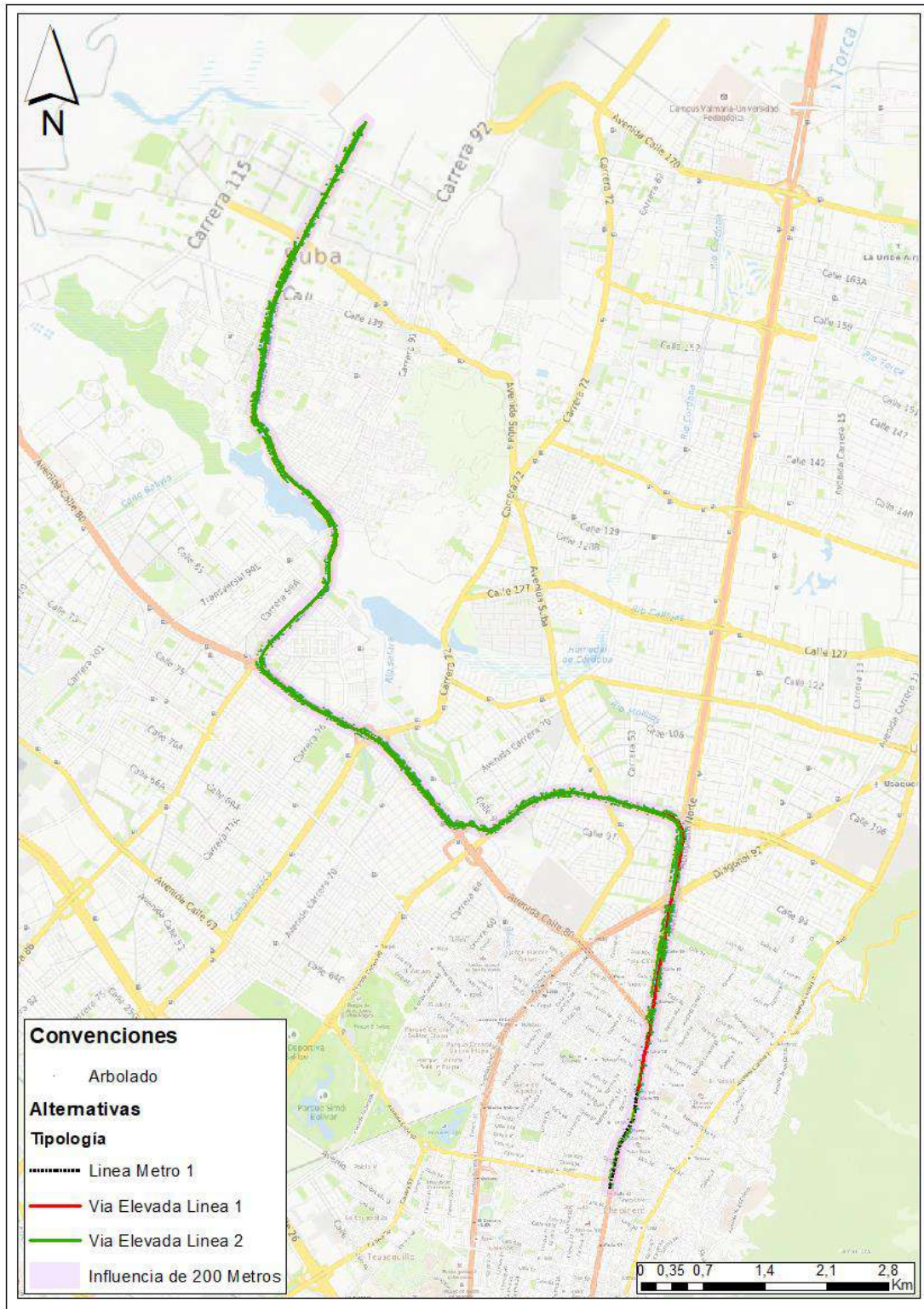
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.76 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión)



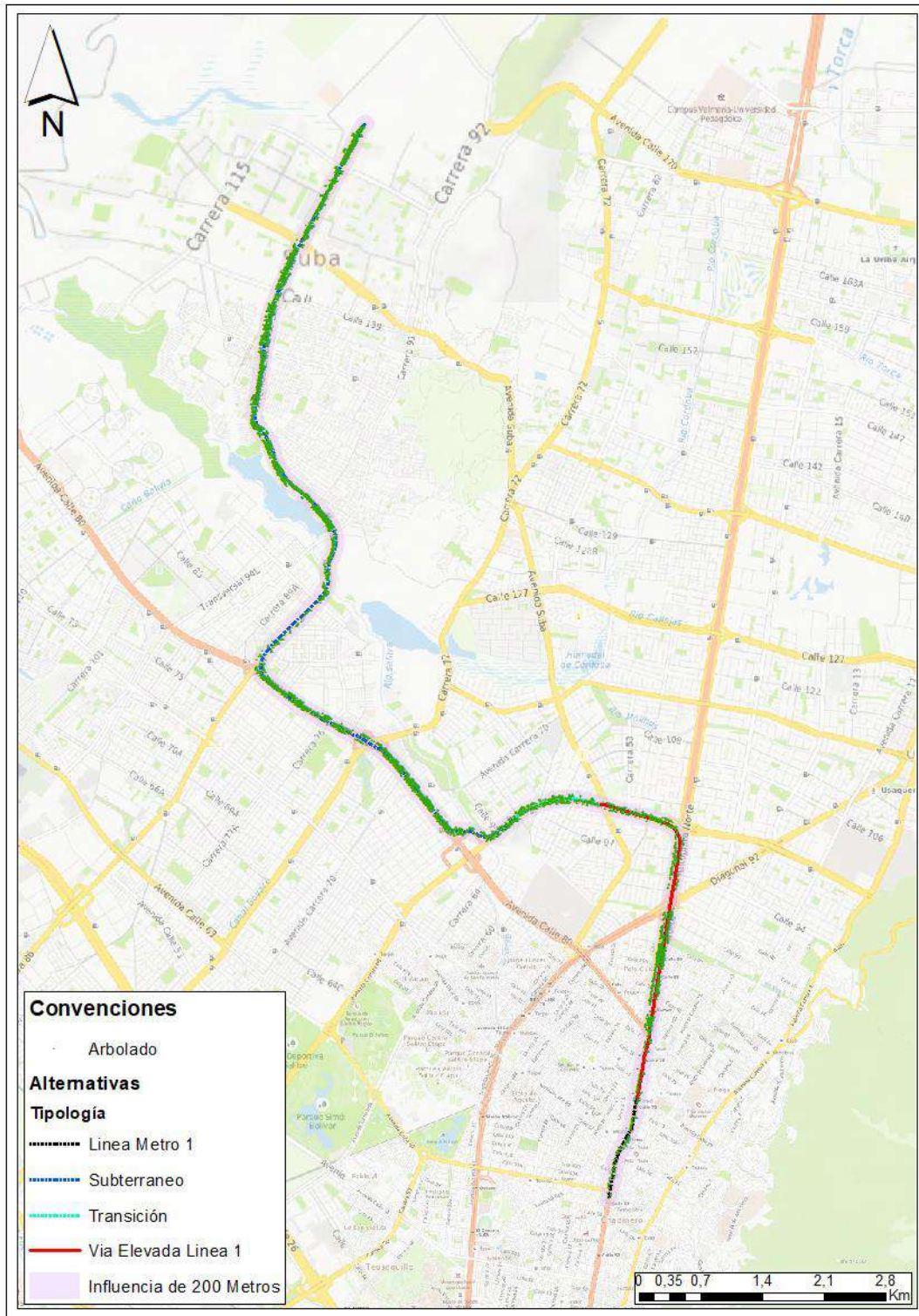
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.77 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



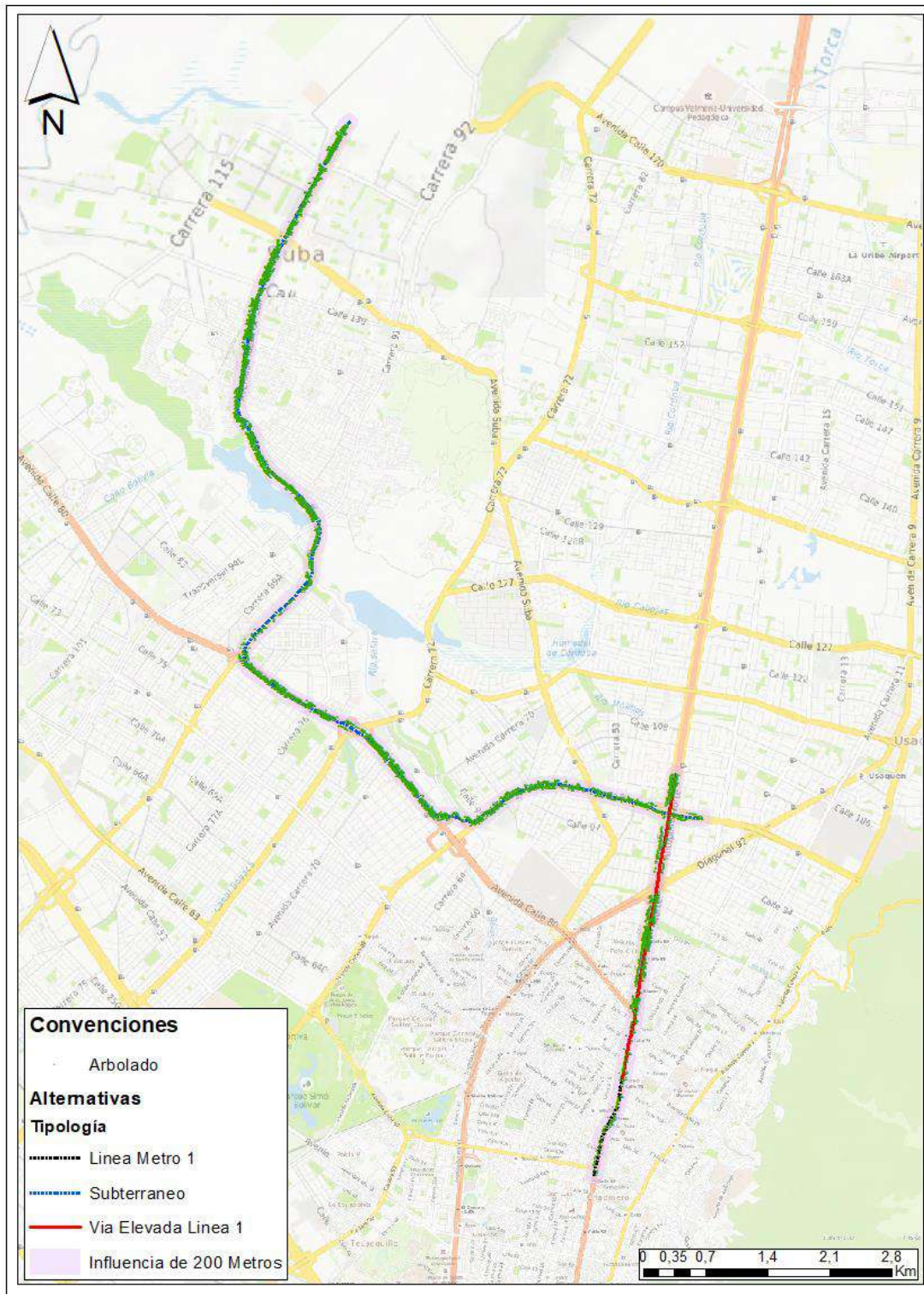
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.78 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



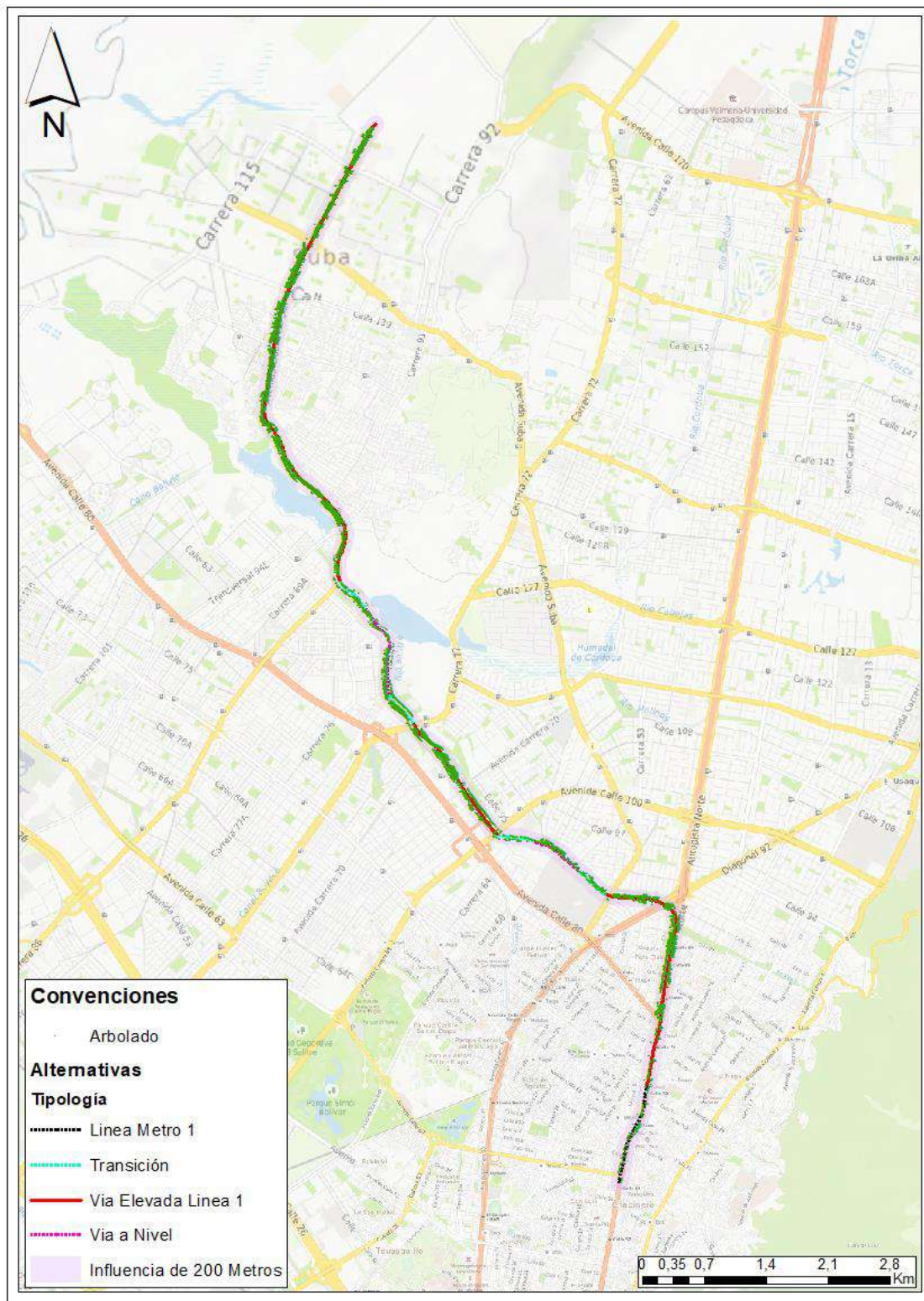
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.79 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



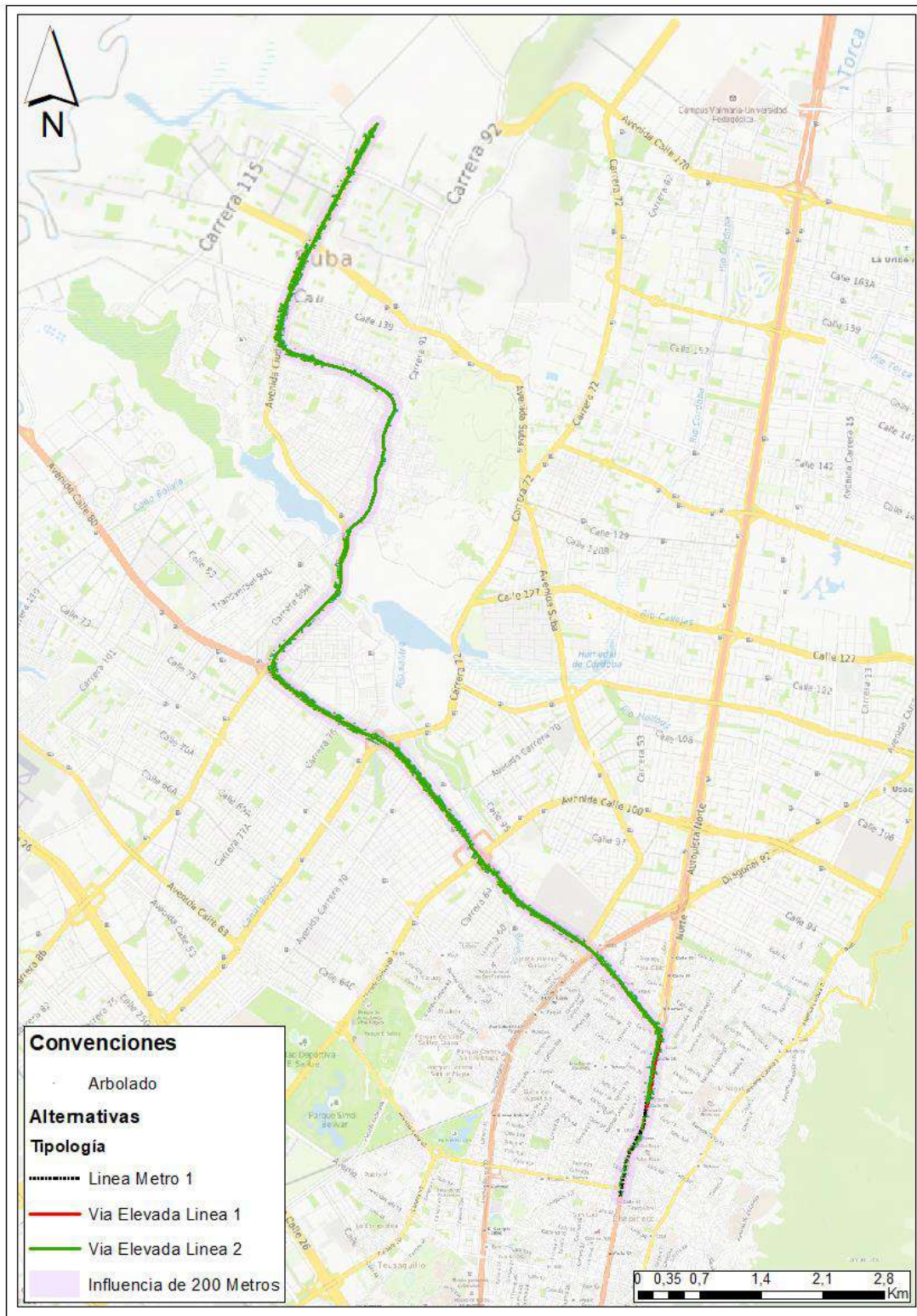
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.80 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Extensión)



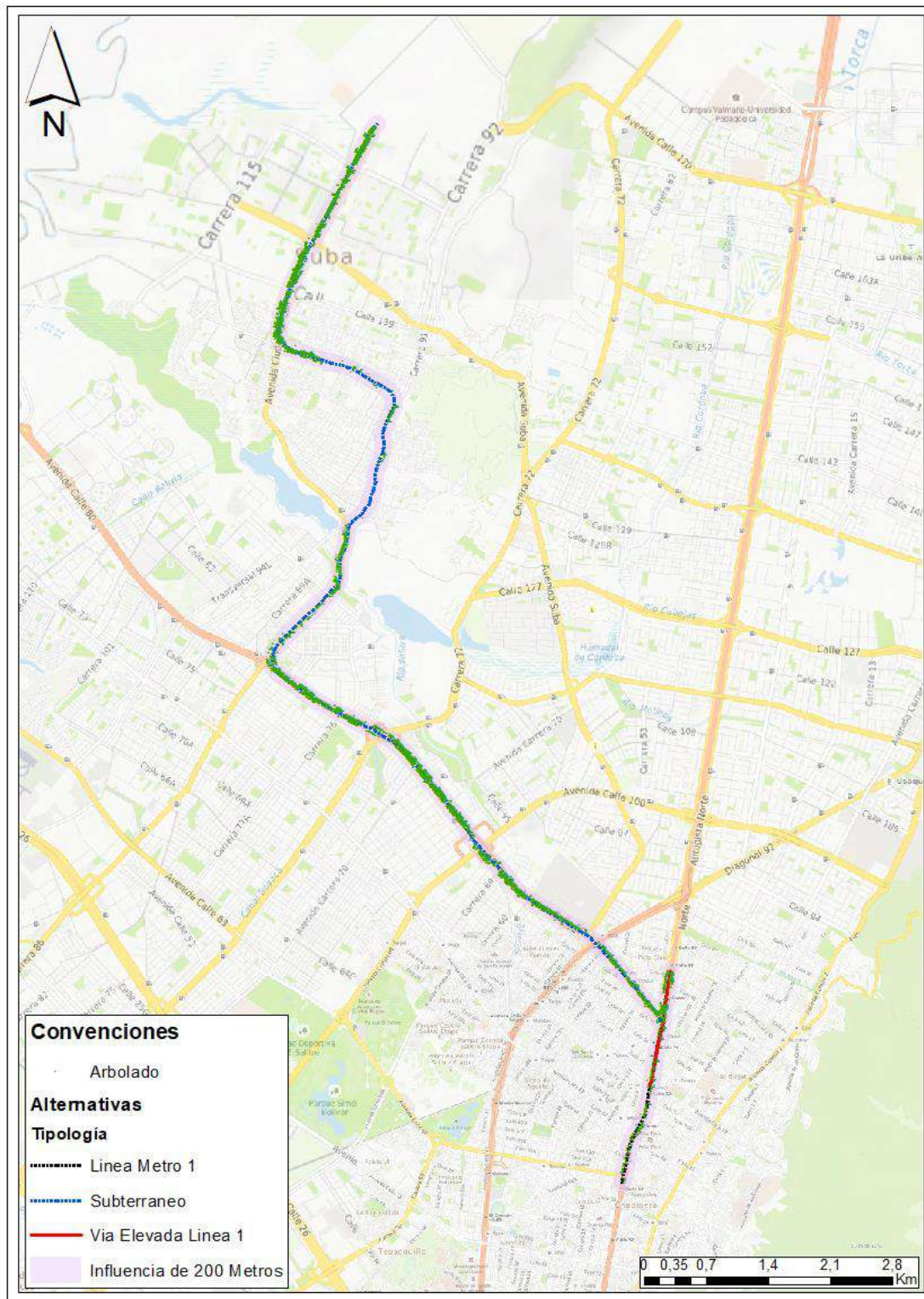
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.81 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva)



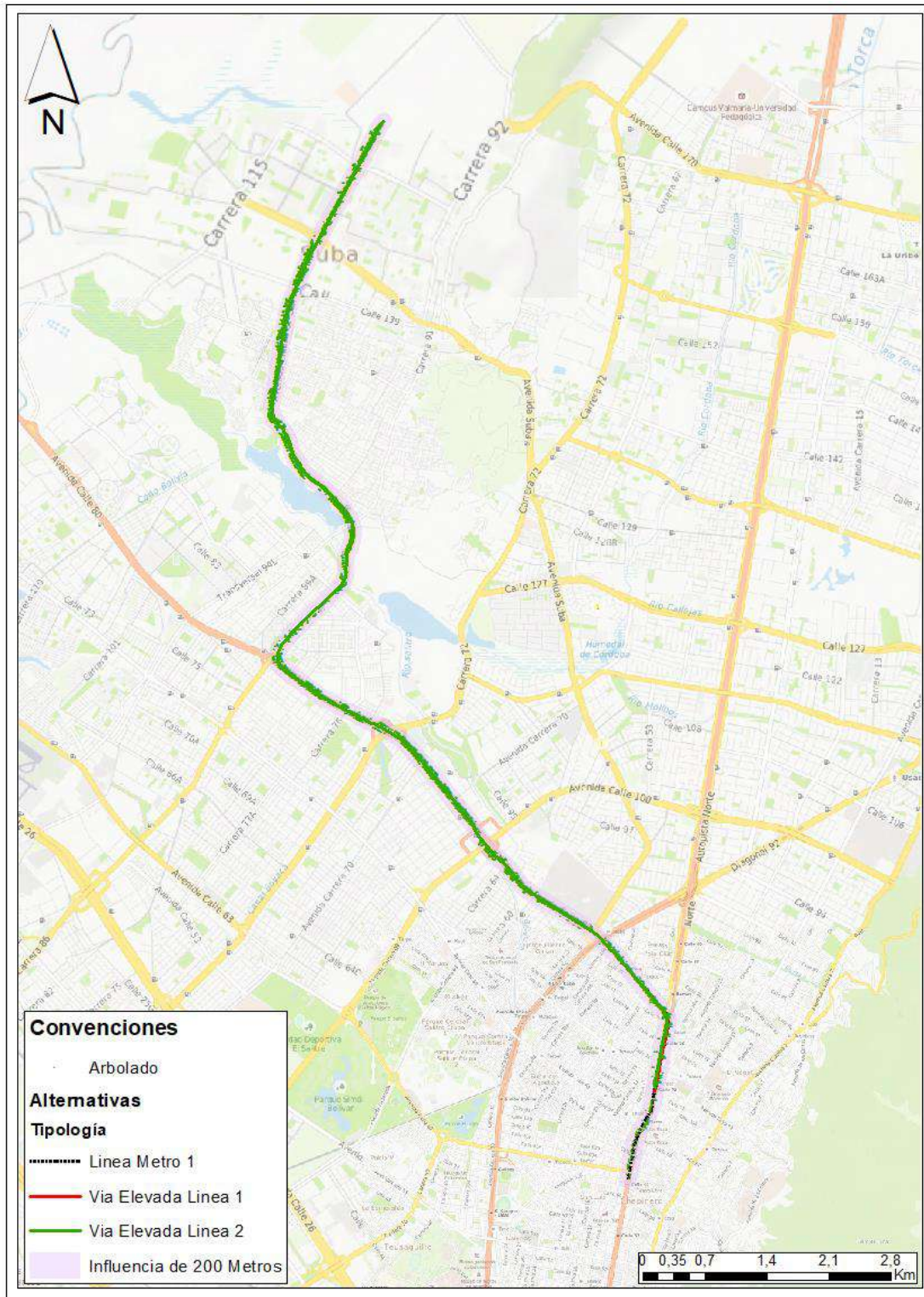
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.82 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



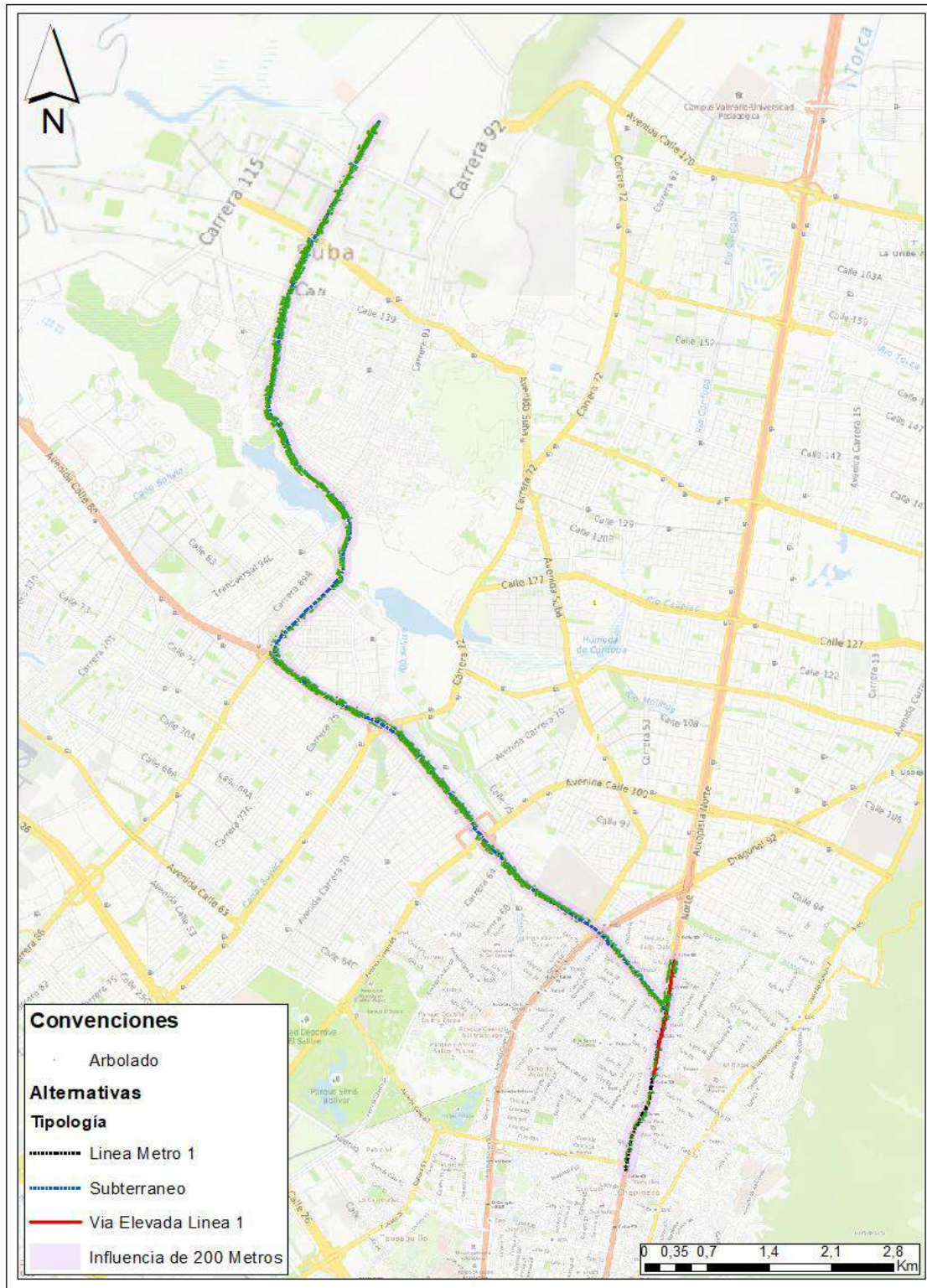
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.83 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



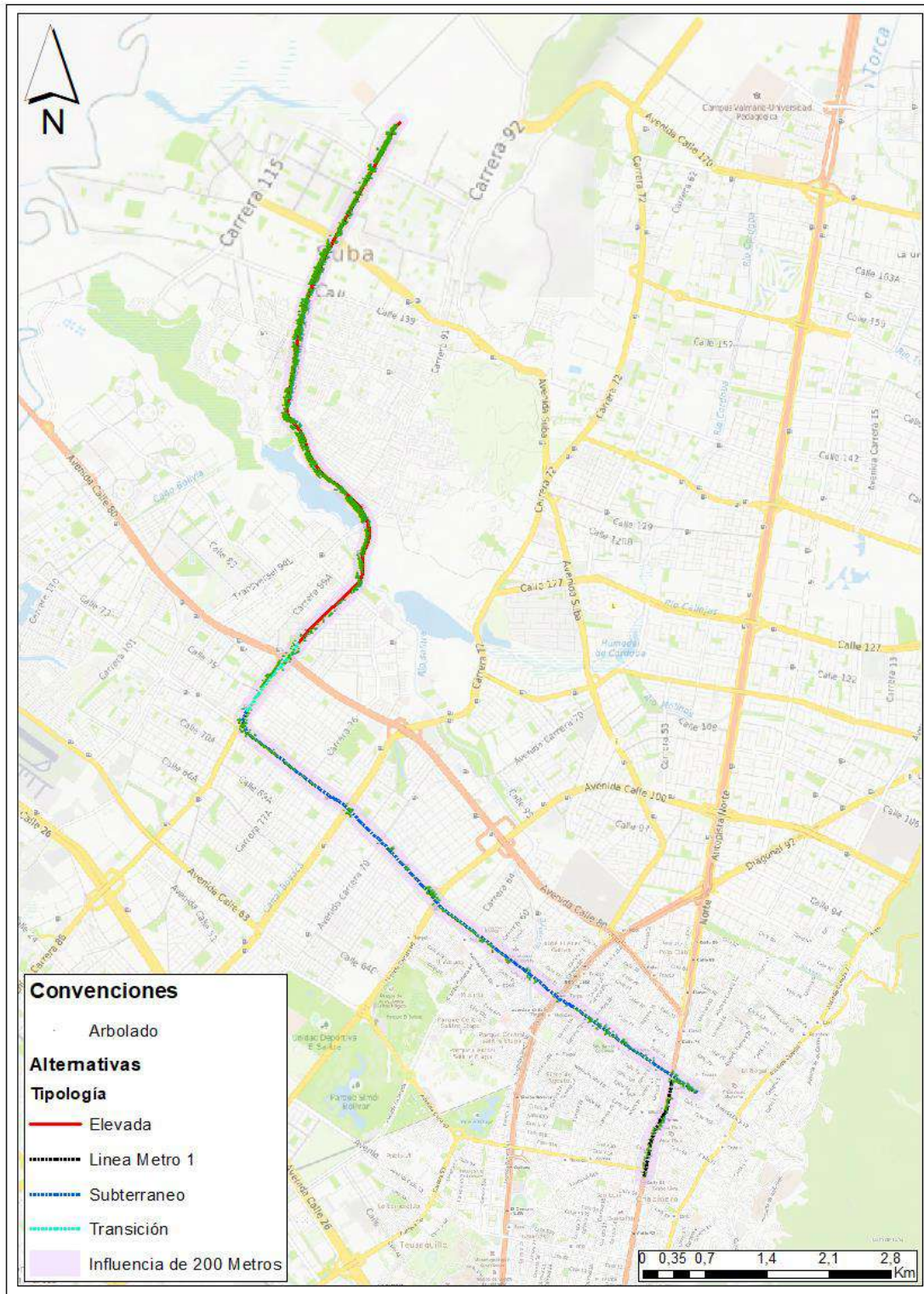
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.84 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.85 Cruce con arbolado urbano alternativa 2.14. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva-extensión cl 100)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Ruido Urbano**Identificación de receptores sensibles**

4.37 Se realizó el cruce de las alternativas con la cartografía de ruido suministrada por la SDA. A continuación, se presentan la calificación del indicador para las catorce (14) alternativas. Tabla 4.11

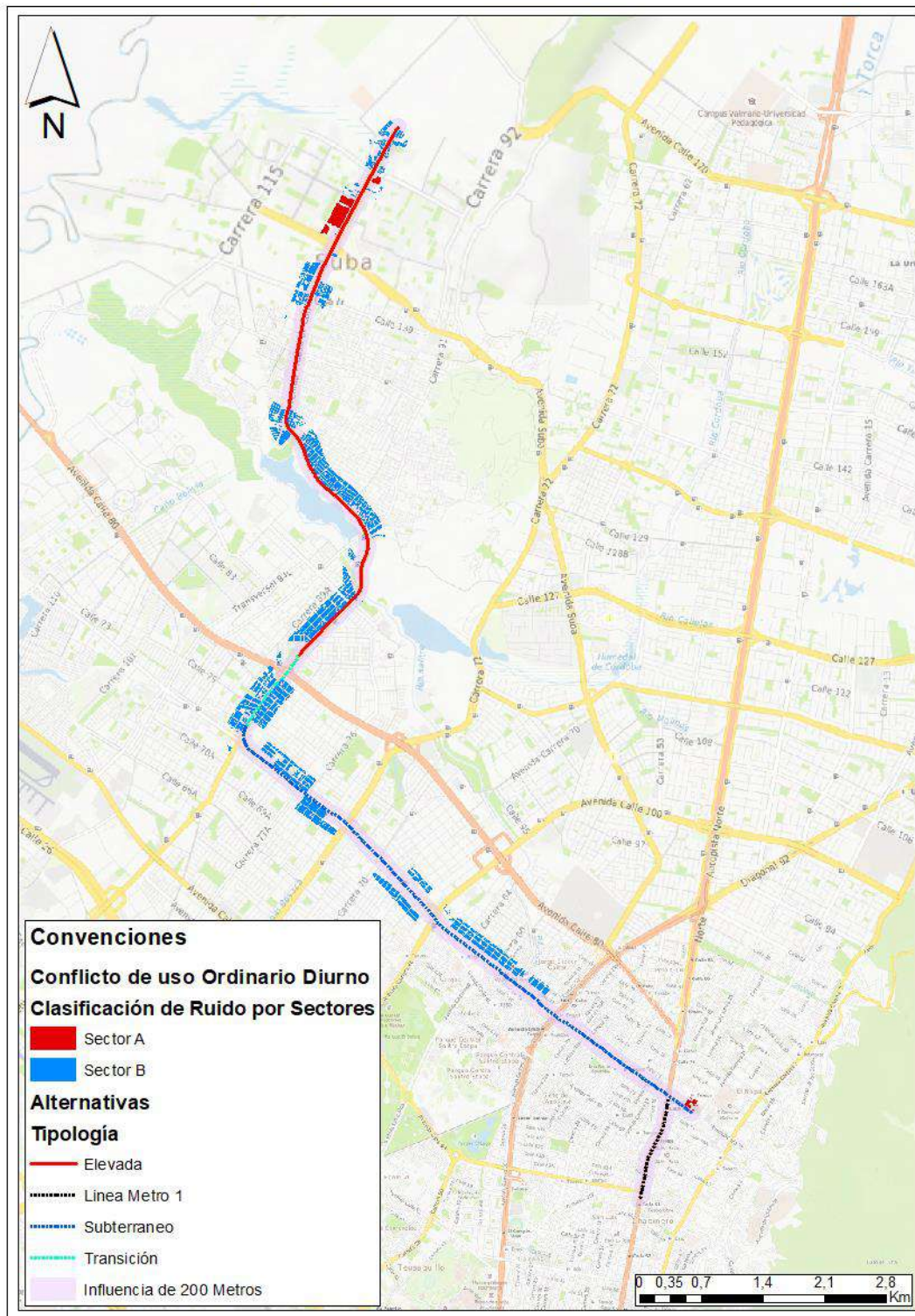
Tabla 4.11 Resultados del indicador Identificación de Receptores Sensibles

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Identificación de Receptores Sensibles
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	1,99
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2,59
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	3,41
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3,41
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	3,41
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4,01
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	1,81
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2,41
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	5,00
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	5,00
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,61
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4,61
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	1,52
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1,52

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.38 En la siguiente Figura 4.86 se presenta la alternativa con mejor puntuación, alternativa Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva), la cual tiene la menor afectación por el indicador de ruido (1,27) y por tanto la mejor calificación.

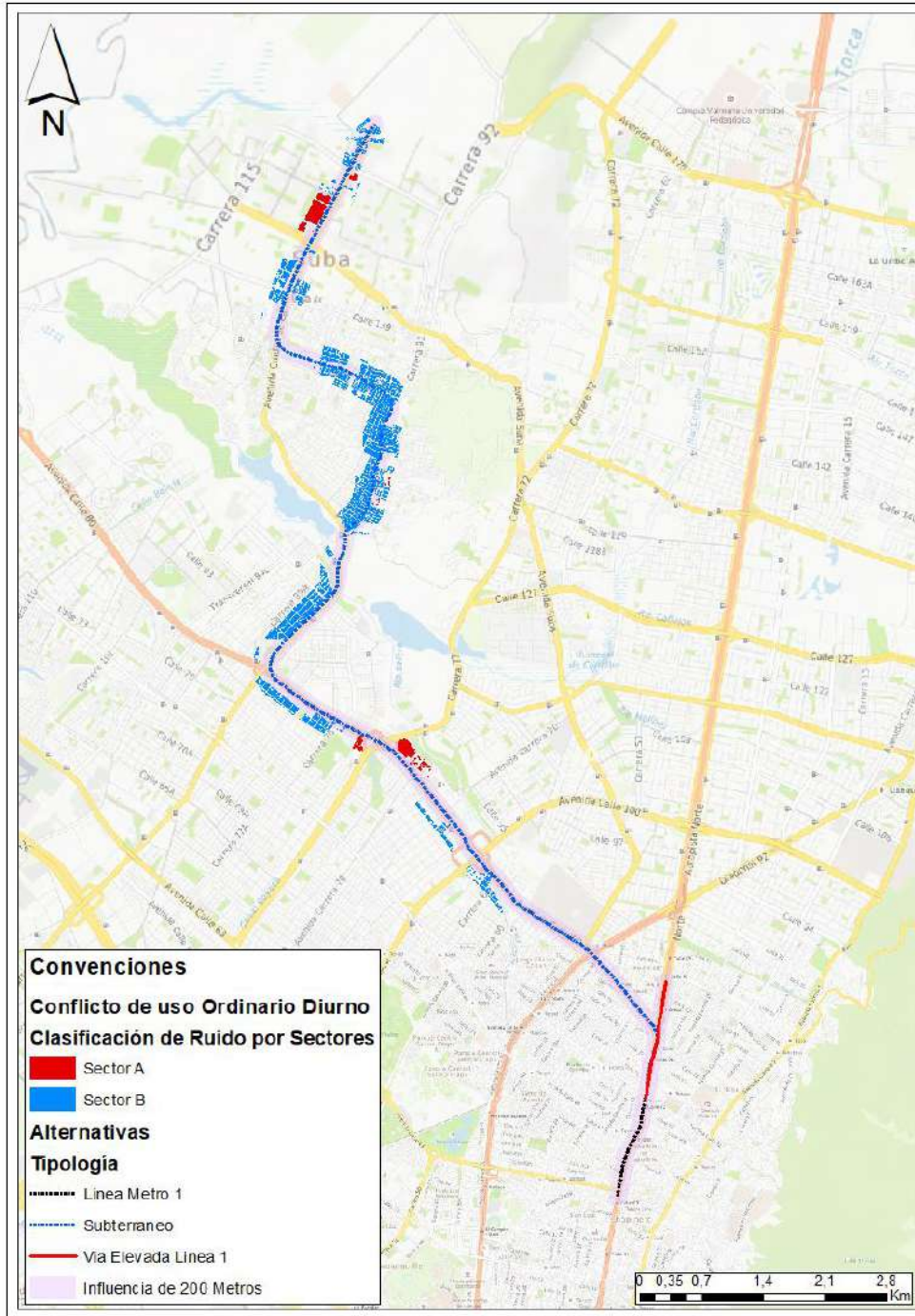
Figura 4.86 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.14 Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.39 En la Figura 4.87 se presenta la alternativa con menor puntuación de la alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva), la cual tiene la menor afectación por el indicador de ruido (4,01) y por tanto la menor calificación.

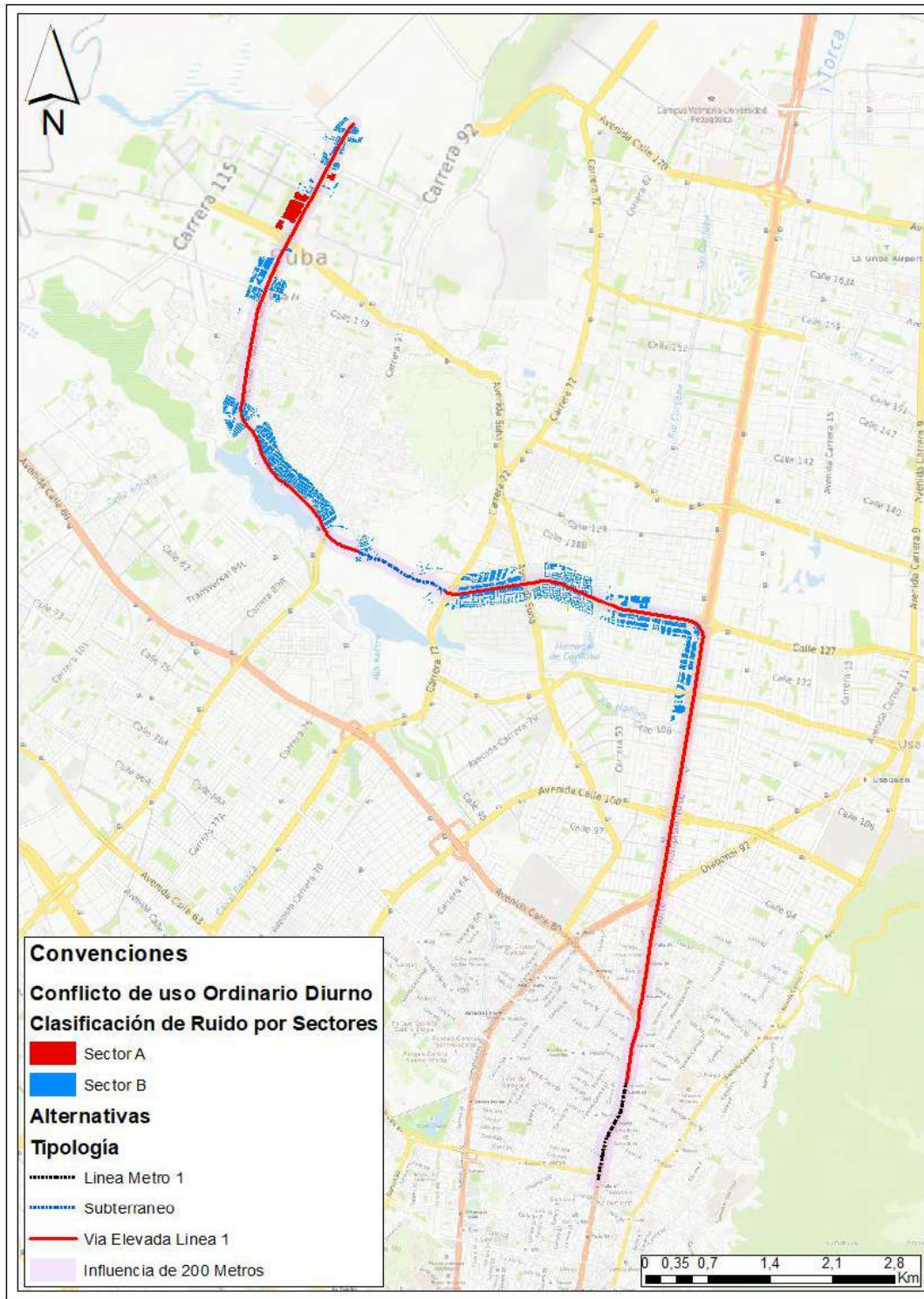
Figura 4.87 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

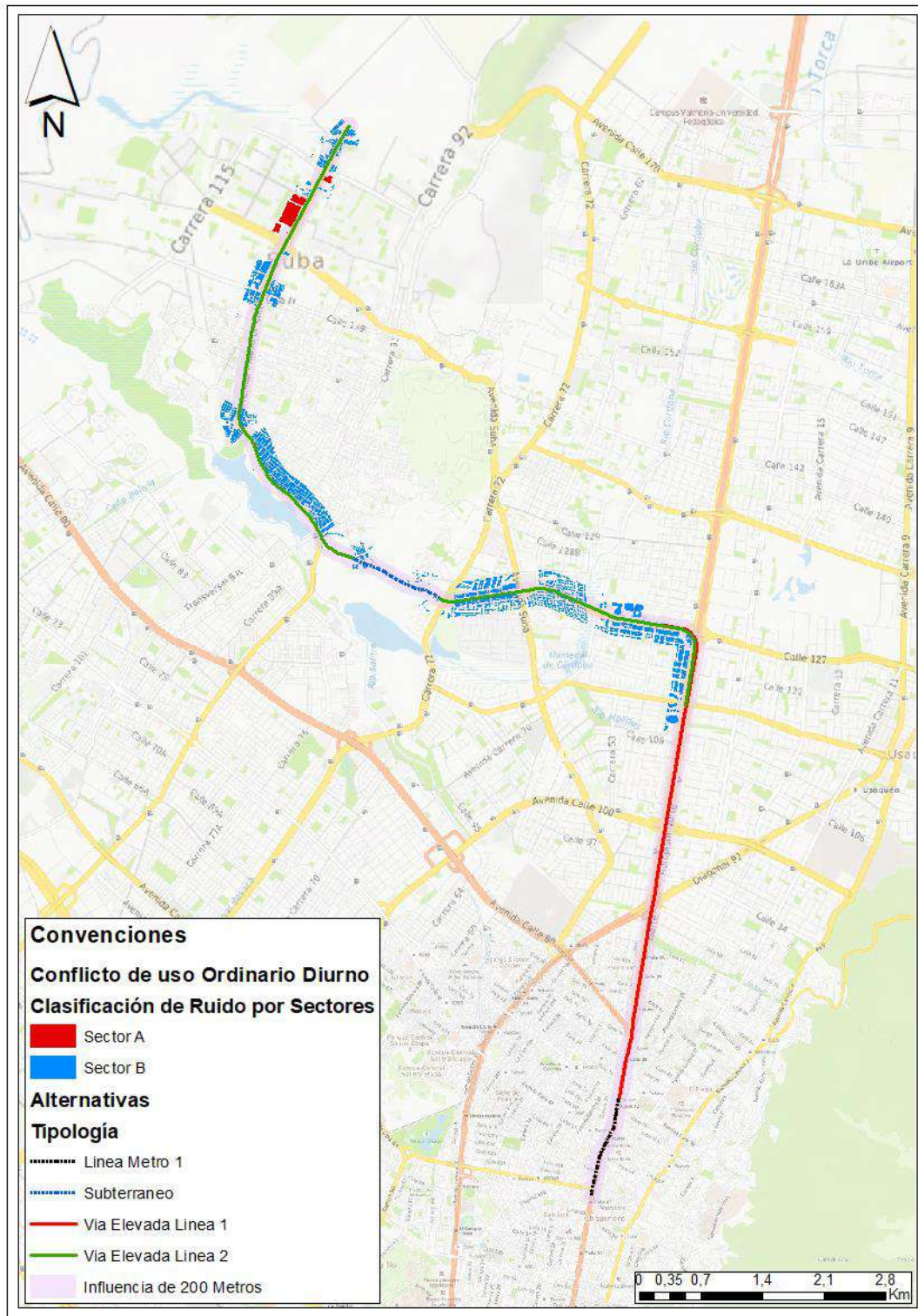
- 4.40 En las siguientes figuras (4.88 a 4.99) se presenta el cruce con la clasificación por sectores de ruido para las alternativas restantes.

Figura 4.88 Identificación de Receptores Sensibles. 2.01. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Extensión)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.89 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali - Mixta (Línea nueva)



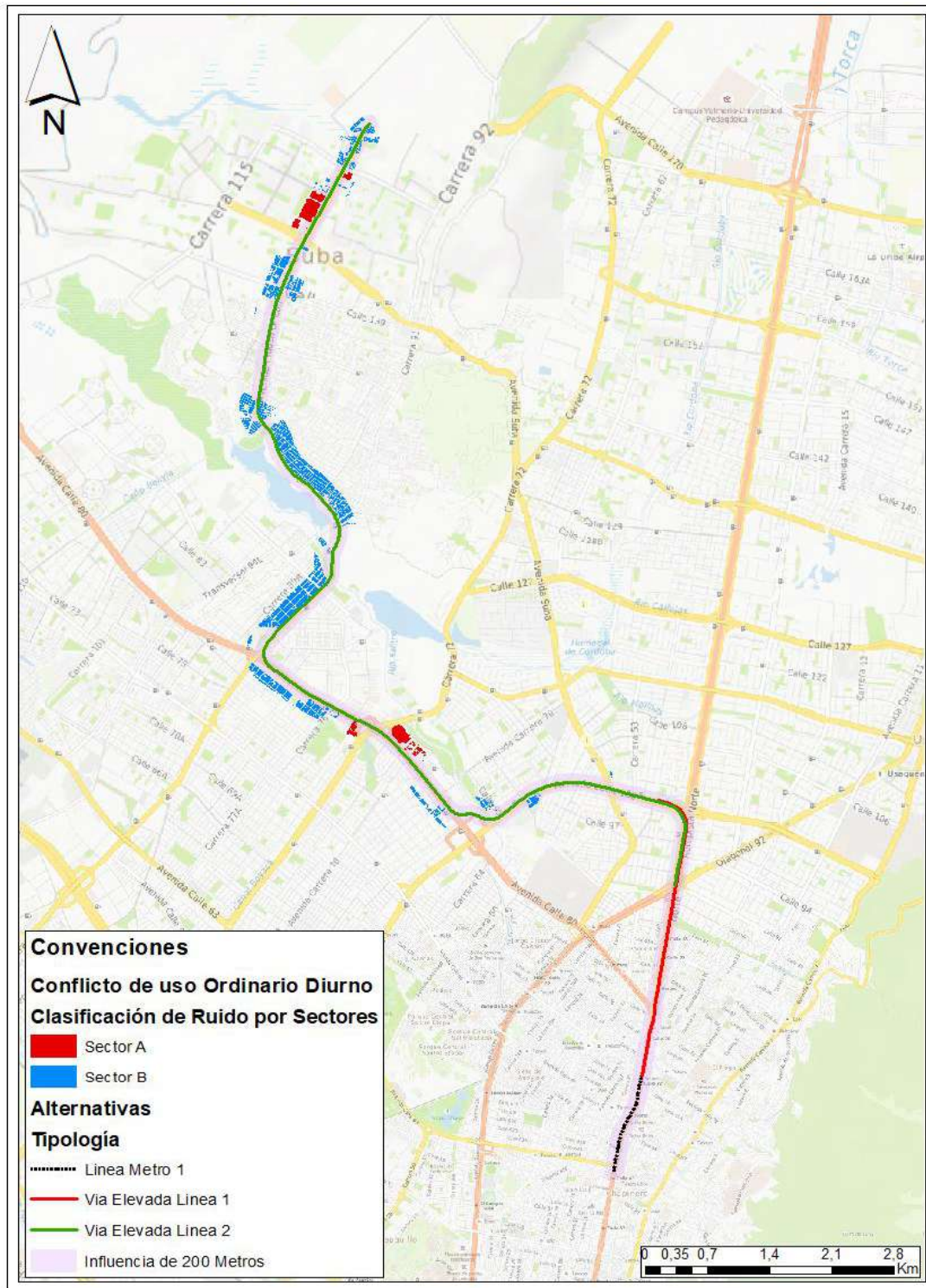
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.90 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.03. Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali - Elevada (Extensión)



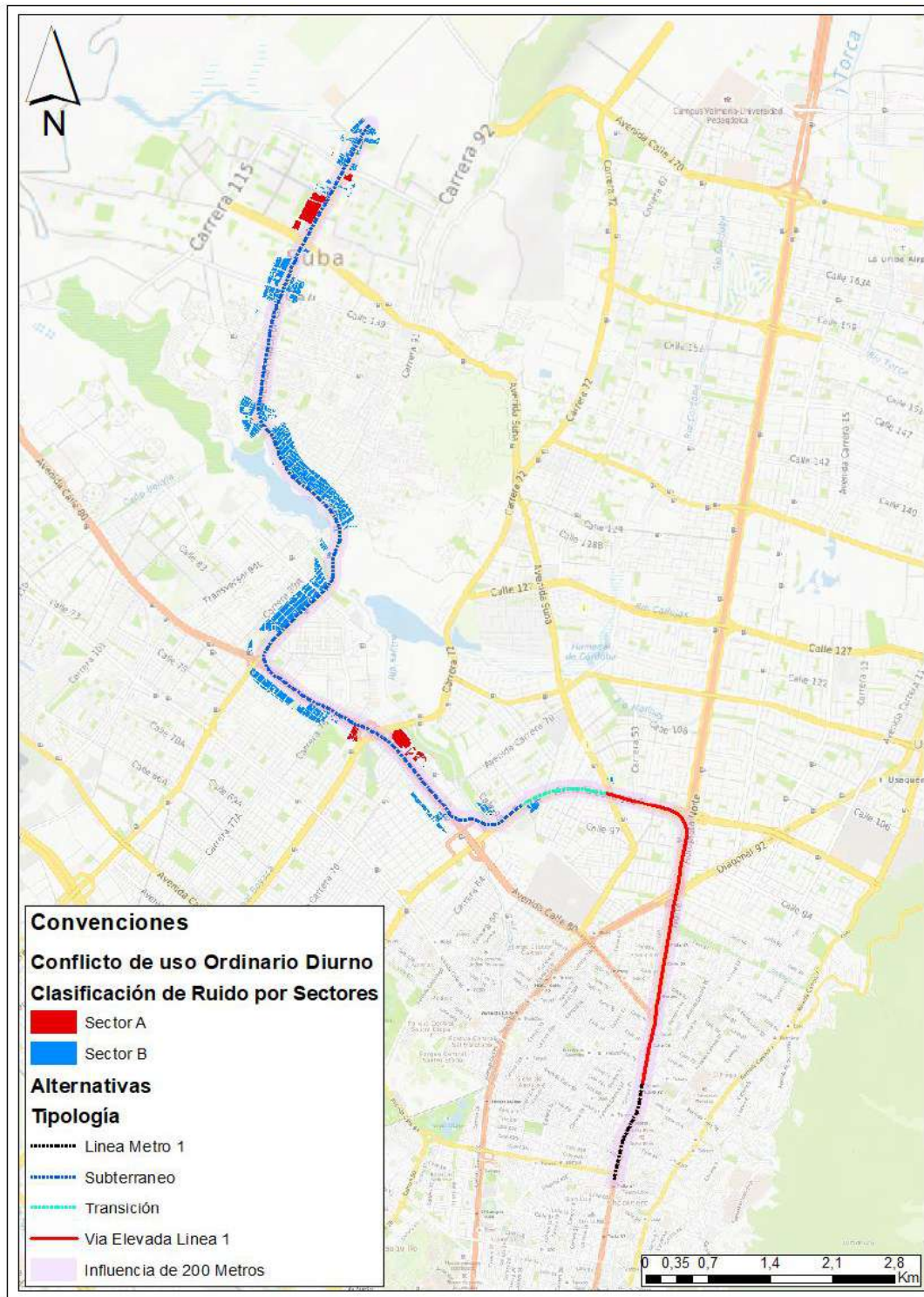
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.91 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.04. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



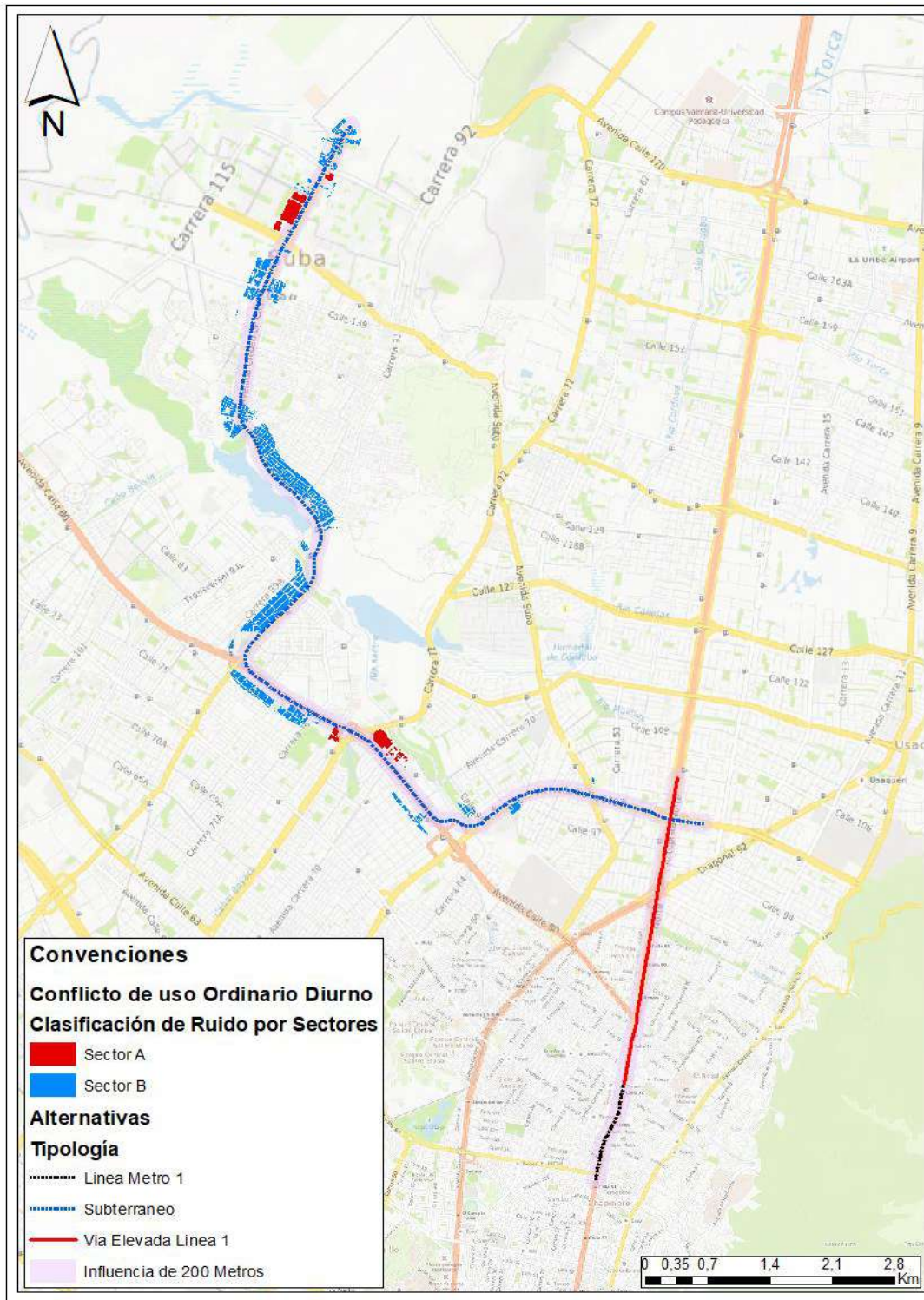
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.92 identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.05. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión)



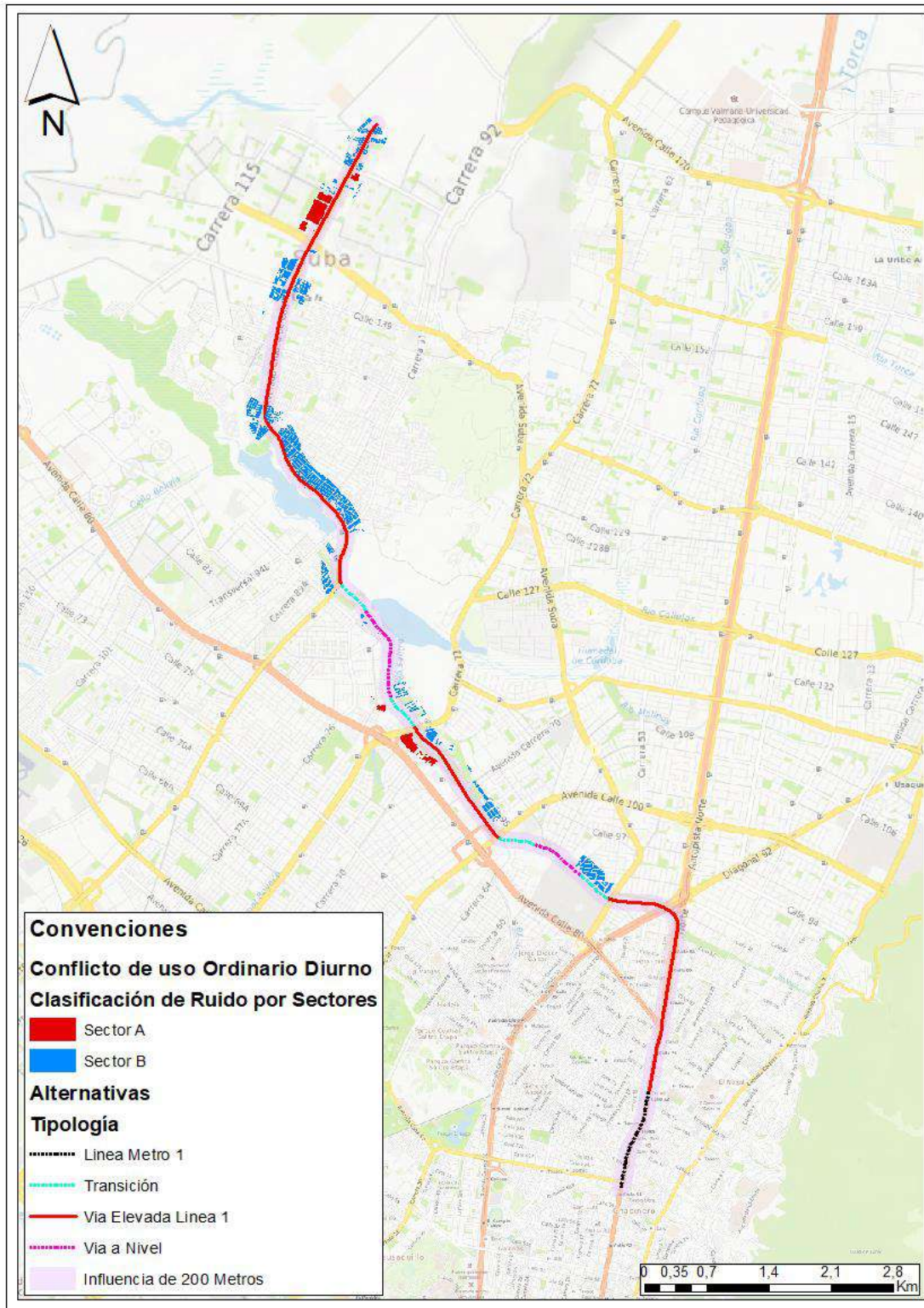
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.93 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.06. Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali - Subterránea (Línea nueva)



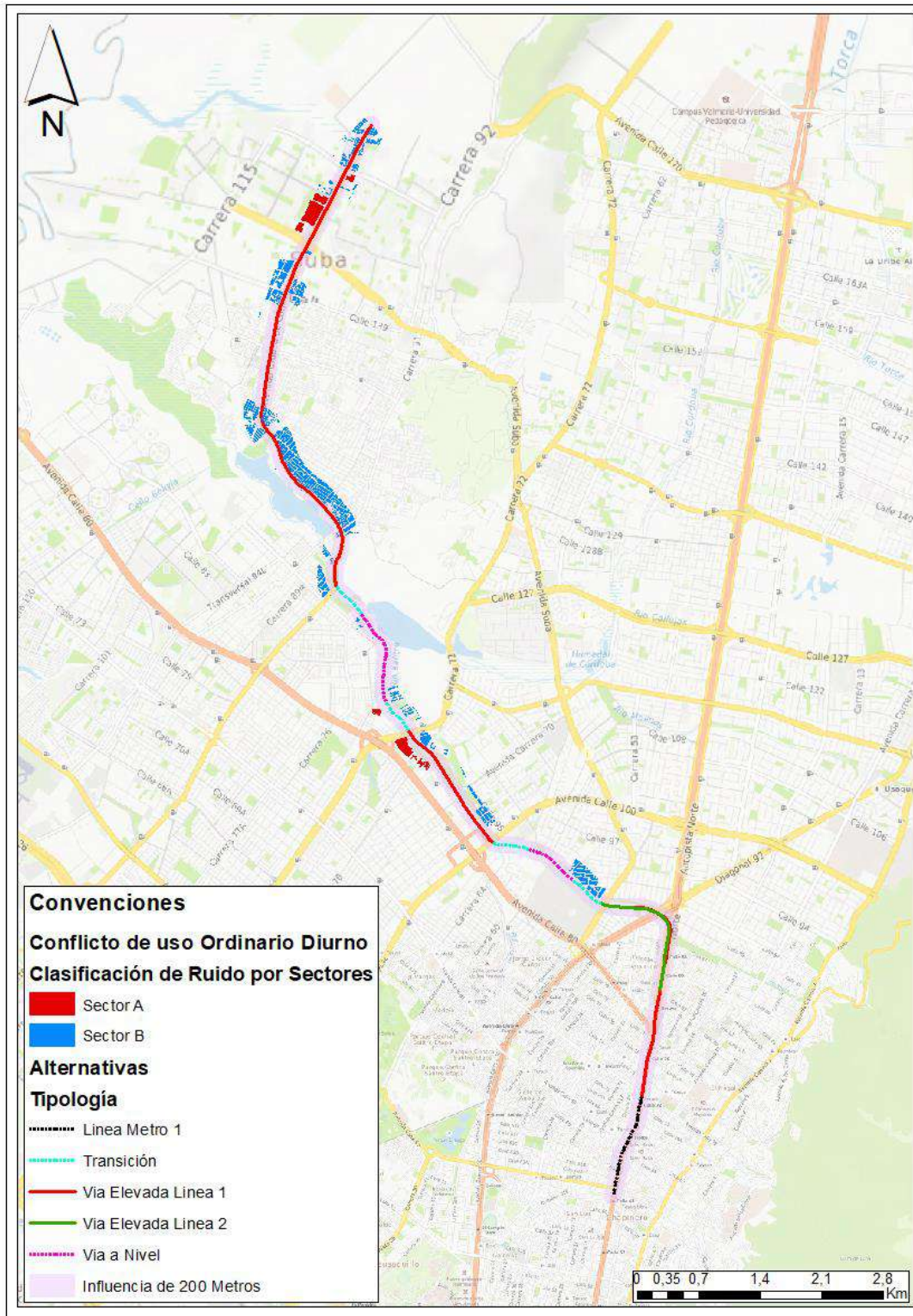
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.94 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.07. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Extensión)



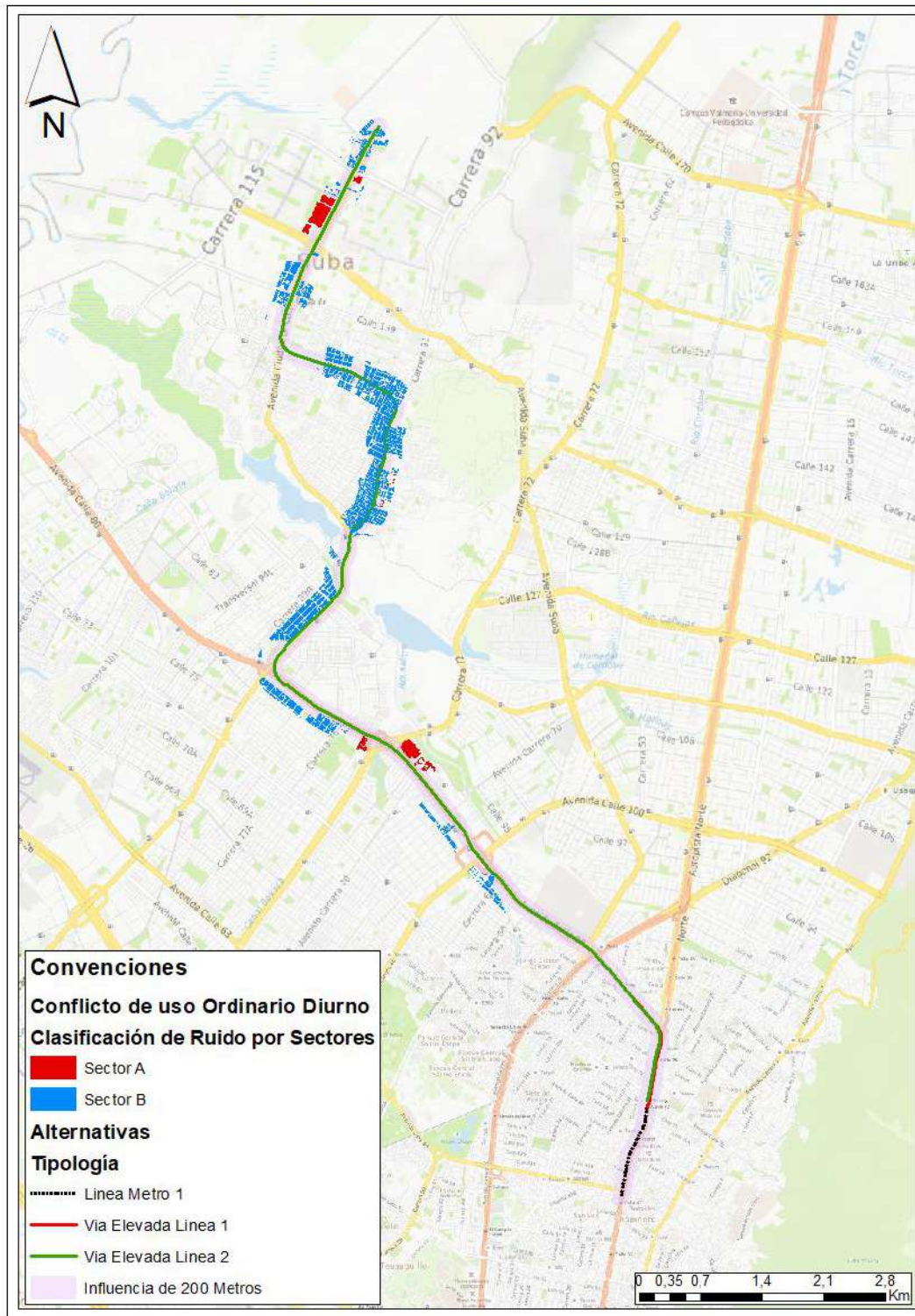
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.95 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



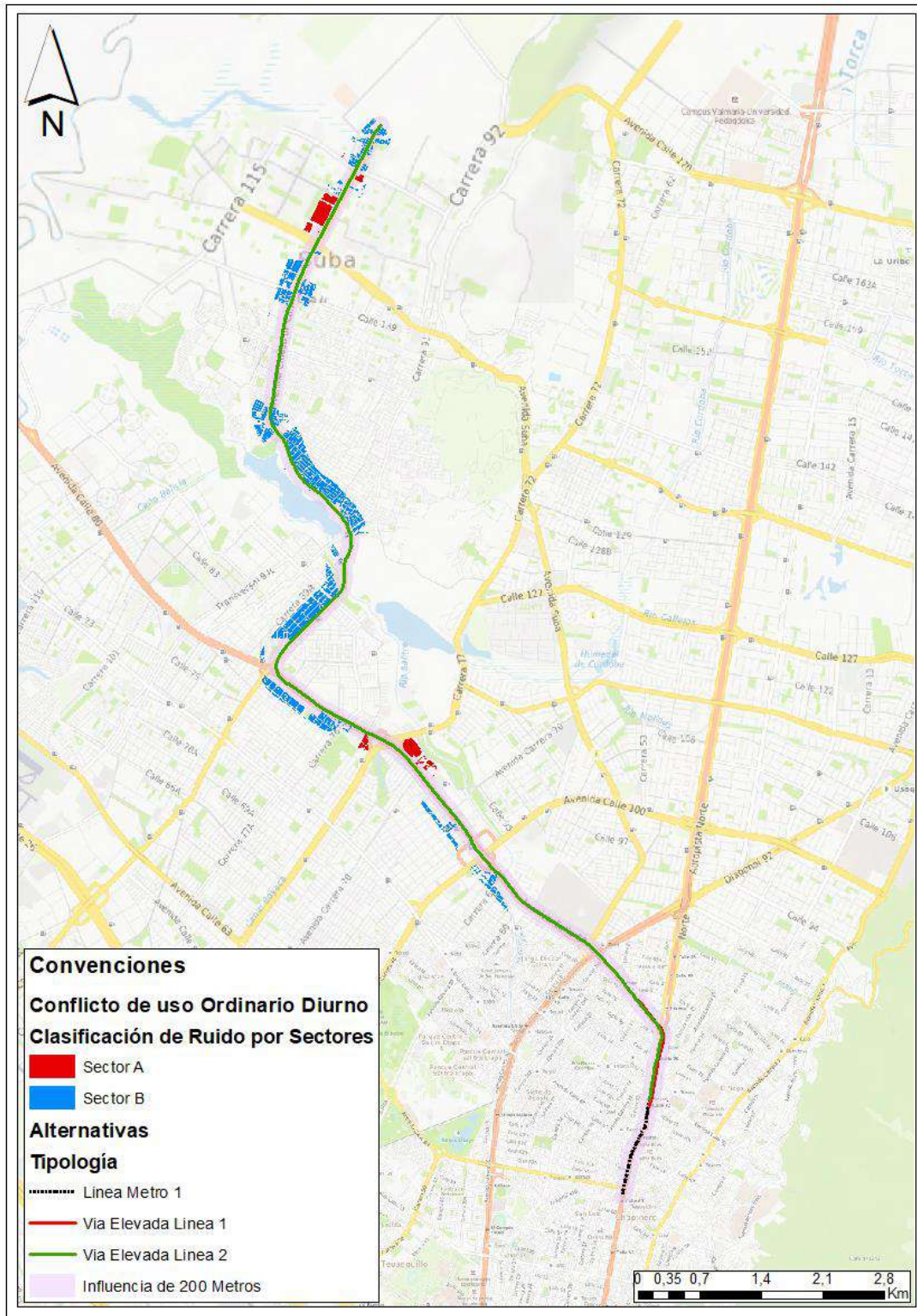
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.96 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva)



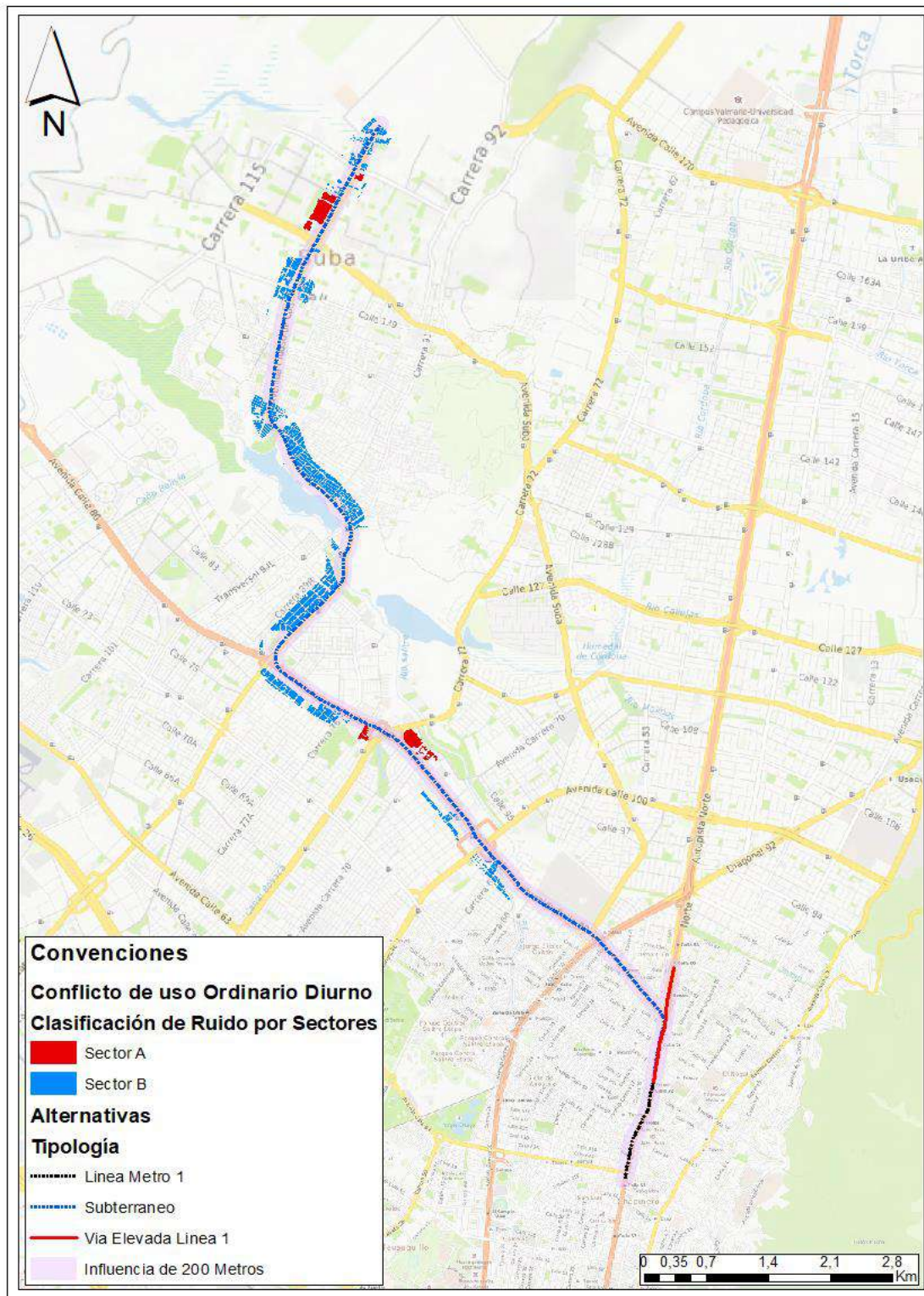
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.97 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.11. Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva)



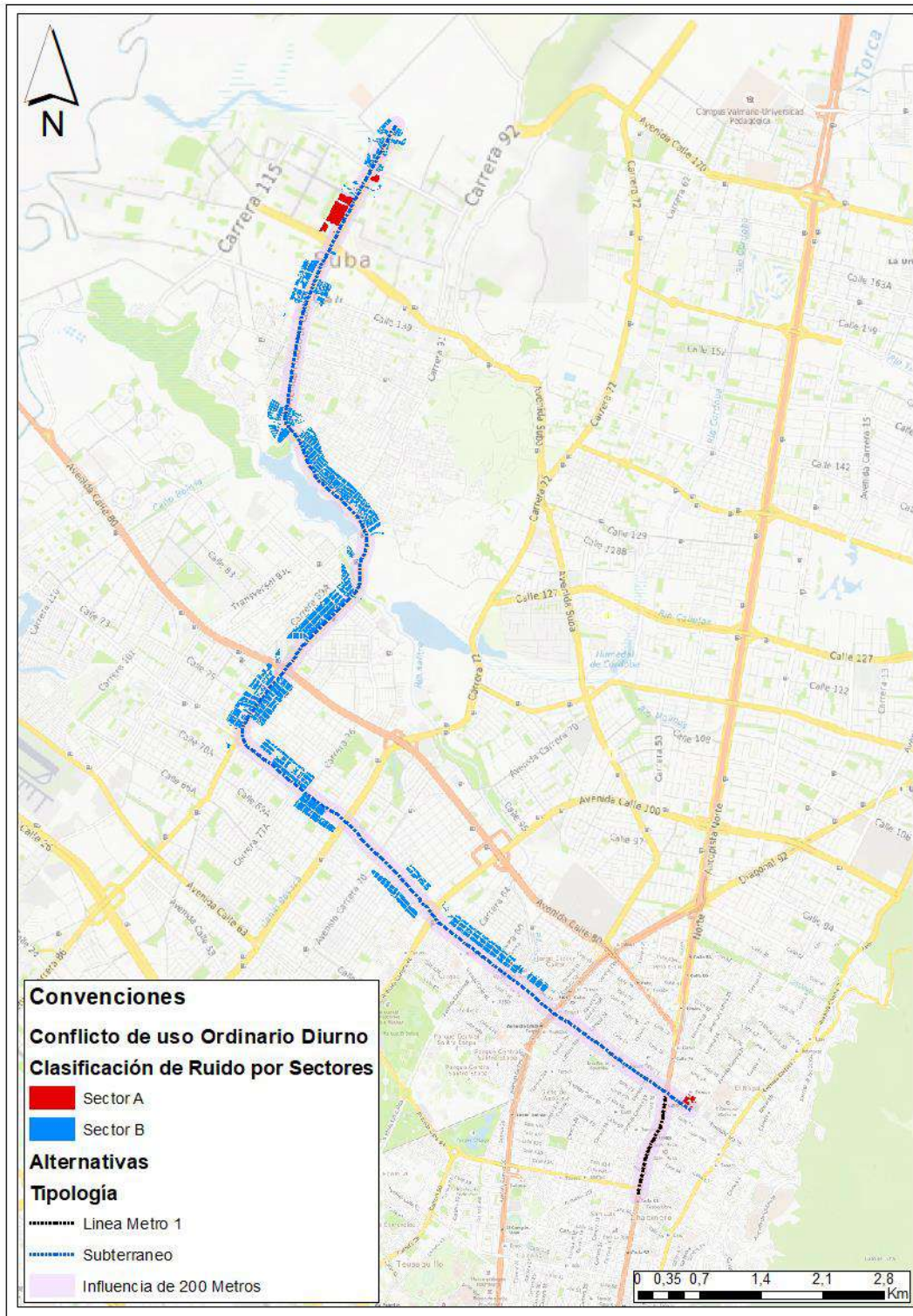
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.98 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.12. Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.99 Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.13. Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Proceso Constructivo

Tiempo total de construcción

- 4.41 Inicialmente se identificó la longitud de cada alternativa por método constructivo (elevado y subterráneo) y el número de estaciones en sus diferentes tipologías, y de esta manera poder aplicar los siguientes rendimientos:

Tabla 4.12 Rendimientos usados para calculo tiempo de construcción

Método constructivo	Rendimiento Promedio	Unidades	Consideraciones
Tuneladora	0.3	km /mes	
Túnel cielo abierto	0.03	km /mes	5 frentes
Viaducto	0.35	km / mes	5 frentes
Estación aérea	12	meses	6 estaciones al tiempo
Estación subterránea	18	meses	7 estaciones al tiempo

- 4.42 Con estos rendimientos, se calcula el tiempo estimado de construcción por tipología, contemplando que las alternativas mixtas tienen frentes de obra diferentes, sumado a los frentes de obras alternos de las estaciones. Se totaliza por cada alternativa y se compara entre el tiempo estimado para la construcción de estaciones y de vía férrea, seleccionando la que registra mayor tiempo (ver Anexo C1. Tiempo Total de Construcción) y cuyos resultados se observan en la Tabla 4.11 “Resultados del indicador Tiempo Total de Construcción”.
- 4.43 Para las soluciones subterráneas se utilizan los rendimientos para tuneladora por considerarla como una alternativa válida para la ejecución de las líneas subterráneas planteadas en las diferentes alternativas. En la Fase 3 del presente estudio, se profundizará en el método constructivo para obras subterráneas; con investigación de utilización de métodos constructivos más tradicionales (excavación con explosivos, máquina rozadora de ataque puntual (*roadheader*), o sección dividida) que permitan optimizar el CAPEX y a la vez mejorar los rendimientos.
- 4.44 Se observa que las alternativas elevadas se pueden construir en tiempos más cortos respecto a las alternativas subterráneas, ya que esta última presentan duraciones de construcción superior. Estas cifras deben ser validadas posteriormente, pues no se realizó una secuencialidad de actividades mediante un cronograma GANTT para cada alternativa con vista hacia su optimización. Considerando esto, ciertas diferencias entre alternativas pueden ser disminuidas o aumentadas, pero de forma marginal. Este trabajo será realizado para el “Proyecto de Expansión Priorizado” en Fase 3.
- 4.45 Las alternativas elevadas son las que ofrecen tiempos de construcción más cortos. Esto ocurre principalmente porque la alternativa elevada permite realizar diferentes frentes de construcción, y así reducir tiempos. Pero esto, implica elevados impactos en la circulación vial en la ciudad
- 4.46 En ese orden de ideas, se observa que la alternativa con menor tiempo de construcción es la 2.07 “Canal Rionegro–Av. Cali – Elevada”, debido a que es la que su configuración elevada, longitud y número de estaciones registran menor tiempo de construcción.

- 4.47 El indicador tiempo total de construcción, como en muchos tiempos de obra de proyectos metro, no es muy sensible al método constructivo, y por eso no es discriminante en la diferenciación de alternativas.

Tabla 4.13 Resultados del indicador Tiempo Total de Construcción

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Tiempo Total de Construcción (Meses)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	40
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	43
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	45
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	49
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	54
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	44
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	36
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	38
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	46
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	48
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	44
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	46
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	49
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	41

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.48 De la anterior tabla se identifica que la alternativa que genera el mayor tiempo de construcción es la 2.05 “Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Mixta -Extensión”, debido a que en esta se presenta una transición entre la tipología metro elevada a subterránea, donde los rendimientos de construcción en trinchera son realmente bajos, impactando en gran manera el tiempo de construcción. Figura 4.100

Figura 4.100 Alternativa 2.05 - Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Mixta -Extensión". Sistema constructivo túnel en trincheras



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

Perturbación a vecinos comerciales

- 4.49 El indicador de perturbación a vecinos comerciales se calculó con cantidad de predios con destinación comercial que se encuentran en la zona de afectación directa (primera manzana) de cada alternativa, información que brinda Catastro Distrital e IDECA sobre el uso del suelo del POT y su relación con la duración del proyecto.
- 4.50 En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la estimación de los predios con destinación comercial identificados con la información secundaria para un sector del corredor de la Calle 100, que involucra las alternativas 2.03, 2.04, 2.05, 2.06, predios resaltados en rojo. Figura 4.101

Figura 4.101 Identificación de predios comerciales



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.51 De acuerdo con la identificación realizada, se pudo cuantificar para cada una de las alternativas, en la primera manzana aferente, los predios comerciales que se relacionan a continuación. Tabla 4.14

Tabla 4.14 Predios comerciales en la manzana aferente a cada alternativa

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	total (unidades)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	444
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	444
2,03	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	543
2,04	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	543
2,05	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	543
2,06	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	543
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	223

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	total (unidades)
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	223
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	662
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	662
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	507
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	507
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	1027
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1027

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.52 Se observa de la anterior tabla que la alternativa que presenta menor número de predios comerciales corresponde a la 2.07 “Canal Rionegro – Av. Cali”, con 223 predios lo cual se encuentra justificado porque el canal es una barrera natural que limita la interacción entre ambos lados del mismo.
- 4.53 Por el contrario la alternativa con mayor número de predios comerciales corresponde a la alternativa 2.13 “Calle 72–Av. Cali – Subterránea”, con 1180 predios, la cual representa un aumento de más del 5 veces la alternativa del corredor del canal Rionegro y por consiguiente es la alternativa que tiene un peor comportamiento para el indicador de Perturbación a vecinos comerciales, como se observa en la siguiente tabla que resume los resultados obtenidos del cálculo de tomar las unidades de predios comerciales afectados en el tiempo de construcción (UN/rendimiento construcción). Tabla 4.15

Tabla 4.15 Resultados del indicador Perturbación a vecinos comerciales

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Perturbación a vecinos comerciales
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	1.28
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1.28
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	1.55
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1.55
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Extensión	2.39
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	1.75
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	0.59
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0.59
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva + Ext Cl 100	2.21

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Perturbación a vecinos comerciales
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva + Ext CLI 100	2.50
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva + Ext CLI 100	1.77
2.12	Calle 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva + Ext CLI 100	2.00
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva + Ext CLI 100	3.82

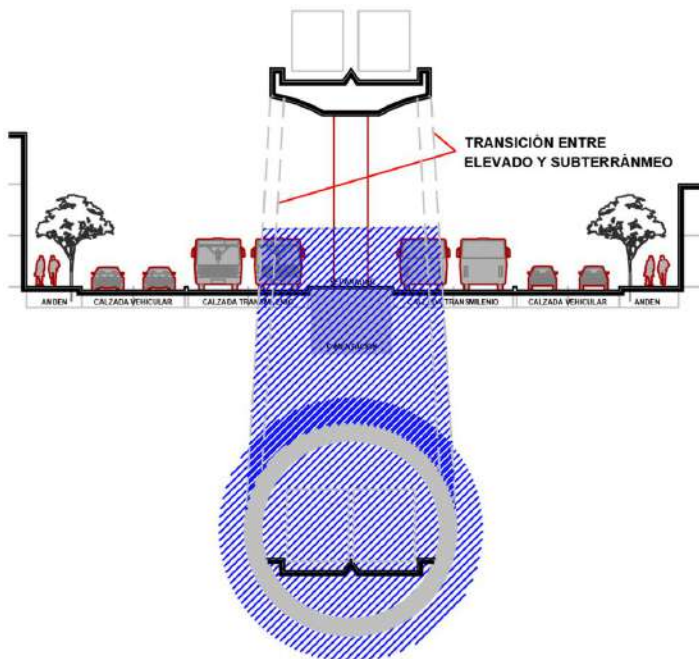
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Perturbación en el tráfico vehicular

- 4.54 El indicador de perturbación en el tráfico vehicular, refleja el impacto que tiene la construcción de las diferentes tipologías de vía y estaciones del sistema férreo en el tráfico automotor, es así como, se clasifica la afectación en cuatro tipos de impactos (Viaducto o elevado, trinchera cubierta, túnel y a nivel en zona de poco tráfico).
- 4.55 A continuación, se describe la calificación realizada:

- **Infraestructura tipo túnel entre pantallas – Nota 2/5:** Las trincheras cubiertas constituyen el tipo de proceso constructivo con mayor impacto sobre el tráfico vehicular durante las obras. Representado en la Figura 4.102

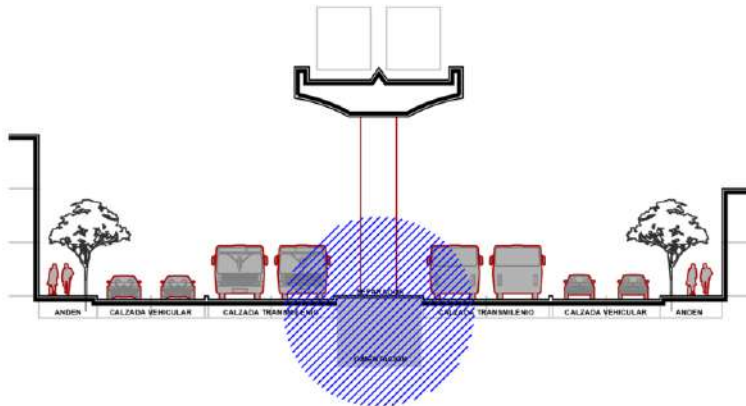
Figura 4.102 Afectación al tráfico sistema constructivo túnel entre pantallas



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

- **Infraestructura tipo túnel – Nota 4/5:** Para la tipología túnel, el impacto es menor considerando que la infraestructura se construye debajo de las calzadas vehiculares y tan solo interfiere con el tráfico en las zonas de particulares del túnel como estaciones y pozos de ataque, como se muestra en la Figura 4-103.

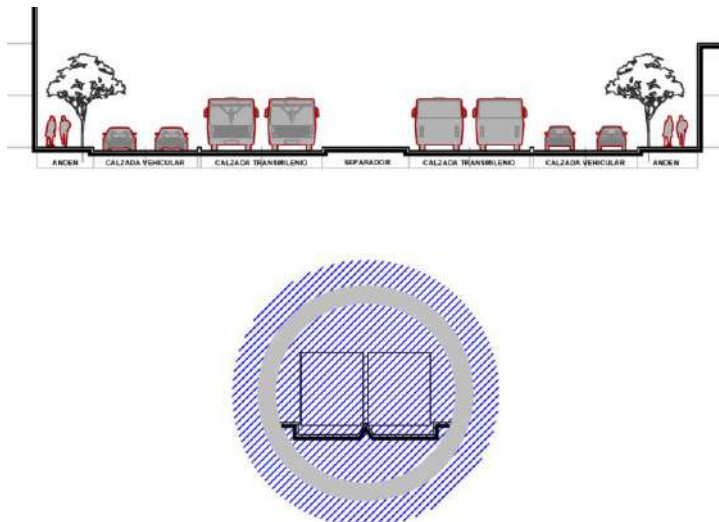
Figura 4.103 Afectación al tráfico sistema constructivo elevado



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

- **Infraestructura tipo túnel – Nota 4/5:** Para la tipología túnel, el impacto es menor considerando que la infraestructura se construye debajo de las calzadas vehiculares y tan solo interfiere con el tráfico en las zonas de particulares del túnel como estaciones y pozos de ataque, como se muestra en la Figura 4.104

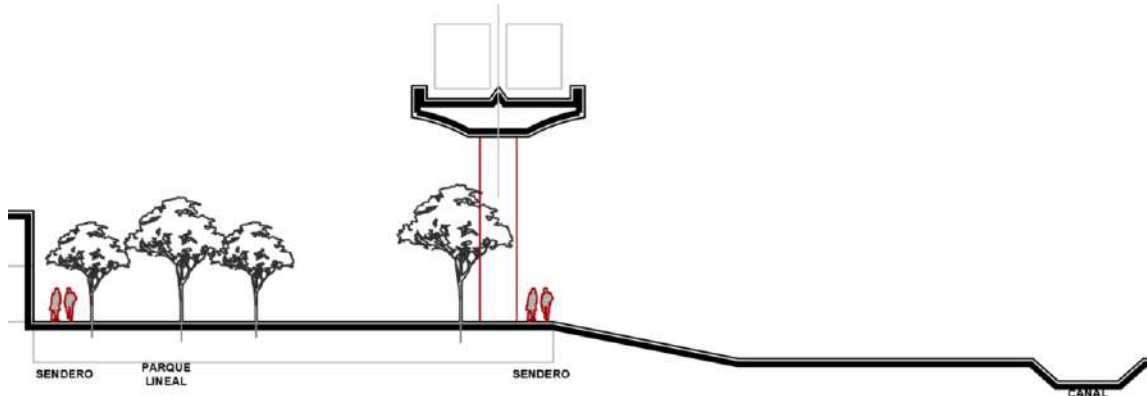
Figura 4.104 Afectación al tráfico sistema constructivo túnel



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

- **Infraestructura a nivel – Nota: 5/5:** La infraestructura construida a nivel en zonas que no hacen parte de ejes viales, genera el menor impacto sobre el tráfico vehicular, puesto que esta tipología está planteada en zonas donde no intercepta calzadas vehiculares, tan solo impacta el tráfico en la logística requerida para el suministro de materiales a la zona donde se desarrollan las obras, como se muestra en la Figura 4.105

Figura 4.105 Afectación al tráfico sistema constructivo a nivel sin tráfico automotor



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

4.56 Como primera actividad del análisis, se procedió a dividir cada alternativa en tramos entre ejes viales principales según la siguiente tabla. Tabla 4.16

Tabla 4.16 Tramos por corredores usados para desarrollo de alternativas

Tramo	CORREDOR	INICIO	FIN
1	Autopista Norte	CI 72	CI 80
2	Autopista Norte	CI 80	NQS
3	Autopista Norte	NQS	CI 100
4	Autopista Norte	CI 100	CI 116
5	Autopista Norte	CI 116	CI 127
6	CI 72 (Av Chile)	Cr 15	Av. Caracas
7	CI 72 (Av Chile)	Av. Caracas	NQS
8	CI 72 (Av Chile)	NQS	Cr 68
9	CI 72 (Av Chile)	Cr 68	Av. Boyacá
10	CI 72 (Av Chile)	Av. Boyacá	Av. Cali
11	Av. Medellín (CI 80)	Av. Caracas	NQS
12	Av. Medellín (CI 80)	NQS	Cr 68
13	Av. Medellín (CI 80)	Cr 68	Av. Boyacá
14	Av. Medellín (CI 80)	Av. Boyacá	Av. Cali

Tramo	CORREDOR	INICIO	FIN
15	Canal Rio Negro	NQS	Av. Suba
16	Canal Rio Negro	Av. Suba	Cr 68
17	Canal Rio Negro	Cr 68	Av. Boyacá
18	Canal Rio Negro	Av. Boyacá	Av. Cali
19	CI 100	Cr 19	Autopista Norte
20	CI 100	Autopista Norte	Av. Suba
21	CI 100	Av. Suba	CI 80
22	CI 127	Autopista Norte	Av. Suba
23	CI 127	Av. Suba	Av. Boyacá
24	CI 127a	Av. Boyacá	Av Rincón
25	Av Rincón	CI 127a	Av Tabor
26	Av Tabor	Av Rincón	Av. Cali
27	Av. Cali	CI 72	CI 80
28	Av. Cali	CI 80	Canal Rio Negro
29	Av. Cali	Canal Rio Negro	Cr 91
30	Av. Cali	Av Rincón - Cr 91	Av Tabor
31	Av. Cali	Av Tabor	Av. Suba
32	Av. Cali	Av. Suba	CI 170

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

4.57 Considerando las notas de calificación se asignó un puntaje a cada tramo un a cada tramo, como se muestra en la siguiente tabla. Tabla 4.17

Tabla 4.17 Evaluación de vía férrea por tramo de cada alternativa

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
2	3	3	3	3	3	3	3	3		3		3		
3	3	3	3	3	3	3								
4	3	3				3								
5	3	3												
6													4	4
7													4	4
8													4	4
9													4	4
10													4	4
11									3	4	3	4		

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12									3	4	3	4		
13			3	3	4	4			3	4	3	4		
14			3	3	4	4			3	4	3	4		
15							3	3						
16							5	5						
17							3	3						
18							5	5						
19						4								
20			3	3	3	4								
21			3	3	2.53	4								
22	3	3												
23	3	3												
24	4	4												
25									3	4				
26									3	4				
27													4	2.40
28			3	3	4	4			3	4	3	4	4	3
29			3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3
30	3	3	3	3	4	4	3	3			3	4	4	3
31	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3
32	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

4.58 Así mismo, se evaluó el impacto al tráfico generado por cada estación planteada, cuyo puntaje muestra en la siguiente tabla. Tabla 4.18

Tabla 4.18 Evaluación de estaciones por tramo de cada alternativa

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2
2	3	3	3	3	3	3	3	3						
3	3	3	3	3	3	2								
4	3	3												
5														
6														
7														
8													2	2
9													2	2
10														

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11									3	2	3	2		
12									3	2	3	2		
13			3	3	2	2			3	2	3	2		
14			3	3	2	2			3	2	3	2		
15														
16							3	3						
17							3	3						
18							3	3						
19						2								
20			3	3	2	2								
21			3	3	2	2								
22	3	3												
23	3	3												
24	3	3												
25									3	2				
26									3	2			2	2
27											3	2	2	2
28			3	3	2	2			3	2	3	2	2	3
29			3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3
30	3	3	3	3	2	2	3	3			3	2	2	3
31	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3
32	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

- 4.59 Los puntajes asignados a cada tramo y cada estación se multiplicaron por la longitud de cada tramo, posterior a esto se sumaron por cada alternativa y se dividió por la longitud total de tramos, arrojando como resultado la siguiente validación (Tabla 4.19):

Tabla 4.19 Ponderación y evaluación de vía férrea y estaciones por tramo de cada alternativa

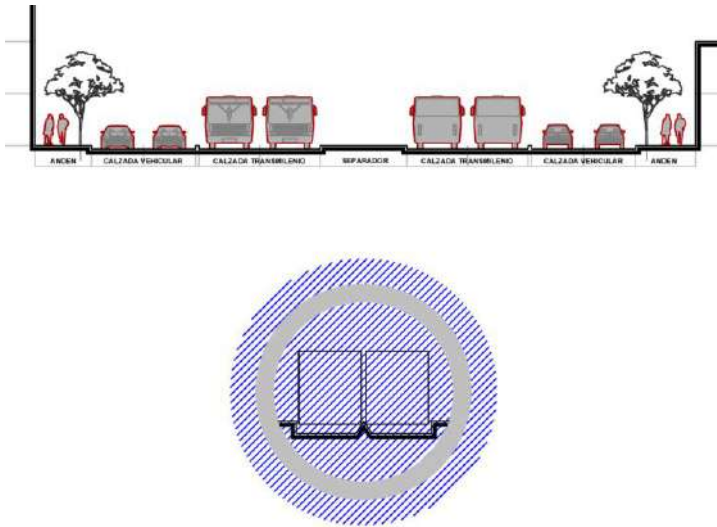
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2685	2535	2685	2535	300	300
2	4931	4931	4931	4931	4931	4931	4931	4931		1783		1783		
3	3126	3126	3126	3126	3126	2976								
4	4698	4698				1288								
5	2343	2343												
6													1345	1345
7													6295	6295
8													7467	7467

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9													6163	6163
10													6067	6067
11									3926	4935	3926	4935		
12									5656	7242	5656	7242		
13			5599	5599	7165	7165			5599	7165	5599	7165		
14			5053	5053	6437	6437			5053	6437	5053	6437		
15							2454	2454						
16							7823	7823						
17							5230	5230						
18							10225	10225						
19						1863								
20			3093	3093	2943	3824								
21			5506	5506	4571	7042								
22	6631	6631												
23	3223	3223												
24	6969	6969												
25									5258	6711				
26									4846	6162			300	300
27											450	300	3980	2510
28			4288	4288	5417	5417			4288	5417	4288	5417	5417	4288
29			2223	2223	2664	2664	2223	2223	2223	2664	2223	2664	2664	2223
30	7626	7626	7626	7626	9869	9869	7626	7626			7626	9869	9869	7626
31	4214	4214	4214	4214	5318	5318	4214	4214	4214	5318	4214	5318	5318	4214
32	5116	5116	5116	5116	6522	6522	5116	5116	5116	6522	5116	6522	6522	5116
	3.10	3.10	3.00	3.00	3.46	3.62	3.45	3.45	3.00	3.73	3.00	3.71	3.81	3.33

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

4.60 En general, las alternativas con tipología subterránea presentan los mejores indicadores, permitiendo concluir que este sistema constructivo genera la menor afectación al tráfico vehicular. En este orden de ideas, las alternativas 2.10, 2.12 y 2.13 presentan mejores indicadores, ya que estas se conciben como alternativas subterráneas. Figura 4.106 y Tabla 4.20

Figura 4.106 Tipología Subterránea con menor afectación al tráfico vehicular



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

Tabla 4.20 Resultados del indicador Perturbación al tráfico vehicular

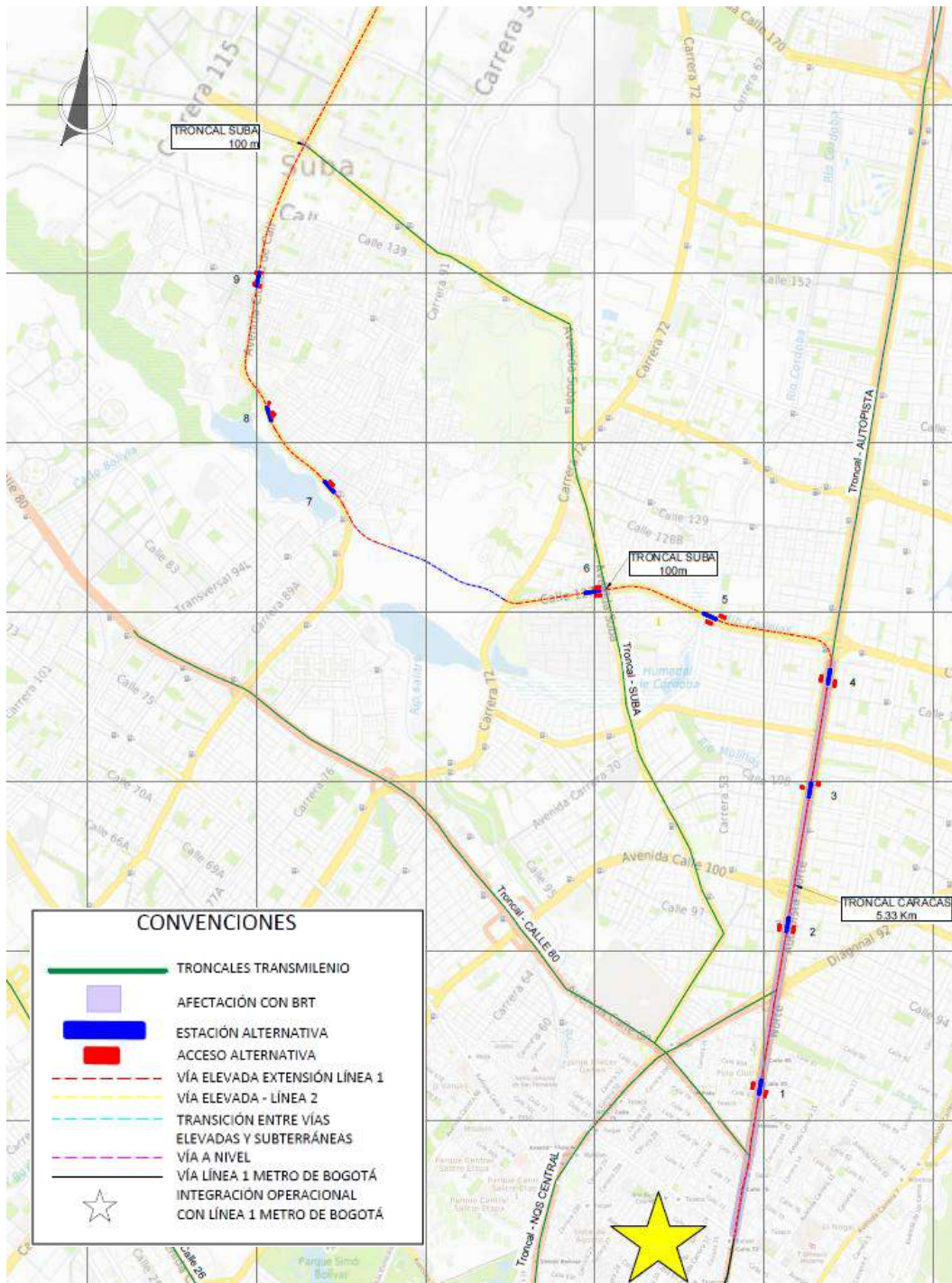
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Perturbación al tráfico vehicular (Nota entre 2 y 5)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	3.10
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.10
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	3.00
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.00
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	3.46
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.62
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	3.45
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.45
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	3.00
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	3.73
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.00
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.71
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.81
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.33

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020''

Perturbación en la operación del BRT

- 4.61 Para la calificación del presente indicador se identificó el kilometraje de troncales de TransMilenio, afectado por la construcción de la expansión de la PLMB tanto de la vía férrea como de las estaciones. Así mismo, se identificaron los tramos en los cuales se comparte el eje vial entre ambos sistemas (Metro y BRT) en las diferentes alternativas. Representado en la Figura 4.107

Figura 4.107 Eje vial compartido por sistemas Metro y BRT

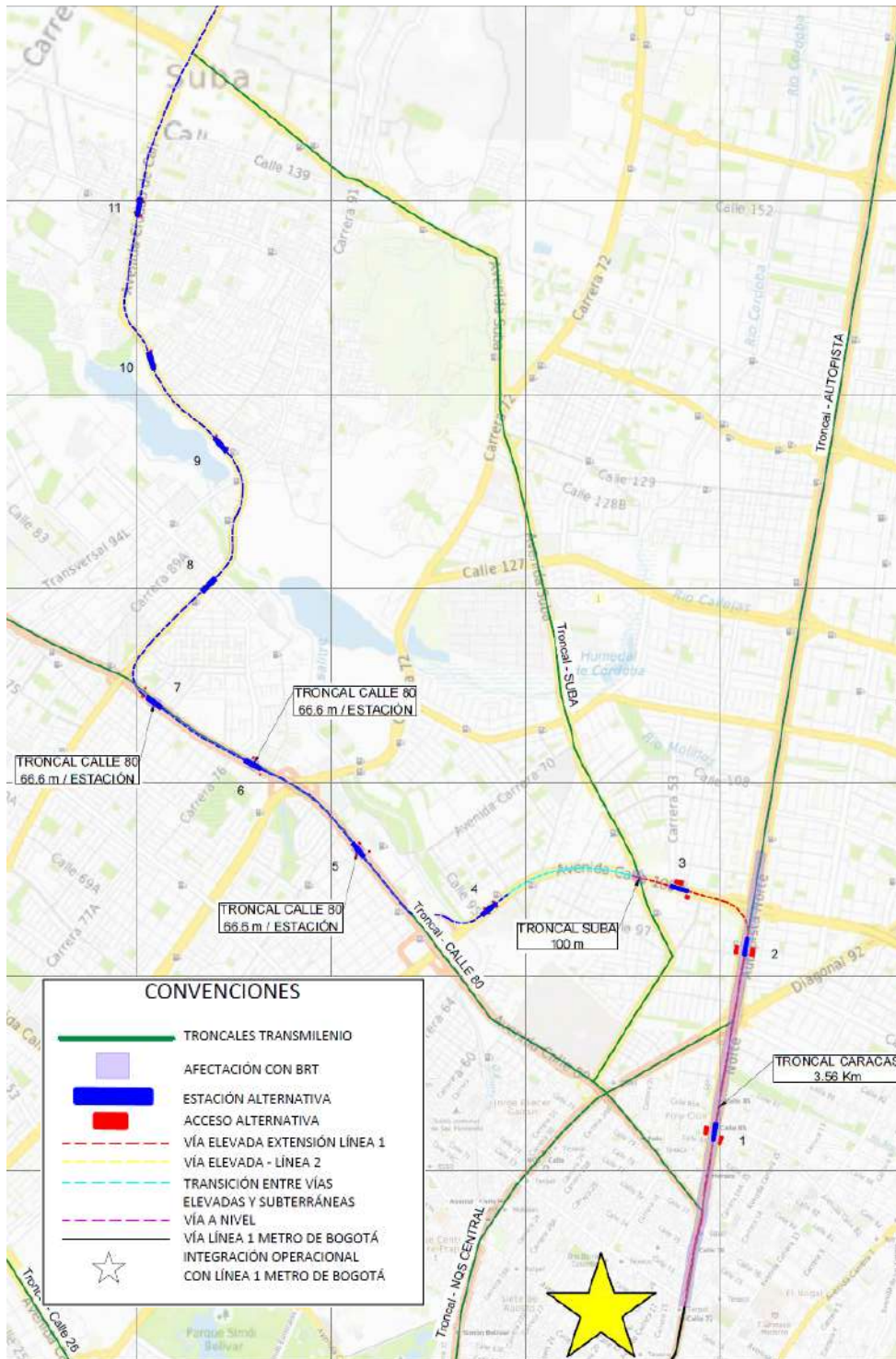


Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

4.62 Según el tipo de infraestructura realizada, fue determinada una zona de influencia durante las obras (elevado, trinchera cubierta y túnel), donde la tipología elevada y de trinchera cubierta afectan la totalidad de la longitud en la que se comparte el eje vial por ambos sistemas (Metro y

BRT), y la tipología túnel solo genera afectación al sistema BRT en las zonas donde se construyen los las estaciones, como se muestra en la siguiente imagen. Figura 4.108

Figura 4.108 Afectación sistema BRT por acceso a estaciones subterráneas sistema Metro



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,

- 4.63 Es así como, se estiman los metros lineales del total de vías susceptibles de cierre, los cuales se verán afectados de forma inversamente proporcional al rendimiento de la construcción de cada alternativa. Tabla 4.21

Tabla 4.21 Resultados del indicador Perturbación en la Operación del BRT

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Perturbación en la Operación del BRT (Km)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	5.53
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	5.53
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	9.05
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	9.05
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	6.30
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4.46
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	2.34
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2.34
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	6.99
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	2.09
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	6.99
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2.09
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0.20
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Extensión	0.25

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.64 De la anterior información, se evidencia que las alternativas 2.13 y 2.14 que corresponde al corredor de la calle 72, son las que presentan menor afectación dado que solo afecta el sistema BRT en los cruces por las troncales usados por TransMilenio. Figura 4.109

Figura 4.109 Interferencia con BRT alternativas 2.13 y 2.14



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

Generación de ruido por la construcción del sistema

- 4.65 Tomando la información evaluada por SYSTRA en el documento “Estudios de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C” y el documento “ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTA (PLMB), ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS) LINEA BASE – MEDIO ABIOTICO, DOCUMENTO N° ETPLMB-ET19-L16.5-ITE-I-001_R4” elaborado por el Consorcio Metro BOG, se tomaron los datos más altos para cada una de las tipologías definidas en el presente estudio como son metros subterráneos, elevado o a nivel.
- 4.66 Para la construcción del viaducto se tomaron los valores máximos definidos en el estudio de Medio Abiótico en la Tabla 5.2.1-282, en el cual se desarrolló una metodología y análisis con el fin de Identificar y estimar los aportes de ruido generados en el área de influencia del proyecto de la PLMB en las tres fases del proyecto (línea base, construcción y operación), que arrojaron como resultado 85.5Db para el día y 80.2 para la noche en el punto de estudio denominado P15_Calle52, ubicado sobre el corredor de la PLMB.
- 4.67 Para la construcción de las alternativas de metro subterráneo, se tomó la información de los niveles de presión sonora definidos para la evaluación de la matriz de la PLMB en el año 2016, teniendo en cuenta que en la ciudad de Bogotá no se han realizado estudios que permitan determinar los aportes de ruido generados en el área de influencia de un tramo de construcción subterránea en este nivel y que dependen de varios factores como el tipo de suelo, profundidad, método usado, entre otros, que exceden el alcance definido en la presente consultoría.
- 4.68 Para la estimación del indicador de generación de ruido por la construcción se tomaron los mayores valores obtenidos de los estudios citados anteriormente, tanto para la jornada diurna como para la nocturna, para cada tipología de metro (elevada, subterránea o a nivel), tomando como referencia la localización de las estaciones, al igual que fue valorada la matriz en el año 2016. Posteriormente, se realizó el promedio aritmético de cada una de las jornadas (diurna – nocturna), y posteriormente se promedió el valor de cada jornada para determinar el valor estimado de ruido para cada una de las alternativas propuestas. En la Tabla 4.22 que se presenta a continuación, se muestra a manera de ejemplo lo explicado anteriormente y en el Anexo C 4.1, se presentan los cálculos realizados.

Tabla 4.22 Ejemplo para la estimación del ruido durante la construcción

Alternativa	Trazado	ID	Dirección	Diurno	Nocturno
2.10	Calle 80 - Av. Cali - Av. Rincón	1	Autonorte - CII 76	85.5	80.2
		E1	Autonorte - CII 85	85.5	80.2
		E2	Autonorte - CII 97	85.5	80.2
		2	CII 80 - Cra 28a	97.97	97.06
		3	CII 80 - Cra 62	97.97	97.06

Alternativa	Trazado	ID	Dirección	Diurno	Nocturno
		4	ClI 80 - Av. 69	97.97	97.06
		5	ClI 80 - Cra 73b	97.97	97.06
		6	ClI 80 - Av. Cali	97.97	97.06
		7	Av. Cali - ClI 90	97.97	97.06
		8	Av. Rincón - ClI 128 B	97.97	97.06
		9	Tabor - Cra 94	97.97	97.06
		10	Tabor - Cra 103	97.97	97.06
		11	Portal Suba	97.97	97.06
			Promedio	95.09231	93.16923
			Valor tomado (dB)	94.13076923	

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

4.69 Los niveles de ruido obtenidos en cada una de las alternativas analizadas, se presentan en la Tabla 4.23, encontrando que por los datos utilizados las alternativas repiten un mismo valor promedio para las alternativas que mantienen una misma tipología como son los casos elevados.

4.70 Para las alternativas mixtas los valores cambian en función de los tramos de extensión y elevados de cada alternativa teniendo en cuenta el tipo de conexión entre la PLMB-T1 y la alternativa.

Tabla 4.23 Resultados del indicador ruido por la construcción del sistema

num. alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Generación de ruido por la construcción del sistema (dB)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	82,85
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	82,85
2,03	Calle 100 – Av. 68 – ClI 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	82,85
2,04	Calle 100 – Av. 68 – ClI 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	82,85
2,05	Calle 100 – Av. 68 – ClI 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	93,85
2,06	Calle 100 – Av. 68 – ClI 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	94,13
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	82,85

num. alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Generación de ruido por la construcción del sistema (dB)
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	82,85
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	82,85
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	96,18
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	82,85
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	96,18
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	97,51
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	90,18

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Generación de vibraciones por la construcción del sistema

- 4.71 Para estimar las vibraciones generadas por el sistema durante la etapa de construcción se tomó como referencia el “Estudio comparativo de alternativas de ejecución por tramos y tipologías de la primera línea de metro para la ciudad de Bogotá (PLMB) – Elaborado por Systra 2016”, en donde se establecieron los siguientes valores:

Tabla 4.24 factores de generación de vibraciones según tipología

Peso Construcción	
Elevado	Subterráneo
0,30	0,70

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

- 4.72 Con la finalidad de obtener el número de predios afectados por la incidencia de las vibraciones en el proceso constructivo, se realizó la identificación del número de predios por cada corredor en una zona de influencia directa o búfer de 100 metros, 50 metros a cada lado del eje. En la siguiente tabla se muestra los predios cuantificados por Alternativa:

Tabla 4.25 Cuantificación de predios por Alternativa

num. alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Elevado	Subterráneo
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	1342,50	18
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1380,30	18
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	1853,10	0
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1884,60	0

num. alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Elevado	Subterráneo
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	116,70	3934
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	83,40	4166
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	1424,40	0
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1459,20	0
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	2611,20	0
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	73,50	5669
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2128,20	0
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	73,50	4542
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0,00	7678
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1730,40	3991

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

4.73 Posteriormente, se procedió a determinar el indicador, en donde los predios identificados se afectaron por los coeficientes establecidos en la matriz del año 2016. Arrojando los siguientes resultados:

Tabla 4.26 Resultados del indicador Generación de vibraciones por la construcción del sistema

num. alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Total Construcción
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	1361
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1399
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	1853
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1885
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	4051
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4249
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	1424
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1459
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	2611
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	5743
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2128
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4615
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	7678

num. alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Total Construcción
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	5722

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Interferencias con redes principales

4.74 Para la evaluación de las afectaciones sobre redes principales por interferencias con cada una de las alternativas propuestas para la expansión de la primera línea del Metro de Bogotá, se consideraron los siguientes sistemas de servicios públicos:

- Red Matriz de acueducto.
- Redes troncales de alcantarillado pluvial y sanitario.
- Redes eléctricas de alta tensión
- Redes de gas natural

4.75 La metodología empleada para la evaluación de las redes matrices de acueducto, que eventualmente se verían afectadas, se circunscribió al análisis de tuberías de diámetros superiores o iguales a 12". Para el sistema troncal de alcantarillado pluvial, el análisis fue realizado sobre las tuberías de diámetros iguales o mayores a 1 m, incluyendo tramos canalizados y box culvert. Para el sistema de alcantarillado sanitario se contemplaron las tuberías mayores o igual a 0.40 m y todos los boxes culvert intersecados.

4.76 Las redes eléctricas consideradas en el análisis incluyeron aquellas con cargas mayores de 57.5 kV y para redes de distribución de gas natural los tramos evaluados fueron aquellas tuberías mayores a 4" de diámetro.

4.77 Con el propósito de cuantificar la longitud de tuberías de redes húmedas y secas que serían afectadas en la etapa de construcción, se definieron unos corredores conforme con las tipologías de metro establecidas en cada una de las alternativas de expansión de la PLMB. Los tipos de vía y la definición de los anchos de los corredores establecidos para la evaluación, se encuentran representados en la siguiente tabla:

Tabla 4.27 Definición de ancho de corredores de trazado por tipología.

Tipología	Ancho (m)	Descripción
Subterránea		No se cuantificaron afectaciones por interferencias de las alternativas y las redes existentes, a excepción de las superposiciones generadas en las estaciones proyectadas para esta.
A nivel	26	13 m a lado y lado desde el eje de la alternativa, considerando la protección necesaria para realizar excavaciones.
Viaducto o vía elevada	21	10.5 m a lado y lado desde el eje de la alternativa. Se contempla distancias de seguridad de 5 m a lado y lado para la realización de excavaciones.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.78 Partiendo de la definición de los corredores de afectación y de la localización de estaciones proyectadas, se determinaron los tramos de redes que se superponían sobre estas áreas, obteniendo la longitud de las redes comprometidas en la construcción de cada alternativa.
- 4.79 Para ilustrar la metodología de cuantificación de redes afectadas para cada una de las alternativas, en la siguiente figura se muestran algunos tramos intersecados de redes hidrosanitarias para la alternativa 2.11. Figura 4.110

Figura 4.110 Ilustración de tramos intersecados de redes hidrosanitarias para la Alternativa 2.11.



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.80 Basado en el resultado de este procedimiento, se estableció un factor de complejidad en función del tipo de red y del diámetro de la tubería, para incorporar en el indicador, las dificultades que se generarían por relocalización y reordenamiento de los sistemas afectados. Dicho lo anterior, en la siguiente tabla se muestran los factores de complejidad suministrado por la EMB para cada red:

Tabla 4.28 Factor de complejidad

Factor por metro lineal de interferencia identificada	Factor de complejidad
Red matriz de acueducto	
Diámetro menor a 16 pulgadas	1
Diámetro entre 16 y 24 pulgadas	1,5
Diámetro entre 25 y 40 pulgadas	2
Diámetro mayor a 40 pulgadas	3
Red troncal de alcantarillado	
Diámetro menor a 60 pulgadas	1
Diámetro mayor o igual a 60 pulgadas	2
Redes secas	
Otras	1

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

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.81 Finalmente, para la obtención de un valor de afectación total para este indicador, se determinó una longitud ponderada que integra tanto redes secas y húmedas intersecadas, asignando un peso de 70% a la longitud determinada para el sistema hidrosanitario y 30% a los sistemas de conexión eléctrica y de distribución de gas natural. Los valores de longitud de redes interferidas para cada alternativa y el valor ponderado de longitud total correspondiente, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.29 Resultado del indicador Interferencia de Redes Principales (Ponderación de longitudes de redes secas y húmedas con interferencia por Alternativas)

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Longitud redes secas (m)	Longitud redes húmedas (m)	Longitud total ponderada (m)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	10415	13005	12228
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	10485	11476	11178
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	4820	2641	3294
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	12640	12671	12662
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	10415	14543	13305
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	10485	11496	11193
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4730	2218	2971
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	12640	12671	12662
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	10390	12714	12017
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	4399	1766	2556
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	9390	8953	9084
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4119	1378	2200
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	5457	1417	2629
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	7749	8977	8609

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.82 De acuerdo con los resultados obtenidos y la metodología de evaluación, la alternativa que presenta menos interferencias con las redes corresponde a la 2.12 “Calle 80–Av. Cali – Subterránea - Línea nueva”, con 4119 ml de redes secas que se podrían ver afectadas y 1378 ml de redes húmedas interferidas, para un valor ponderado de 2200 ml.
- 4.83 Del análisis realizado se encontró que la alternativa con mayor número de redes húmedas interferidas corresponde a la 2.02 “Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta – Línea Nueva” con una longitud de tubería afectada de 12543 ml con interferencias sobre líneas de acueducto de la red matriz tan importantes como Tibitoc-Casablanca de 78” y Suba de 60”. Por otra parte, la alternativa con mayor número de redes secas que interferidas corresponde a la numero 2.07 y 2.08, las cuales discurren por el corredor propuesto por el Canal Rio Negro-Avenida Cali, para las que se calcularon 12640 ml afectados.

Componente Urbano-Paisajístico

Inserción urbana del trazado y diseño conceptual de estaciones

4.84 A partir de la definición general de los trazados de cada alternativa, se llevó a cabo el ejercicio de inserción preliminar de estaciones para cada una de las alternativas, como requerimiento previo que resultaba necesario para poder desarrollar los cálculos correspondientes de algunos indicadores del componente Urbano-Paisajístico. Para llevar a cabo la inserción preliminar de estaciones, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios generales:

- La longitud total del trazado y la modulación de la inter distancia entre estaciones, que, a partir de lo desarrollado para la PLMB, varía entre 1.0 y 1.5 km entre estación y estación.
- La inserción del trazado de tramos curvos y tramos rectos, procurando que las estaciones estuvieran localizadas en tramos rectos y teniendo en cuenta una distancia de 30m entre los finales de las curvas y el inicio de las estaciones.
- La tipología de inserción de cada trazado (elevada, a nivel o subterránea), garantizando que la inserción de las estaciones se localice en tramos sin pendiente (tramos de transición por cambios en la tipología de inserción).
- La cercanía con vías principales, troncales de Transmilenio existentes y proyectadas; y el trazado del futuro Regiotram Norte, con el objetivo de tener la mayor cantidad posible de estaciones de conexión física y/o peatonal con los demás sistemas de transporte masivo.
- Las características viales actuales (puentes, deprimidos y/o cruces a desnivel) así como los principales proyectos viales (proyectos de mejoramiento vial, ciclorrutas, etc.).
- El desarrollo urbano y los usos del suelo de las áreas colindantes al trazado por alternativa, buscando que la localización de la estación respondiera a zonas con usos principalmente residenciales y comerciales con el fin de atender a la mayor cantidad de población posible.
- Disponibilidad de espacio de acuerdo con la conformación urbana y de edificaciones existente para la inserción urbana en detalle de edificios laterales de acceso para el caso de las estaciones elevadas, y de puntos de acceso para el caso de las estaciones subterráneas
- Se tomó un predimensionamiento para la inserción urbana de estaciones de: 140m x 25m para estaciones elevadas o a nivel, y 140m x 30m para estaciones subterráneas, teniendo en cuenta las dimensiones de estaciones planteadas para la PLMB y las áreas adicionales requeridas para la inserción subterránea. La longitud de las estaciones subterráneas se analizará en un mayor detalle en la Fase 3.
- Se tomó un predimensionamiento para los edificios laterales de acceso de 60m x 25m, de acuerdo con un promedio a partir de los utilizados para las estaciones de la PLMB. En el caso de estos edificios laterales de acceso, según el punto específico de inserción de algunas de las estaciones, el módulo se modificó en sus proporciones para adaptarse al espacio disponible.
- Por su parte, para los puntos de acceso vertical a las estaciones subterráneas, se tomó un predimensionamiento de 12m x 4m.
- Para el área de inserción de edificios de acceso a las estaciones, se tuvo en consideración, que no se ubicaran en predios con edificaciones en altura, estaciones de servicio, equipamientos o BIC.
- Para la inserción urbana de estaciones, se procuró generar la menor afectación de Zonas de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) de áreas de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad.

- El área circundante de la Escuela Militar de Cadetes, ya que en el entorno de esta se deberá evitar la localización de estaciones, tanto elevadas como subterráneas.

4.85 En el Anexo D. Inserción urbana por alternativa, se encuentra la planimetría de diseño urbano conceptual de inserción del trazado y las estaciones planteadas y en el Anexo D. Estaciones por alternativa, se detallan algunos aspectos por estación cómo la localización, si tiene o no conexión con otros modos, la tipología arquitectónica y de inserción y algunas observaciones y consideraciones tenidas en cuenta. Es importante resaltar, que el ejercicio realizado y presentado en los anexos en mención, corresponde a una localización parcial y diseño conceptual, que no cuenta con estudios ni diseños técnicos de ingeniería ni arquitectónicos constructivos.

Potencial de generación de Espacio Público

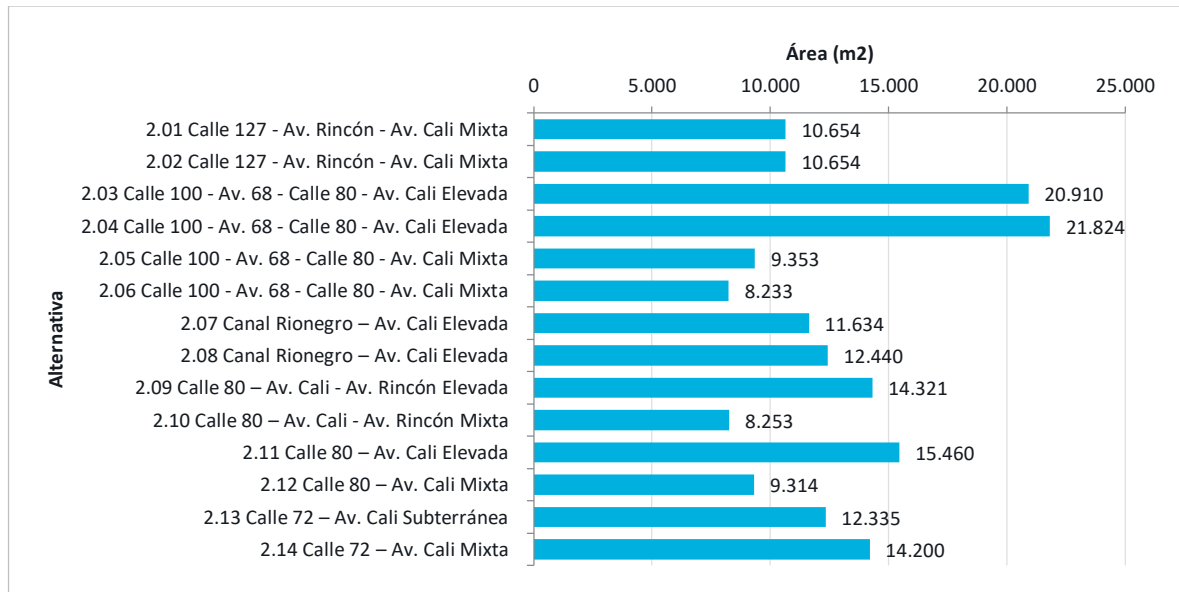
- 4.86 Para este indicador, basado en la concepción inicial del estudio llevado a cabo para la PLMB, se tiene en consideración el potencial de espacio público de acuerdo con la cantidad de metros cuadrados nuevos que se generan por la inserción del trazado y estaciones como resultado de la afectación predial. De acuerdo con esto, el indicador no contempla otros aspectos relacionados, como pueden ser el potencial de recuperación, rediseño o rehabilitación de espacio público existente.
- 4.87 De acuerdo con la metodología empleada, los insumos para este indicador son el trazado y localización de estaciones, la tipología de inserción y el número de estaciones. El principal factor que penaliza a las alternativas que resultan con menor puntaje es el de la tipología subterránea, ya que, en estas alternativas, al no requerir la inserción urbana de edificaciones laterales de acceso, el potencial de generación de nuevo espacio público queda limitado. El principal factor que beneficia a las alternativas con mayor puntaje es, por tanto, la tipología elevada, en la cual se requiere la inserción urbana de edificaciones laterales de acceso, que son el elemento principal de generación de nuevo espacio público.
- 4.88 Bajo esta premisa, las alternativas cuya sección es más amplia y por lo tanto cuentan con mayor espacio disponible para la inserción del trazado, son las que menor área de potencial tienen y por lo tanto aquellas que puntúan más bajo en este indicador. Este es el caso de las alternativas de los corredores las alternativas 2.05 y 2.06. Calle 100 - Av. 68 - Calle 80 - Av. Cali con tipología de inserción subterránea cuyos accesos se localizan en su mayoría en el espacio público y de las alternativas 2.01 y 2.02. Calle 127 - Av. Rincón - Av. Cali de tipología mixta en donde el área contabilizada corresponde en su mayoría a las plazoletas semicubiertas generadas por medio de la localización de edificios de acceso cómo se detalla en la metodología planteada.
- 4.89 Por su parte, en concordancia con lo anterior, las alternativas 2.03 y 2.04. Calle 100 - Av. 68 - Calle 80 - Av. Cali, son las que mayor área potencial de generación de espacio público arrojan, al ser de tipología elevada y dado que cuentan con afectaciones por trazado mayores en comparación con las demás alternativas evaluadas, en puntos de inserción como el generado entre la Av. Carrera 68 - Carrera 68h y Canal Rionegro - Calle 80 al costado norte del Homecenter.
- 4.90 El caso de las alternativas del corredor del Canal Rionegro, a pesar de ser de tipología elevada, quedan castigadas ya que, al insertar las edificaciones laterales de acceso sobre espacio público existente, éstos no generan metros cuadrados nuevos de espacio público, de acuerdo con la metodología utilizada.

- 4.91 Por otra parte, es importante mencionar que las afectaciones por trazado son menores y por lo tanto hay mayor potencial de generación de espacio público en el área de inserción de estaciones, ya que la mayor cantidad de metros cuadrados de espacio público generado, se dan a partir de la inserción urbana de los edificios laterales de acceso, tal y como se explicó en la metodología.
- 4.92 En este sentido, esos espacios públicos que se generan corresponden proporcionalmente al número de estaciones y de accesos de cada alternativa. Por este motivo, las alternativas subterráneas son las que presentan menor proporción de espacio público generado, ya que los puntos de acceso a las estaciones subterráneas se localizan principalmente, y de acuerdo con la disponibilidad espacial, sobre el espacio público existente, y es solamente en los casos en los que es necesario, cuando estos puntos de acceso se localizan sobre predios afectados, y se genera a su alrededor espacio público nuevo.
- 4.93 A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este indicador por alternativa. En el Anexo D. Componente Urbano Paisajístico, se encuentran algunos ejemplos tipo de los diferentes casos en los que la inserción urbana del trazado y estaciones generan estos espacios públicos nuevos.

Tabla 4.30 Resultados del indicador Potencial de generación de Espacio Público

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Potencial de Generación de Espacio Público Área (m2)
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	10.654
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	10.654
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	20.910
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	21.824
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	9.353
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	8.233
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	11.634
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	12.440
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	14.321
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	8.253
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	15.460
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	9.314
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	12.335
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	14.200

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.111 Resultados del indicador Potencial de generación de Espacio Público

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios

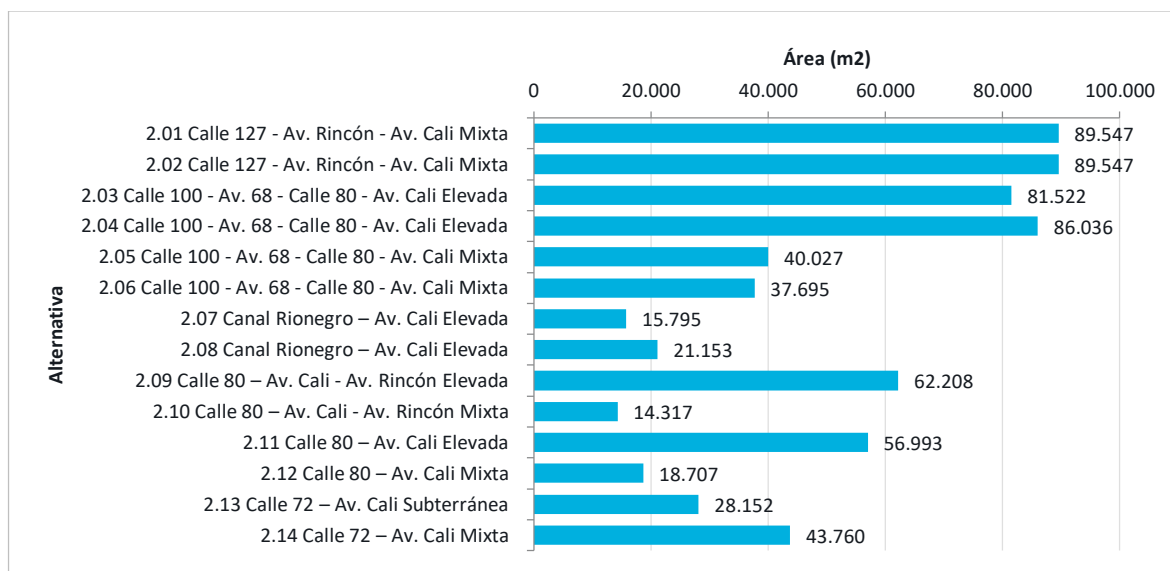
- 4.94 Para este indicador, basado en la concepción inicial del estudio llevado a cabo para la PLMB, se tiene en consideración el potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios de las manzanas del ámbito de influencia de proyecto (primera manzana adyacente), que, por la inserción del trazado y estaciones, pueden ser objeto de nuevos desarrollos.
- 4.95 De acuerdo con la metodología utilizada, los insumos para este indicador son el trazado y localización de estaciones, la tipología de inserción y el número de estaciones. El principal factor que penaliza a las alternativas que resultan con menor puntaje es el de la tipología subterránea, ya que, en estas alternativas, al no requerir la inserción urbana de edificaciones laterales de acceso, el potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios queda limitado. El principal factor que beneficia a las alternativas con mayor puntaje es, por tanto, la tipología elevada, en la cual se requiere la inserción urbana de edificaciones laterales de acceso, que son el elemento principal de generación de potencial de desarrollo inmobiliario. La tipología de las manzanas de los diferentes corredores es también un factor que beneficia a las alternativas mejor puntuadas ya que, de acuerdo con la metodología utilizada, se contabiliza la primera manzana adyacente al trazado en los puntos de inserción de los edificios de acceso y, por tanto, los sectores con manzanas de mayor tamaño resultan con un área mayor de potencial de desarrollo inmobiliario.
- 4.96 De acuerdo con lo anterior, las alternativas que mayor área de potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios arrojan y por ende las mejor calificadas para este indicador, son las elevadas, ya que es en éstas, en las que se requiere mayor afectación predial para llevar a cabo la inserción urbana de los edificios laterales de acceso a las estaciones. El potencial, por lo tanto, está dado por la oportunidad generada por la afectación predial que configura áreas residuales en las que, asociado al proyecto de transporte masivo, se pueden configurar proyectos inmobiliarios buscando un mayor aprovechamiento del suelo con mayores densidades y mezcla de usos.

- 4.97 Este es el caso de las alternativas 2.01 y 2.02. Calle 127 - Av. Rincón - Av. Cali, 2.03 y 2.04. Calle 100 - Av. 68 - Calle 80 - Av. Cali, 2.09. Calle 80 – Av. Cali - Av. Rincón y 2.11. Calle 80 – Av. Cali, todas con tipología de inserción elevada. A este respecto, la excepción son las alternativas 2.07 y 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali ambas de tipología elevada, ya que por la amplitud de la sección y la disponibilidad de espacio para desarrollar estaciones de tipo mezzanine (con acceso directo), no se presentan tantos casos de manzanas con potencial de desarrollo inmobiliario.
- 4.98 Las alternativas subterráneas, por tanto, presentan los menores puntajes en este indicador como se presenta en la tabla de resultados a continuación. En el Anexo D. Componente Urbano Paisajístico, se presentan algunos ejemplos tipo, de varias de las alternativas, de los diferentes casos en los que la inserción urbana del trazado y estaciones generan estos espacios de oportunidad para nuevos desarrollos inmobiliarios.

Tabla 4.31 Resultados del indicador Potencial de desarrollo de proyectos

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Potencial de Desarrollo de Proyectos Área (m2)
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	89.547
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	89.547
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	81.522
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	86.036
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	40.027
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	37.695
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	15.795
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	21.153
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	62.208
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	14.317
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	56.993
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	18.707
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	28.152
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	43760

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.112 Resultados del indicador Potencial de desarrollo de proyectos

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Potencial de renovación urbana

- 4.99 Para este indicador, se consideran como áreas con potencial de renovación urbana, aquellas localizadas en ámbito de influencia del proyecto (primera manzana adyacente) de acuerdo con la inserción urbana del mismo, cuyo Tratamiento Urbanístico definido de acuerdo con el POT en formulación, es el de Renovación urbana.
- 4.100 La evaluación de las áreas con potencial de renovación urbana, de acuerdo a la metodología utilizada, se lleva a cabo a partir de los tratamientos urbanísticos del POT en formulación. Sin embargo, la definición final del trazado de una nueva infraestructura de metro, tendrá como consecuencia un efecto sobre el propio POT, ya que las zonas adyacentes al trazado serán zonas destinadas a procesos de renovación urbana.
- 4.101 De acuerdo con la metodología empleada para el cálculo del indicador y como se presentará a continuación, este indicador beneficia a aquellas alternativas con mayor área de manzana (dentro de ámbito del proyecto) en tratamiento de renovación urbana a lo largo del trazado y, por lo tanto, penaliza a aquellas con menor área de manzana en dicho tratamiento urbanístico. Además, como elemento moderador, se identifica la tipología de tamaño de manzana, en dónde, a mayor tamaño mayor potencial.
- 4.102 En concordancia con lo anterior, se evidencia que las alternativas con mayor potencial son las de la Calle 100 - Av. 68 - Calle 80 - Av. Cali, al ser los trazados con mayor área de manzanas en tratamiento de Renovación Urbana. Dentro de las alternativas analizadas con el trazado en mención (2.03, 2.04, 2.05 y 2.06), se evidencia, que la alternativa 2.06, aunque tiene el mismo trazado, arroja un potencial en términos de área un poco mayor, al ser una línea nueva de tipología subterránea. Esto dado que para efectos operacionales el trazado se plantea iniciando sobre la Calle 100 al oriente de la Autopista Norte.

- 4.103 Por otro lado, las alternativas con menor potencial de renovación urbana en términos de área son la 2.07 y 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali, seguido de la 2.13 y 2.14. Calle 72 – Av. Cali y la 2.11 y 2.12. Calle 80 – Av. Cali. Las dos primeras, representan las alternativas con menor área con tratamiento de renovación, en donde se evidencia una predominancia del tratamiento de consolidación urbanística. Por su parte respecto a las cuatro siguientes mencionadas, se evidencia que, aunque tienen a lo largo del trazado manzanas en tratamiento de renovación urbana, el tamaño de manzana es menor especialmente en el corredor de la Calle 72.
- 4.104 A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este indicador por alternativa. En el Anexo D, Componente Urbano Paisajístico, se encuentran los mapas realizados para el cálculo del presente indicador.

Tabla 4.32 Resultados de renovación urbana

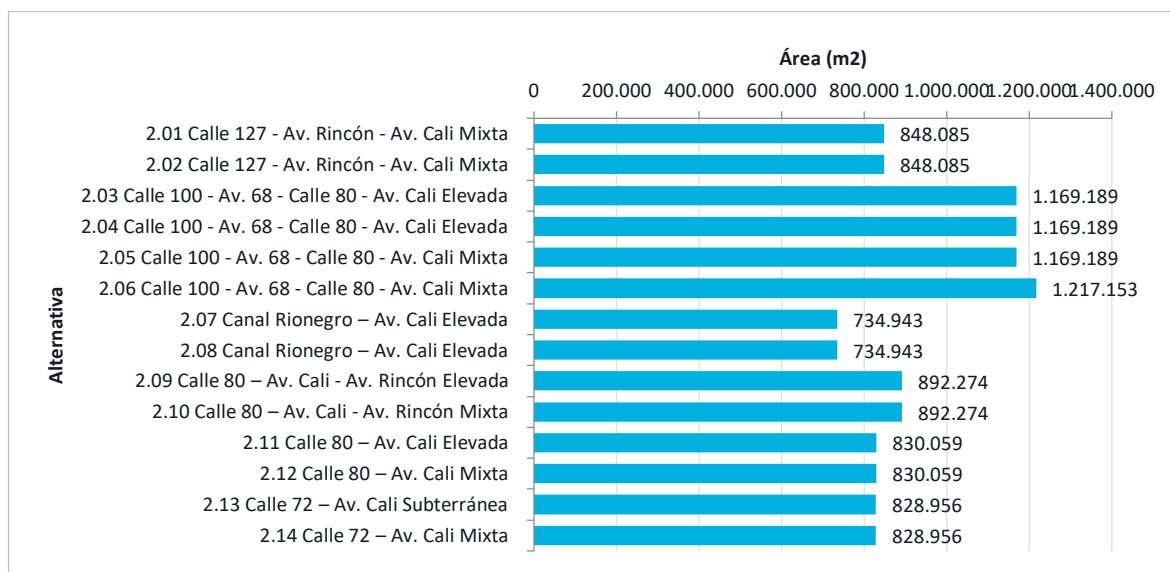
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Potencial de renovación urbana (m2)
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	848.085
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	848.085
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	1.169.189
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1.169.189
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	1.169.189
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1.217.153
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	734.943
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	734.943
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	892.274
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	892.274
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	830.059
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	830.059
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	828.956
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	828.956

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.105 El resultado entre la alternativa 2.05 y la alternativa 2.06, varía debido a que en la alternativa 2.05, la extensión de la PLMB se desarrolla mediante una curva que permite que el trazado que discurre sobre la Autopista Norte, gire hacia el occidente antes de la intersección y tome la Calle 100. En cambio, en la alternativa 2.06, al ser línea nueva, el trazado de la PLMB llega hasta la Calle 100 sobre el corredor de la Autopista Norte, y el trazado de la línea nueva empieza de manera perpendicular sobre la Calle 100, iniciando al oriente de la Autopista Norte. De esta manera, se contabilizan como áreas con potencia de renovación urbana las manzanas adicionales adyacentes,

tal y como se puede ver en el Anexo 3 - Componente Urbano-Paisajístico, páginas 35 (alternativa 2.05) y página 36 (alternativa 2.06)."

Figura 4.113 Potencial de renovación urbana



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico

- 4.106 Para este indicador, se consideran como áreas de afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico, aquellas localizadas en ámbito de influencia del proyecto (primera manzana adyacente) de acuerdo con la inserción urbana del mismo, cuyo Tratamiento Urbanístico definido de acuerdo con el POT en formulación, es el de Conservación.
- 4.107 De acuerdo con la metodología empleada para el cálculo del indicador y como se presentará a continuación, este indicador beneficia a aquellas alternativas con menor área de manzana (dentro de ámbito del proyecto) en tratamiento de conservación a lo largo del trazado y, por lo tanto, penaliza a aquellas con mayor área de manzana en dicho tratamiento urbanístico.
- 4.108 Además, las alternativas de tipología subterránea presentan mejores resultados (sin o con menor afectación) en comparación con las de tipología elevada, ya que para éstas alternativas, no se considera el paso del trazado subterráneo como elemento de afectación negativa a los barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico. Finalmente, como elemento moderador, se identifica la tipología de tamaño de manzana, en dónde, a mayor tamaño de manzana mayor afectación.
- 4.109 En concordancia con lo anterior, se evidencia que las alternativas con menor afectación son aquellas cuya tipología de inserción es subterránea, dado que suponen una nula o menor área de afectación, al contar con menor área de manzanas en tramos elevados o a nivel. A pesar de lo anterior, se evidencia que las alternativas 2.05 y 2.06 Calle 100 - Av. 68 - Calle 80 - Av. Cali de tipología subterránea, son una excepción, puesto que tienen un tramo sobre la Autopista Norte, correspondiente a la extensión de la PLMB con la Calle 100, tramo en el cual se concentra un área

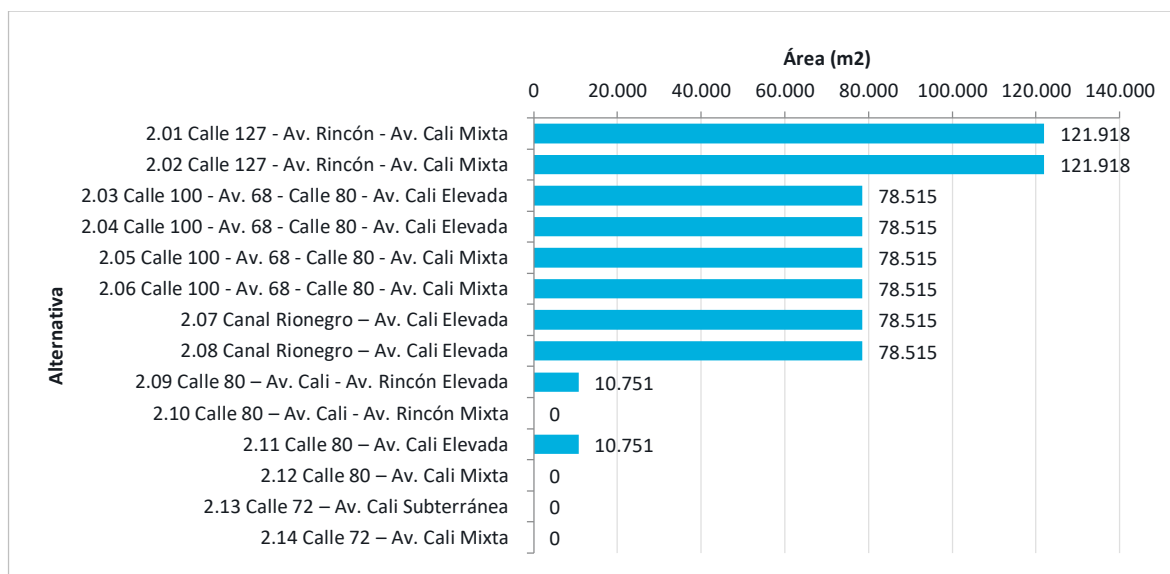
en tratamiento de Conservación al costado occidental de corredor (correspondiente al barrio Polo Club) que es consistente en todas las alternativas con este tramo.

- 4.110 En el caso de las alternativas 2.09 Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón y 2.11 Calle 80–Av. Cali de tipología elevada, las cuales arrojan un área baja de afectación en comparación con las demás tipologías elevadas, se evidencia que el resultado se da debido a que estas no cuentan con el tramo de extensión de la PLMB a la Calle 100 con el que, si cuentan las demás de esta tipología, por tanto el área resultante, corresponde a áreas de conservación del costado norte del corredor del barrio el Polo Club.
- 4.111 Son, por lo tanto, las alternativas elevadas las que suponen mayor afectación a las estructuras y barrios patrimoniales de la ciudad, siendo las alternativas 2.01 y 2.02 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali, las que mayor área en tratamiento de Conservación presentan.
- 4.112 A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este indicador por alternativa. En el Anexo D. Componente Urbano Paisajístico, se encuentran los mapas realizados para el cálculo del presente indicador.

Tabla 4.33 Resultados del indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico Área (m2)
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	121.918
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	121.918
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	78.515
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	78.515
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	78.515
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	78.515
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	78.515
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	78.515
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	10.751
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	-
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	10.751
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	-
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	-
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	-

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.114 Resultados del indicador Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Proximidad con edificaciones

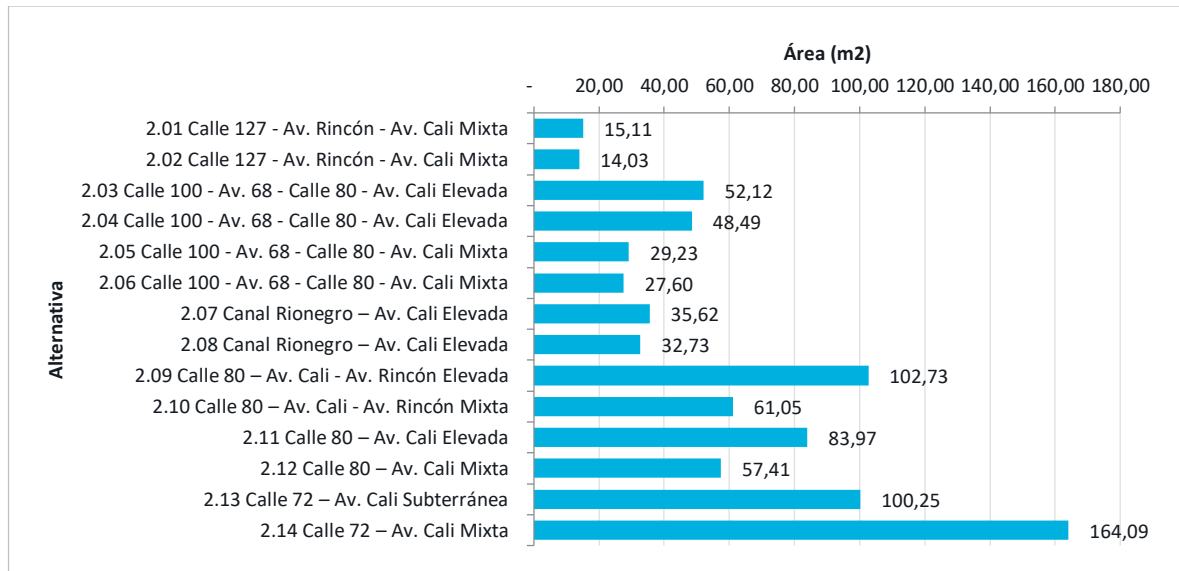
- 4.113 El indicador de proximidad con edificaciones arroja como resultado el promedio de metros lineales que separan el proyecto de las edificaciones identificando así los tramos más cercanos al proyecto en su ámbito de influencia (primera manzana adyacente).
- 4.114 De acuerdo con la metodología utilizada, los insumos para este indicador son el trazado y localización de estaciones, la tipología de inserción, el número de estaciones y la ubicación y tipología de las fachadas existentes. El principal factor que penaliza a las alternativas que resultan con menor puntaje es el de la tipología elevada, ya la distancia de medición se lleva a cabo desde el borde de la estructura, tal y como se explicó en la metodología. El principal factor que beneficia a las alternativas con mayor puntaje es, por tanto, la tipología subterránea, en la cual la distancia de medición se hace desde el eje del trazado, y no desde el borde de la estructura. Así mismo, los perfiles viales con mayor sección presentan mejores resultados que aquellos con un perfil de menor sección.
- 4.115 De acuerdo con la metodología planteada para su medición y criterios utilizados de acuerdo con la tipología de inserción, el indicador favorece a las alternativas que se insertan en los corredores con mayor sección, como es el caso de las alternativas 2.01 y 2.02. Calle 127 - Av. Rincón - Av. Cali.
- 4.116 En concordancia con lo anterior, las alternativas con mayor afectación de fachadas son las que se insertan en corredores con menor sección en comparación con las demás, en este caso las alternativas 2.09. Calle 80 – Av. Cali - Av. Rincón, 2.11. Calle 80 – Av. Cali, 2.13. Calle 72 – Av. Cali y 2.14 Calle 72 – Av. Cali. Aunque la alternativa 2.13 es de tipología subterránea y se cuantifica con una distancia de referencia menor, presenta igualmente una sección angosta y por tanto una mayor afectación en distancia a las cimentaciones. Lo mismo sucede con la alternativa 2.14 cuya tipología es mixta.

- 4.117 A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este indicador por alternativa, para lo cual el resultado total en metros lineales es normalizado por la longitud total del trazado, por lo que se obtiene la afectación en metros lineales por longitud del trazado.
- 4.118 En el Anexo D. Componente Urbano Paisajístico, se encuentran algunos ejemplos tipo de los diferentes casos en los que la inserción urbana del trazado y estaciones generan mayor afectación por la proximidad con edificaciones.

Tabla 4.34 Resultados del indicador Proximidad con edificaciones

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Proximidad con edificaciones Afectación (ml) por Longitud (Km)
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	15.11
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	14.03
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	52.12
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	48.49
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	29.23
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	27.60
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	35.62
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	32.73
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	102.73
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	61.05
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	83.97
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	57.41
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	100.25
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	164.09

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.115 Resultados del indicador Proximidad con edificaciones

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Impacto visual

- 4.119 Para este indicador, se calcula la proporción de área construida sobre área libre por efectos de inserción tanto del trazado como de las estaciones. En donde, para la medición de la proporción en mención, en los casos en los que la inserción corresponde al área construida por efectos del trazado, se establecen tramos homogéneos de acuerdo con las características del perfil vial existente y se plantea el diseño urbano conceptual en sección de la infraestructura férrea sin estación. En los casos en donde hay inserción de estación, por su parte, se plantea el diseño urbano conceptual en sección de la estación de acuerdo con su tipología arquitectónica (Interconexión axial, sencilla o tipo mezzanine).
- 4.120 De acuerdo con la metodología empleada para el cálculo del indicador y como se presentará a continuación, este indicador beneficia a aquellas alternativas de tipología subterránea (sin o con menor afectación) en comparación con las de tipología elevada. Así mismo, el tamaño del perfil vial juega para este indicador un papel importante, puesto que a menor sección mayor impacto visual se genera y viceversa.
- 4.121 Finalmente, como elemento moderador, se identifica la altura de las edificaciones, en donde las edificaciones de menor altura (1 o 2 pisos) representan menor afectación que los de mayor altura. Lo anterior, teniendo en cuenta que la proporción de área construida sobre área libre se calcula teniendo en cuenta tanto el entorno construido existente como la transformación de este por la inserción del sistema.
- 4.122 En este indicador, las alternativas que menor impacto visual generan, en consecuencia, con lo anterior, son aquellas cuya tipología es subterránea. Por su parte, las alternativas elevadas son las que mayor impacto visual generan, siendo las alternativas 2.07 y 2.08. Canal Rionegro – Av. Cali las que mayor proporción de área construida sobre área libre generan por el tramo comprendido entre la Av. Suba y la Av. Cra 68, seguido de las alternativas 2.01 y 2.02. Calle 127 - Av. Rincón - Av.

Cali, dado su grado de consolidación y presencia de edificios en altura especialmente ente la Autopista Norte y la Av. Suba.

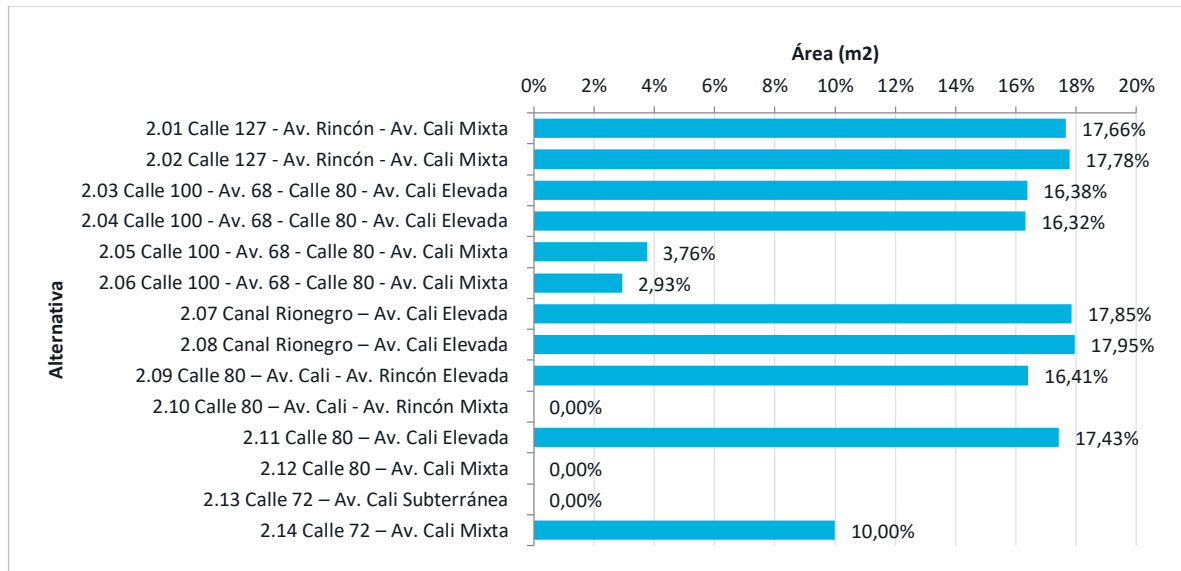
- 4.123 A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este indicador por alternativa. En el Anexo D. Componente Urbano Paisajístico, se encuentran algunos ejemplos tipo de cómo se calculó la proporción en mención.

Tabla 4.35 Resultados del indicador Impacto Visual

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Impacto Visual % de área construida sobre área libre
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	17.7%
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	17.8%
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	16.4%
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	16.3%
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	3.8%
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2.9%
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión Calle 87	17.9%
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	17.9%
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	16.4%
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	0.0%
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	17.4%
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0.0%
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0.0%
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	10.0%

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.116 Resultados del indicador Impacto Visual



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

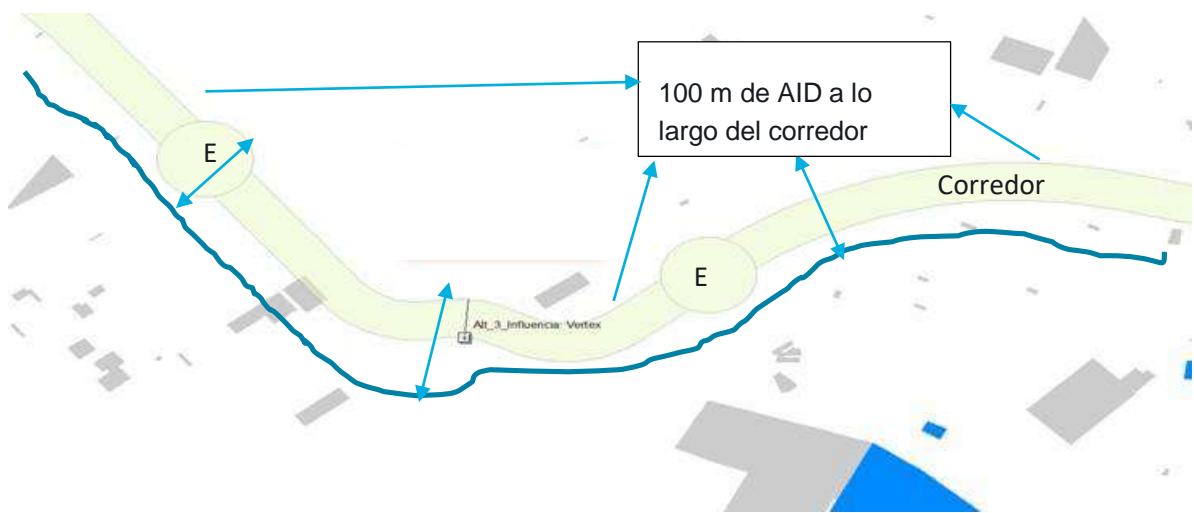
Componente Afectación Social

4.124 A continuación, se presenta la metodología para la evaluación de los indicadores para el presente componente, respecto a las alternativas seleccionadas inicialmente para esta segunda fase del estudio de expansión de la primera línea del metro de Bogotá PLMB.

Determinación de indicadores sociales y definición de área de influencia directa

4.125 Una vez propuesta la ubicación preliminar de las estaciones de cada alternativa, se realiza el análisis de los Bienes de Interés Cultural (BIC) Distritales, Nacionales y los Equipamientos Urbanos. Lo anterior por medio de GIS - sigla en inglés (Geographical Information System) o SIG, generando un Buffer o Zona de Influencia de 100 metros; 50 metros a la derecha y 50 metros a la izquierda del eje del trazado, en las zonas de corredor para cada alternativa y con un radio de 100 metros para cada Estación, como se muestra en las figuras 4.117 y 4.118

Figura 4.117 Área de influencia directa en el corredor



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogota.

Figura 4.118 Área de influencia directa en las estaciones



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 200.

Afectación a la infraestructura o equipamiento social

- 4.126 Se realizó una selección por localización en donde se pueden identificar los elementos que se interceptan con la zona de influencia determinanda. Esto se realiza para cada alternativa por separado. En Anexo E para el Componente de Afectación Social se puede evidenciar las tablas con la cuantificación de equipamientos sociales por categoría y por alternativa.
- 4.127 En la tabla 2.59 es posible identificar el total de equipamientos sociales comunitarios identificados en cada una de las catorce (14) alternativas iniciales propuestas para la fase 2 del proyecto de extensión de la PLMB-T1. Así mismo, se señala que se adicionó una nueva alternativa la cual corresponde a Alternativa 14.

4.128 A continuación, se presenta el análisis de este indicador para cada una de las catorce (14) alternativas seleccionadas para el primer escenario y distribuidos así según la categorización establecida por la Secretaría de Planeación del Distrito y contemplada en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá:

- **Alternativa 2.01** con un total de 36 equipamientos:
 - nueve (9) pertenecen a la categoría 2 Colectivo Educación,
 - once (11) equipamientos en la categoría 3 Colectivo de Salud,
 - dos (2) en la categoría 4 Colectivo de Bienestar Social;
 - uno (1) en el colectivo 5 equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - siete (7) pertenecen a equipamientos para los Cultos Religiosos,
 - seis (6) corresponden a equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos.

Los equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y la Seguridad Alimentaria, la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, para Recintos Feriales y para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.02** con un total de 36 equipamientos:
 - nueve (9) pertenecen a la categoría 2 Colectivo de Educación,
 - once (11) equipamientos en la categoría 3 Colectivo de Salud,
 - dos (2) equipamientos en la categoría 4 del Colectivo de Bienestar Social,
 - uno (1) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - siete (7) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos
 - seis (6) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos.

Los equipamientos para la categoría 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.03** con un total de 27 equipamientos:
 - ocho (8) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - tres (3) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
 - dos (2) equipamientos en la categoría 4 Colectivo de Bienestar Social,
 - dos (2) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - ocho (8) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos;
 - tres (3) corresponden a la categoría 8 Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
 - uno (1) corresponde a la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los Equipamientos para la categoría 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.04** con un total de 27 equipamientos:
 - Ocho (8) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - Tres (3) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
 - Dos (2) equipamientos en la categoría 4 Colectivo de Bienestar Social,
 - Dos (2) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - Ocho (8) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
 - Tres (3) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
 - Uno (1) corresponde a la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los equipamientos para la categoría 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, o se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.05** con un total de 9 equipamientos:
 - Uno (1) pertenece a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - Dos (2) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
 - Uno (1) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de Equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - Dos (2) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
 - Dos (2) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
 - Uno (1) corresponde a la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los Equipamientos para la categoría 4 del Colectivo de Bienestar Social, la categoría 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, o se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.06** con un total de 9 equipamientos:
 - Uno (1) pertenece a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - Dos (2) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
 - Uno (1) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de Equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - Dos (2) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
 - Dos (2) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
 - Uno (1) corresponde a la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los Equipamientos para las categorías 4 del Colectivo de Bienestar Social, la categoría 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.07** con un total de 8 equipamientos;
 - Dos (2) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,

- Uno (1) equipamiento identificado que pertenece a la categoría 4 del Colectivo de Bienestar Social,
- Tres (3) espacios en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
- Uno (1) pertenece a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos.
- Uno (1) corresponde a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos.

Los equipamientos que pertenecen a las categorías 3, 6, 9, 10 y 11 que representan los colectivos de equipamientos para la salud, el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, equipamientos para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, equipamientos para Recintos Feriales y equipamientos para Cementerios y Servicios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.08** con un total de 8 equipamientos;
 - Dos (2) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - Uno (1) equipamientos identificados que pertenecen a la categoría 4 Colectivo de Bienestar Social,
 - Tres (3) espacio en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - Uno (1) pertenece a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos.
 - Uno (1) corresponde a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos.

Los equipamientos que pertenecen a las categorías 3, 6, 9, 10 y 11 que representan los colectivos de equipamientos para la salud, el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, equipamientos para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, equipamientos para Recintos Feriales y equipamientos para Cementerios y Servicios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.09** con un total de 20 equipamientos:
 - Cinco (5) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - Cinco (5) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
 - Tres (3) equipamientos en la categoría 4 Colectivo de Bienestar Social,
 - Uno (1) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
 - Dos (2) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
 - Dos (2) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
 - Dos (2) corresponde a la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los Equipamientos para la categoría 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.10** con un total de 11 equipamientos:
 - Tres (3) pertenecen al Colectivo Educación,

- Dos (2) equipamientos que corresponden al Colectivo de Salud,
- Uno (1) equipamiento en la categoría 4 Colectivo de Bienestar Social,
- Uno (1) en el colectivo 5 de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
- Uno (1) pertenece a equipamientos 7 para los Cultos Religiosos,
- Dos (2) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
- Uno (1) equipamiento que corresponde a la categoría 9 para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los equipamientos que representan las categorías 6, 10 y 11 que corresponden a los Colectivos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, Recintos Feriales y Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.11** con un total de 13 equipamientos:

- Tres (3) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
- Tres (3) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
- Uno (1) en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
- Tres (3) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
- Dos (2) corresponden a la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
- Uno (1) corresponde a la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los Equipamientos para las categorías 4. Equipamientos para el Bienestar Social, 6. Equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, categoría 10. Equipamientos para Recintos Feriales y la categoría 11. Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.12** con un total de 13 equipamientos:

- Cuatro (4) pertenecen al Colectivo Educación,
- Dos (2) equipamientos en la categoría 3. Colectivo de Salud,
- Uno (1) en el colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
- Tres (3) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
- Dos (2) corresponden a equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,
- Uno (1) equipamiento que corresponde a la categoría 9 para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los equipamientos que representan las categorías 4, 6, 10 y 11 y que corresponden a los Colectivos para el Bienestar Social, para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, para Recintos Feriales y para Cementerios y Servicios Funerarios, no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.13** con un total de 8 equipamientos;

- Dos (2) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
- Uno (1) espacio en la categoría 5 que corresponde al colectivo de equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques,
- Dos (2) pertenecen a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,

- Dos (2) equipamientos que representan la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos
- Uno (1) equipamiento que representan la categoría 9. Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia.

Los equipamientos que pertenecen a las categorías 3, 4, 6, 10 y 11 que representan los colectivos de equipamientos para la salud, el Bienestar Social, el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, Equipamientos para Recintos Feriales y Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, respectivamente no se identificaron en esta alternativa.

- **Alternativa 2.14** con un total de 12 equipamientos;
 - Dos (2) pertenecen a la categoría 2. Colectivo de Educación,
 - Dos (2) equipamientos en la categoría 4. Colectivo de Bienestar Social,
 - Tres (3) pertenece a la categoría 7. Equipamientos para los Cultos Religiosos,
 - Cinco (5) equipamientos que representan la categoría 8. Equipamientos para los Servicios de Administración Pública y los Servicios Básicos,

Los equipamientos que pertenecen a las categorías 3, 5, 6, 9, 10 y 11 que representan los colectivos de equipamientos para la Salud, la Recreación, Deportes y Parques, para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, Equipamientos para Recintos Feriales y Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, respectivamente no se identificaron en esta alternativa.

Es así que las categorías representadas en la investigación y análisis elaborado para la evaluación del indicador “*Afectación a la infraestructura o equipamiento social*” del Componente Afectación Social en la Matriz Multicriterio, permitió identificar el total de equipamientos por cada una de las categorías, así:

- Categoría 2 - Equipamientos para la Educación, un total de diecisiete (17) equipamientos,
- Categoría 3 - Equipamientos para la Salud, un total de doce (12) equipamientos,
- Categoría 4 - Equipamientos para Bienestar Social, un total de siete (7) equipamientos,
- Categoría 5 - Equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques, un total de seis (6) equipamientos,
- Categoría 7 - Equipamiento para Cultos Religiosos, un total de catorce (14) equipamientos,
- Categoría 8 - Equipamientos para Servicios de Administración Pública y Servicios Básicos, un total de doce (12) equipamientos,
- Categoría 9 - Equipamiento para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, un total de dos (2) equipamientos.
- Los equipamientos que pertenecen a las categorías 6, 10 y 11 que representan los colectivos de equipamientos para el Abastecimiento de Alimentos y Seguridad Alimentaria, Equipamientos para Recintos Feriales y Equipamientos para Cementerios y Servicios Funerarios, respectivamente no se identificaron en ninguna de las catorce (14) alternativas analizadas y evaluadas de la fase II. **Ver Anexo E** Componente Afectación Social.

Se precisa que, para efectos de la presente evaluación, fue necesario replantear el número de equipamientos que conforman cada uno de los indicadores del Componente de Afectación Social,

en razón a que las catorce (14) alternativas analizadas inicialmente - incluida la Alternativa 14-, toda vez que se sustrajo la información referida a la extensión Calle 100.

- 4.129 Los equipamientos de la categoría 1. Equipamientos para la Cultura (Bienes de Interés Cultural y Patrimonial del ámbito Nacional y Distrital) contenidos en el resumen antes mencionado, si bien están cuantificados, no se toman para la base del indicador *“Afectación a la infraestructura o equipamiento social”*, toda vez que ellos se referencian en el *indicador “Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal”*. Por otro lado, de las once (11) categorías para los colectivos de equipamientos que presenta la Secretaría Distrital de Planeación para el Distrito Capital, se identificaron equipamientos que pertenecen a ocho (8) de las categorías desarrolladas en el Sistema de Equipamientos, en razón a que las categorías 6, 10 y 11 no evidencian la presencia de equipamientos de estas categorías en ninguna de las catorce (14) alternativas analizadas y evaluadas.
- 4.130 Es de anotar que las afectaciones a estos equipamientos serán menores, toda vez que el trazado se realizó en corredores en donde existe vía, los cuales cuentan con los espacios suficientes denominados franjas de protección de vía, franjas de protección ambiental, espacio público acorde con las especificaciones técnicas determinadas por cada proyecto. Se debe buscar que los impactos a los equipamientos y las afectaciones sean lo menos posible. Si el impacto es muy relevante, se debe proceder no con la compra del predio, pero si con la sustitución del equipamiento en otro espacio del sector o barrio al que pertenezca y es responsabilidad del Concesionario garantizar el servicio y la cobertura en el menor tiempo posible, de tal manera que la afectación sea temporal.
- 4.131 Para las alternativas que presentan trazado subterráneo, solo se adoptaron los equipamientos sociales comunitarios que están ubicados en las áreas de interferencia referidas a las estaciones.
- 4.132 En cuanto a los impactos o afectaciones a equipamientos sociales comunitarios de presentarse, se evidenciarán en fachadas, antejardines, andenes particularmente. De presentarse otras afectaciones mayores se debe proceder a conciliar con las Juntas de Acción Comunal en principio, toda vez que los equipamientos sociales comunitarios en la mayoría de los casos están bajo la protección de estas organizaciones y otras se encuentran bajo la responsabilidad de la administración distrital y en algunas ocasiones de las Juntas Administradoras Locales. Se sugiere evitar impactar la cobertura de atención comunitaria que brinda cada equipamiento y los servicios de cada colectivo.
- 4.133 En cuanto a los impactos de orden social, se debe minimizar a partir de brindar información permanente a las comunidades, garantizar el dialogo abierto para evitar las vías de hecho, construir una cultura de conciliación para minimizar los riesgos asociados con los tiempos fijados por cronograma de obra y la elevación de los costos respecto de los inicialmente propuestos.
- 4.134 Por otro lado, es importante mencionar que los riesgos asociados al componente de afectación social, están referidos básicamente a la alteración que pueden llegar a presentar los equipamientos sociales relacionados con los servicios que presta a la ciudadanía de cada sector y se reflejará en la cobertura poblacional de los mismos. Tabla 4.36

Tabla 4.36 Resultados del indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	36
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	36
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	27
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	27
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	9
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	9
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión	8
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	8
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	20
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	15
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	13
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	7
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	8
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	12

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal

- 4.135 En el trazado que presentan las catorce (14) alternativas definidas para fase 2, se identificaron tres (3) equipamientos que corresponden al colectivo de Equipamientos para la Cultura, acorde a lo mencionado en la descripción del indicador anterior.
- 4.136 Los equipamientos con valor patrimonial o cultural identificados corresponden a inmuebles de Interés Cultural, de acuerdo con los lineamientos definidos como patrimonio en Bogotá D.C. El patrimonio construido está conformado por los Bienes de Interés Cultural, los cuales están constituidos por: sectores, inmuebles, elementos del espacio público, caminos históricos y bienes arqueológicos que tengan un interés histórico, artístico, arquitectónico y urbanístico. Estos se dividen en dos grupos, los sectores de Interés Cultural y los inmuebles de Interés Cultural.
- 4.137 En este entendido, se identificaron tres (3) equipamientos de los cuales dos (2) corresponden a Bienes de Interés Cultural – BIC del ámbito nacional y un (1) BIC del ámbito distrital, los cuales se relacionan a continuación:
- Monumento a Los Héroes cuya declaratoria de bien de interés cultural del ámbito nacional, soportada en la Resolución 395 del 22 de marzo de 2006,

- Escuela Militar de Cadetes José María Córdova con Resolución 752 del 30 de julio de 1998, que la declara como bien de interés cultural del ámbito nacional,
- Monumento a Rodrigo Lara Bonilla corresponde a un Bien de Interés Cultural - BIC del ámbito distrital, es de anotar que no cuenta con resolución de declaratoria, pero está a cargo del Distrito Capital.

4.138 Es importante mencionar que la Escuela Militar de Cadetes José María Córdova además de estar categorizado por el Ministerio de Cultura como un bien de interés cultural del ámbito nacional, presenta una doble connotación, toda vez que está contemplado en la categoría 9 Equipamiento para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia, en virtud a que esta aglutina equipamientos dedicados a la defensa y protección civil, acuartelamiento, entrenamiento y operación de los cuerpos armados del Estado; centro de reclusión, penitenciarias, cárceles y centros de rehabilitación, como también instituciones dedicadas a la salvaguarda de las personas y bienes. Incluye entre otros los CAI, las Estaciones de Policía, Bomberos y la Defensa Civil.

4.139 La tabla 4.37 permite identificar el total de equipamientos con valor patrimonial o cultural identificados en cada una de las catorce (14) alternativas propuestas para fase 2 del estudio de extensión de la PLMB-T1.

Tabla 4.37 Resultados del indicador Afectación a zonas con valor patrimonial o cultural

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Afectación a zonas con valor patrimonial o cultural
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	2
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	2
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	1
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	1
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	0
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión	2
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	2
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	0
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	2
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Valoración de Alternativas

- 4.140 De acuerdo a lo identificado en el Componente de Afectación Social se establece que las Alternativas que procederían por la calificación obtenida mediante el proceso metodológico correspondería en primer lugar a la Alternativa 2.12 toda vez que, por tipo de línea mixta, presenta el menor número de equipamientos sociales comunitarios, siete (7) que se pueden ver afectados a futuro por el proceso constructivo. Es de anotar que esta alternativa no interfiere con ninguno de los equipamientos con valor patrimonial y cultural.
- 4.141 El segundo lugar lo ocupa la alternativa 2.13 en razón al tipo de línea subterránea y por el tipo de conexión Línea Nueva, en el trazado solo se identificaron ocho (8) equipamientos sociales comunitarios que se pueden ver afectados, los cuales están ubicados en sitios de intersección con estaciones. Está alternativa, no presenta interferencia sobre con ninguno de los equipamientos con valor patrimonial y cultural.
- 4.142 La tercera opción la presenta la alternativa 2.7 la cual presenta tipo elevada y por conexión corresponde extensión. Esta alternativa presenta ocho (8) equipamientos sociales comunitarios que se pueden ver afectados por el proceso constructivo. Es de resaltar que esta alternativa involucra afectaciones sobre dos (2) bienes de interés cultural, ambos del ámbito nacional.

Componente Beneficios Sociales

- 4.143 Resulta importante recordar que existen dos evaluaciones multicriterio que se promedian para cada alternativa, y responden a las prospectivas definidas para evaluar los beneficios sociales por mejoras en transporte:
- I. Oferta Conservadora
 - II. Oferta Optimista
- 4.144 La siguiente tabla resume las características de cada evaluación, según lo mencionado en entregables anteriores.

Tabla 4.38 Prospectivas de evaluación para el análisis de alternativas

Prospectiva	Visión	Corte temporal 2030	Corte temporal 2050	Integración con corredores férreos regionales
Conservadora	2014	Oferta 1	Oferta 2	Integrado
	2014	Oferta 1	Oferta 2	Integrado
Optimista	2014	Oferta 2	Oferta 3	Integrado
	2014	Oferta 2	Oferta 3	Integrado

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.145 En conjunto con el equipo de EMB y FDN se adelantaron revisiones de los parámetros de modelación, con el objeto de reflejar de una mejor manera las condiciones de calibración del modelo, resultado de revisiones desarrolladas con la SDM. Específicamente se adelantó una

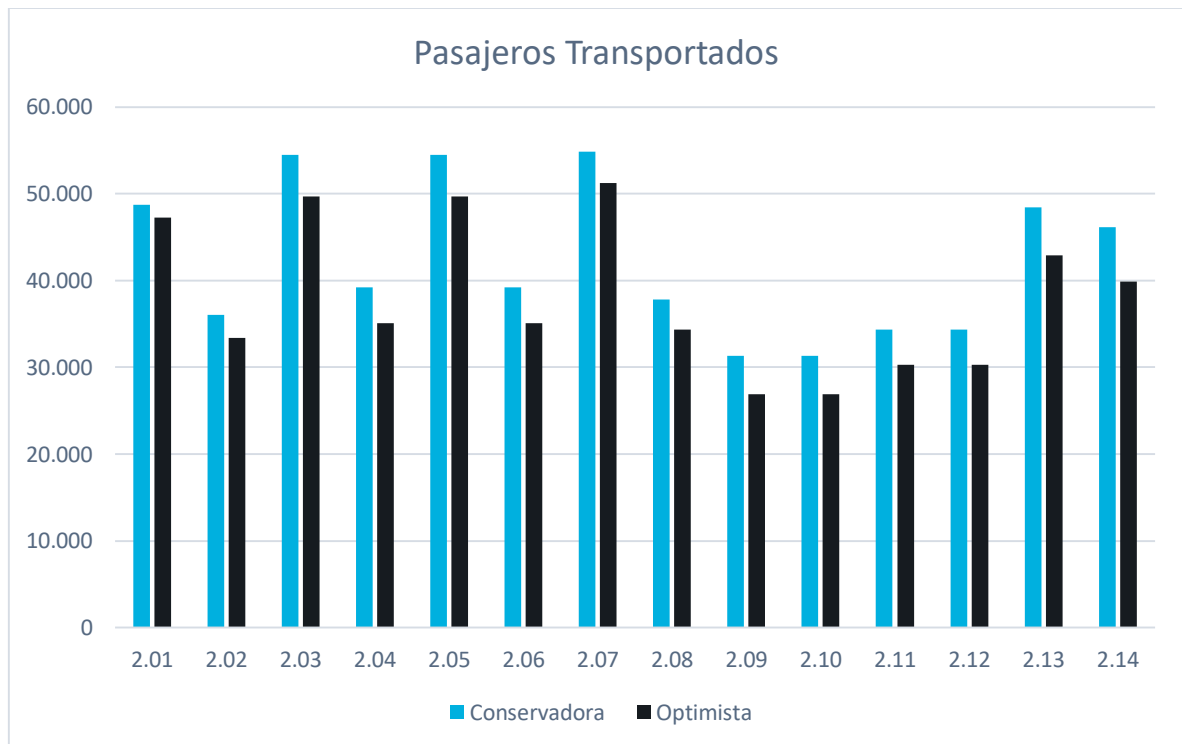
revisión en los tiempos de acceso a las estaciones de metro, situación que estaba penalizando el acceso de los usuarios al sistema metro dentro del modelo, situación que repercutía en la cantidad de pasajeros y carga máxima de las alternativas de extensión de la PLMB-T1.

- 4.146 Otro elemento modificado en los parámetros de modelación fue la velocidad comercial de metro. Por sugerencia de EMB, se calibró el modelo comercial de 40 km/hora, dados los parámetros técnicos de estructuración de la PLMB-T1 y en los ejercicios iniciales de modelación la velocidad era cercana a los 44 Km/h.

Pasajeros transportados (HP)

- 4.147 Para la estimación de este indicador se calcularon por medio del modelo de cuatro etapas los pasajeros transportados para cada alternativa y para el Status Quo, para los años de 2030 y 2050, para las ofertas conservadora y optimista. Tras obtener estos números se hizo una interpolación para estimar los pasajeros extra en hora pico para cada año entre 2030 y 2050 y después se dividió entre 20 para obtener el promedio anual de pasajeros adicionales en la hora pico.
- 4.148 Al comparar los resultados del indicador se ve como clara ganadora a la alternativa de la Calle 72-Av. Ciudad de Cali, con valores cercanos a los 70.000 pasajeros extra en promedio en los 20 años. Las siguientes alternativas mejor puntuadas son la Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali y Canal Rionegro – Av. Cali.

Figura 4.119 Pasajeros/ hpm extra en metro



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 4.39 Resultados del indicador Pasajeros Transportados

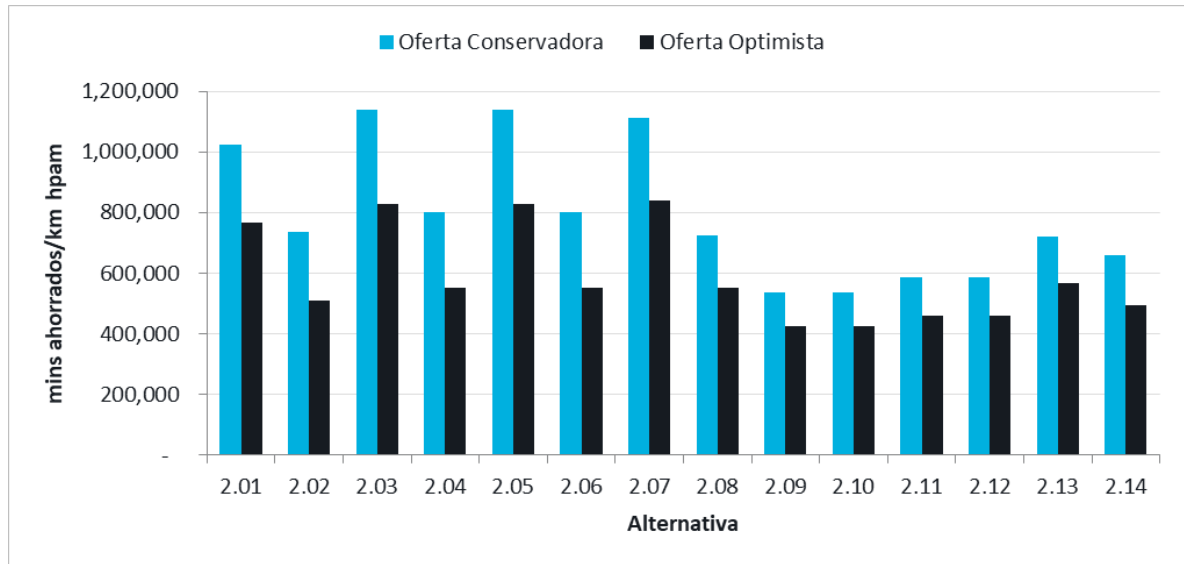
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (Pasajeros/HP AM)	Oferta optimista (Pasajeros/HP AM)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	48.715	47.270
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	36.031	33.409
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	54.511	49.696
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	39.236	35.108
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	54.511	49.696
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	39.236	35.108
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	54.825	51.211
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	37.822	34.371
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	31.339	26.879
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	31.339	26.879
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	34.321	30.260
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	34.321	30.260
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	48.419	42.927
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	46.145	39.911

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Ahorros en tiempo

- 4.149 Para la estimación del indicador se calcularon por medio del modelo de cuatro etapas el tiempo de viaje para cada alternativa y para el Status Quo, para los años de 2030 y 2050, para las ofertas conservadora y optimista. De manera similar al anterior indicador, se hizo una interpolación para estimar los minutos adicionales ahorrados en hora pico para cada año entre 2030 y 2050 y después se dividió entre 20 para obtener los minutos ahorrados promedio anual en la hora pico.
- 4.150 En los minutos ahorrados las alternativas con extensión de línea en lugar de línea nueva son las que representan un mayor ahorro en tiempos de viaje para la ciudad. Esto se debe al tiempo que se debe invertir en el transbordo para continuar el viaje en metro. Las alternativas de mejor puntuación son las de Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali, seguidas por Canal Rionegro – Av. Cali y Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali. De las alternativas con línea nueva, la de mejor ahorro es la de la Calle 72 – Av. Cali.

Figura 4.120 Minutos ahorrados/HPAM



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.151 Es preciso indicar que los resultados en la oferta conservadora para metro son mejores que para la oferta optimista, dado que en la última existe mayor oferta de transporte público (troncales) que permite a los usuarios solucionar su estrategia de viaje a través de otros modos de transporte público que no son metro. En la oferta conservadora, sólo se incluye la troncal Av. Carrera 68 y las troncales alimentadoras, que no le compiten a los usuarios del sistema metro.

Tabla 4.40 Resultados del indicador Ahorros de tiempo

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (mins/HPAM)	Oferta optimista (mins/HPAM)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	1,024,781	766,596
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	736,294	510,881
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	1,139,273	829,520
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	802,095	551,162
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	1,139,273	829,520
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	802,095	551,162
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	1,111,954	838,319
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	724,254	553,325
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	534,357	425,451

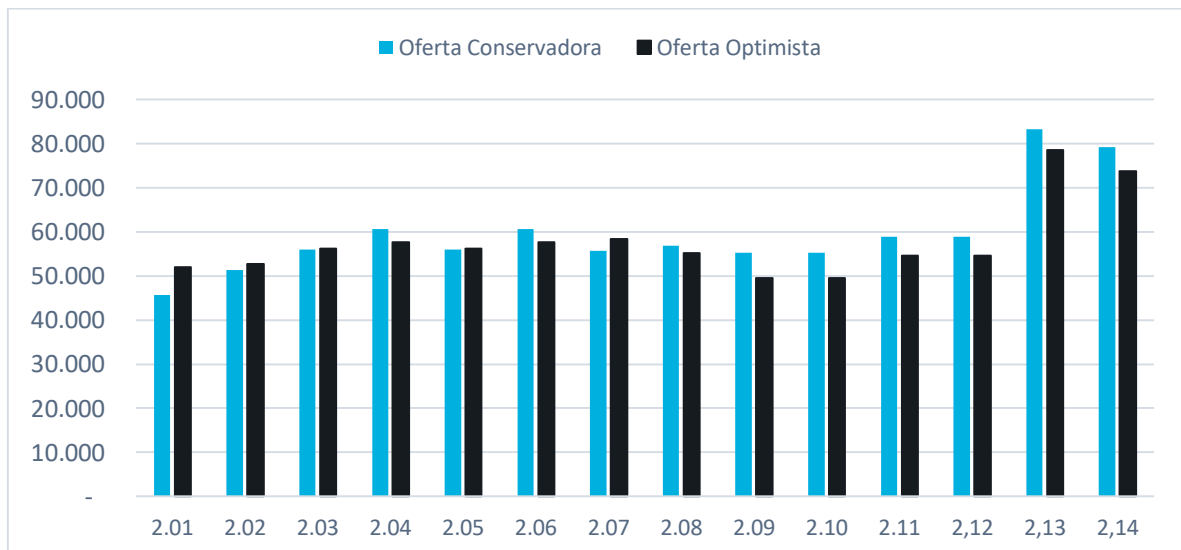
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (mins/HPAM)	Oferta optimista (mins/HPAM)
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	534,357	425,451
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	585,002	457,845
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	585,002	457,845
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	719,149	567,250
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	658,926	492,618

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Facilidad de conexión

- 4.152 Se estima la cantidad de viajes en transporte masivo sin incluir los viajes del Metro que conectan desde modos diferentes a los de transporte masivo (TransMilenio y Corredores Férreos). Corresponde a la diferencia entre el total de viajes que se realizan en transporte masivo y los que se realizan en otros medios de transporte público, durante los 20 años de análisis para las ofertas y cortes temporales definidos. Posteriormente se divide en los 20 años para calcular el número total de viajes promedio en la hora pico de la mañana de transporte masivo.
- 4.153 Las alternativas con mayor facilidad de conexión son las de Calle 72 – Av. Cali con viajes cercanos a los 80,000 en la HPAM promedio de los 20 años, un resultado muy superior al resto de alternativas. Las que presentan el menor nivel de conexión son las alternativas de la Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali. Este indicador es el que tiene menor sensibilidad frente al hecho de que la alternativa plantee una extensión o una línea nueva.

Figura 4.121 Índice de facilidad de conexión



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 4.41 Resultados del indicador Facilidad de conexión

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (transbordos/km - hpam)	Oferta optimista (transbordos/km - hpam)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	45.695	51.951
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	51.317	52.643
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	55.938	56.227
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	60.543	57.637
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	55.938	56.227
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	60.543	57.637
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	55.725	58.295
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	56.783	55.220
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	55.208	49.552
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	55.208	49.552
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	58.843	54.577
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	58.843	54.577
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	83.306	78.582
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	79.113	73.764

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Financiero

Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)

- 4.154 Al ser esta una etapa anterior al inicio de los estudios de prefactibilidad, la estructuración del CAPEX se realizó usando el método de valoración por índices de precios, utilizando los mismos insumos definidos en la Fase 1 de la presente Consultoría, pero ajustando los valores correspondientes a Estaciones, Predios, Material Rodante y Patio Taller, e incorporando porcentajes de incertidumbre debido al nivel actual de estudio de la consultoría. Los porcentajes de incertidumbre utilizados fueron los siguientes: 10% para Material Rodante y Sistema Metroferroviario, y 20% para el resto de componentes (obras civiles, predios); de lo anterior, se obtendrá el valor de referencia para estimar el nodo de terminación del contrato.
- 4.155 Así mismo los valores se actualizaron a diciembre de 2019 con el objeto de mantener una misma unidad de medida para los siguientes productos de la Consultoría, en concordancia con el “INFORME DE FUENTES PAGO EXPANSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO DE BOGOTÁ”, preparado por la FDN para este proyecto. Con el diseño de prefactibilidad de la Fase 3, se actualizarán los valores a diciembre de 2020 o a la fecha que se acuerde con la FDN. Cabe anotar que la actualización de los

costos al año 2019 no afecta los resultados obtenidos mediante la evaluación de la matriz multicriterio, dado que los valores fueron indexados al mismo periodo de tiempo.

- 4.156 Los costos directos se establecieron tomando como referencia proyectos similares, principalmente los valores definidos en el documento Estudios de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB-T1.
- 4.157 De igual forma la valoración del costo indirecto se tomó principalmente del análisis realizado en el año 2016 en el Estudios de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB-T1 que analizó proyectos anteriores ejecutados como el desarrollado por el Consorcio L1 y posteriormente fueron validados con proyectos en ejecución.
- 4.158 Se analizó el estudio de factibilidad de la PLMB T-1 tanto para los costos directos como indirectos, y se comparó con los resultados del estudio de optimización de alternativas de la PLMB-T1 del año 2016, obteniendo indicadores de \$/Km muy similares.
- 4.159 No obstante, por metodología de cálculo que permite comparar varios tipos de alternativas, se utilizaron los indicadores definidos en la matriz del año 2016 para el análisis de la matriz multicriterio actual. Es importante resaltar que en la siguiente fase del proyecto, correspondiente a los Estudios y diseños a nivel de prefactibilidad, cuando el nivel de detalle aumente, se tendrá en cuenta nuevamente el estudio de factibilidad de la PLMB T-1, que permite un mayor detalle.
- 4.160 Para efectos del CAPEX, se tomaron como referencia las siguientes tipologías de línea por alternativa:
- Elevada
 - Subterránea
 - Trinchera
 - A nivel
- 4.161 En los tramos subterráneos se estimó el costo por kilómetro tuneladora TBM. Particularmente para el tramo de túnel de la Calle 127 de 1,1 Km que va desde la Av. Boyacá hasta la Carrera 89, el proceso constructivo con tuneladora generaría costos muy elevados, por lo cual, se estimó un costo por kilómetro mediante la técnica de explosivos con tiros secuenciales y estabilización del túnel con sección dividida, basado en proyectos similares anteriormente ejecutados, y validado con otros proyectos en ejecución; este costo es considerablemente menor que el de tuneladora.
- 4.162 Adicionalmente, se tomaron como referencia seis (6) tipos de estaciones dada la tipología de cada alternativa así:
- Estación de Integración Subterránea (PLMB – Portal Suba)
 - Estación de Integración Elevada (PLMB – Portal Suba)
 - Estación Elevada de integración con TransMilenio
 - Estación Subterránea de integración con TransMilenio
 - Estación Elevada
 - Estación Subterránea
- 4.163 Se incluyó de igual manera en el CAPEX, para los tramos que aplica, el costo correspondiente a la reconstrucción de 1 Km de carril y andén de la calle 127 por la intervención de las redes

hidrosanitarias que debe realizarse en este sector, basados en costos actuales de construcción de la ciudad. Se incluyó de igual manera en el CAPEX, para los tramos que aplica, el costo correspondiente a la reconstrucción de 1 Km de carril y andén de la calle 127 por la intervención de redes que debe realizarse en este sector.

- 4.164 De acuerdo con el planteamiento operacional de las alternativas seleccionados, línea nueva o extensión, se estimó la necesidad de Material Rodante – MR, es decir el número de trenes y su composición (número de vagones por tren) necesario para cada alternativa (ver detalles en anexo G). Para el caso de las alternativas de línea nueva, el material rodante estaría compuesto por trenes de 4 a 5 vagones (dependiendo de la demanda de la alternativa) y para las alternativas de extensión se consideró trenes de 140m – 6 vagones como se especifica** en el plan operacional preliminar de la PLMB-T1. Los costos de las diferentes tipologías de Material Rodante se dedujeron del análisis realizado en el año 2016 en el Estudios de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB-T1 y de referencia internacionales.
- 4.165 El costo de inversión del patio taller toma en cuenta la flota MR estimada para cada alternativa. Por una parte, se considera en el caso de las alternativas de extensión de la línea 1, la posible expansión del patio taller de la PLMB T1 considerando el aumento de la flota MR de la línea 1 en comparación con el escenario “base” (flota MR de la línea 1 operada entre calle 72 y carrera 96 al corte 2030). Por otra parte, para el caso de las alternativas de línea nueva, se considera la construcción de un nuevo patio taller para la línea 2, cuya superficie es consistente con la flota MR estimada para cada alternativa de nueva la línea 2. Para la estimación de los costos, se tomaron los valores de referencia definidos en el análisis realizado en el año 2016 para el Estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB-T1.
- 4.166 Tomando como referencia la flota para cada una de las alternativas se redimensionó el patio-taller y se tomaron los valores de referencia definidos en el análisis realizado en el año 2016 para el Estudios de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB-T1, para su estimación.
- 4.167 Para los componentes asociados a la ejecución del contrato como el Plan de Manejo Ambiental (PMA), Plan de Manejo Gestión Social (PGS), Plan de manejo de Tráfico (PMT), Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST), se tomaron los porcentajes definidos en el análisis realizado en el año 2016 para el Estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB-T1.
- 4.168 Para la estimación de los predios, se tomó de manera inicial la valoración desarrollada por el Consultor de acuerdo con los valores de referencia dados por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital - UAECD en su repositorio de datos abiertos (Mapas Bogotá). Una vez se cuente con la información faltante que debe suministrar la EMB, se actualizarán los costos asociados.
- 4.169 De acuerdo con lo anterior, se definió la estructuración de los valores del indicador de “Costos de Inversión proyecto metro por km (con predios)” como se muestra a continuación:

Tabla 4.42 Capítulos del CAPEX

Descripción	Unidad
Tipología de Metro	
Subterráneo (TBM - tunnel-boring machine o trinchera)	Km
Viaducto	
A Nivel	

Descripción	Unidad
Sistemas Férreo (Puesto Central de Control, Alimentación eléctrica, Señalización, Sistema de comunicación, Superestructura de vía y Puertas de andén, otros)	Km
Material Rodante *	Und
Estaciones *	Und
Talleres y cocheras*	Und
Urbanismo y paisajismo	Km
Obras civiles adicionales (obras de estructuras afectadas y desvíos de tráfico)	Km
AIU – Administración, Imprevisto, Utilidad	%
PMA – Plan de Manejo Ambiental	%
PMT – Plan de Manejo de Tránsito	%
Predios *	Gl
Estudios y Diseños	%
Interventoría	%

* valores que varían para cada una de las alternativas planteadas, Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.170 En el Anexo G se encuentra el cálculo detallado de los costos para cada una de las alternativas definidas.
- 4.171 Como resultado del anterior ejercicio se obtuvieron los siguientes indicadores para cada una de las alternativas:

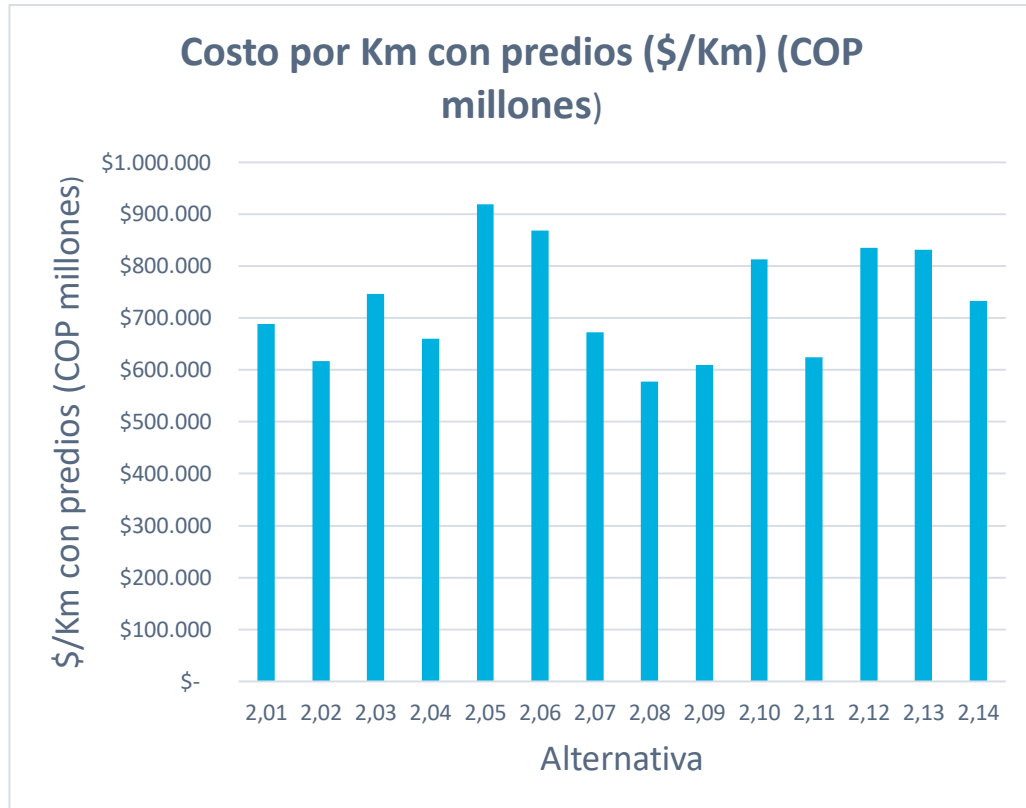
Tabla 4.43 Resultados del indicador Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador con predios (\$/km)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	\$ 688.897
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	\$ 617.194
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	\$ 746.606
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	\$ 659.704
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	\$ 918.874
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	\$ 867.961
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	\$ 672.734
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	\$ 577.483
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	\$ 609.481
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	\$ 812.402
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	\$ 624.113
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	\$ 834.730
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	\$ 831.172

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador con predios (\$/km)
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	\$ 733.401

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.122 Indicador costo por Km con predios



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.172 La alternativa que dio un mayor indicador corresponde a la “2.05 - Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali, tipología mixta y extensión”, sin embargo, esta no es la alternativa de mayor CAPEX, la cual corresponde a la numero “2.06 - Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali, tipología mixta y línea nueva”.
- 4.173 La alternativa con menor indicador corresponde a la numero “2.08 -Canal Rionegro–Av. Cali, tipología elevada y configuración como Línea nueva”, que es a su vez la más económica.
- 4.174 No se puede establecer un patrón entre las diferentes alternativas, y esto se debe a que los costos del CAPEX del proyecto están ligados a muchas variables como el tipo de conexión, la demanda y la necesidad de mayor número de trenes. Sin embargo, las alternativas subterráneas son más costosas, por la implementación de sistemas contraincendios, ventilación, iluminación, extracción de humos, emergencias, evacuación, bombeo y extracción de aguas, entre otros, y por el costo del sistema constructivo con tuneladora TMB, sostenimiento o revestimiento de túnel, entre otros.

Costos de operación y mantenimiento

- 4.175 Los costos de explotación están representados en personal, consumo eléctrico, mantenimiento y remplazo de elementos de vía, del material rodante y equipamientos fijos en estación. En el caso de un túnel, el consumo eléctrico es mayor ya que tienen que funcionar simultáneamente con los sistemas de ventilación, anti fuego e iluminación. En el caso de las estaciones subterráneas, el equipamiento de ventilación y extracción de humo es primordial tenerlo en permanente funcionamiento.
- 4.176 Según este planteamiento, se realizaron estimaciones para calcular el costo de explotación (operación y mantenimiento) para los tramos de inserción subterránea y elevada y según la combinación del tipo de inserción para cada alternativa. Se ha considerado un sistema de metro automático de nivel GoA4 (sin conductores y sin personal de bordo, y con puertas de andén) lo cual se refleja en una menor estructura de costos de personal que si se tuviera una operación con conductores con nivel GoA2. Por convención se estima que un sistema automático permita en promedio una reducción de un 67% con respecto a una operación con conductores.
- 4.177 Se toman como referencia los costos unitarios de operación (en USD/tren.km) establecidos por SYSTRA en el informe de 2016 “Estudio comparativo de alternativas de ejecución por tramos y tipologías de la primera línea de metro para la ciudad de Bogotá (PLMB), con identificación y cuantificación de ahorros que optimicen el beneficio”: 4,27 USD/vagón.km en el caso de la inserción subterránea y de 4,09 USD/vagón.km en el caso de la inserción elevada. El costo unitario en USD/tren.km se obtiene multiplicando el costo en USD/vagón por el número de vagones de los trenes.
- 4.178 El cálculo del costo de operación se hace para una hora pico en el año 2030 (indicador considerado par la calificación de las alternativas). También, se indica el costo de operación anual y en costo en hora pico por pasajero como información adicional.
- 4.179 El costo indicado corresponde al costo de operación adicional de cada alternativa para la línea 1 y para la línea 2 (si es necesario) con respeto al escenario “base” definido como la línea 1 operada entre la Carrera 96 y la Calle 72 con trenes de 6 coches (longitud 140m) y el intervalo necesario para satisfacer la demanda de transporte en 2030 (PPHPD), es decir:

$$\text{Costo operación alternativa } N = \text{costo operación [PLMB T1 + expansión Suba]} - \text{costo operación [PLMB T1 carrera 96 – calle 72]}$$

- 4.180 El costo de operación se determina con la fórmula siguiente (se presenta el detalle del cálculo en el anexo G):

$$\text{Costo de operación (en USD)} = \text{costo unitario de operación (en USD/tren.km)} \times \text{kilometraje (en tren.km)}$$

- 4.181 La estimación del kilometraje de cada alternativa depende en particular de los elementos siguientes:
- la longitud de la línea, diferenciando las secciones subterráneas y elevadas,
 - el número de salidas de trenes en cada dirección (según la frecuencia requerida para satisfacer la demanda (carga máxima),
 - se considera para cada línea (línea 1 y línea 2 en caso de línea nueva) una única misión de operación que sirve todas las estaciones entre las dos extremidades de la línea.

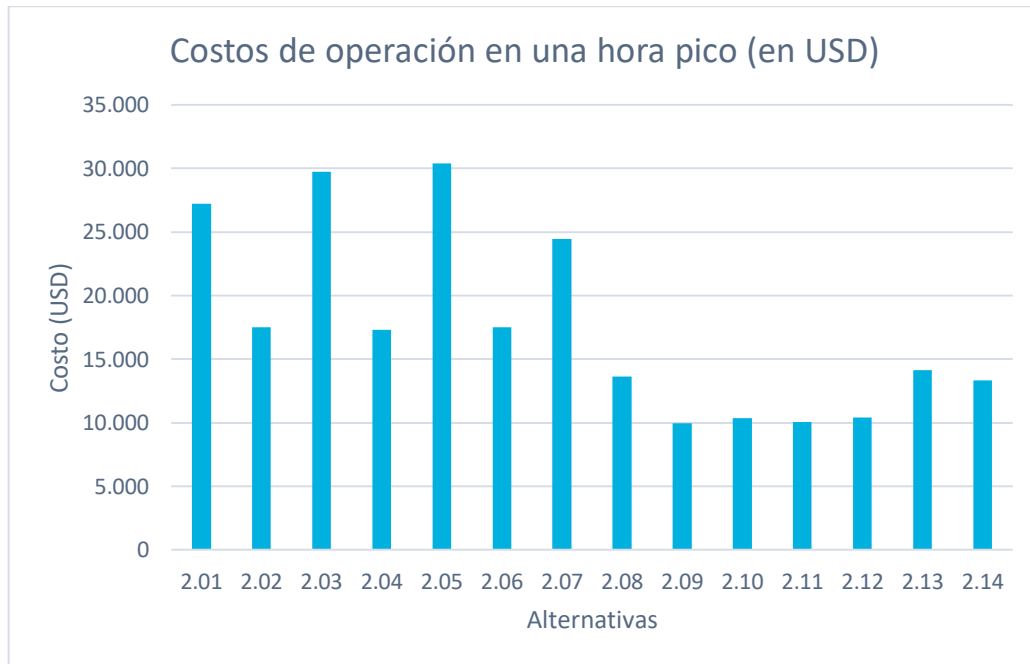
4.182 Con base en todo lo anterior se obtienen los siguientes indicadores calculados en dólares para las 20 alternativas.

Tabla 4.44 Resultados del indicador Costos de Operación y Mantenimiento

Alt.	Corredor	Tipología	Tipo Conexión línea 1	Costos adicional de Operación y Mantenimiento para un año 2030	
				En una hora pico (en USD)	Annual (en millones USD)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	27 201	78,0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	17 496	49,9
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	29 729	83,4
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	17 324	54,7
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	30 399	85,6
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	17 524	55,5
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	24 436	69,8
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	13 650	49,4
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	9 974	38,3
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	10 359	39,9
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	10 049	37,4
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	10 429	38,8
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	14 163	52,4
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	13 336	50,7

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.123 Costos de operación en una hora pico.



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.183 Las alternativas con una nueva línea obtienen una mejor calificación que las alternativas con una extensión de la línea 1. De hecho, para las alternativas con extensión de la línea 1, el intervalo de operación de toda la línea se dimensiona con la carga máxima que se encuentre en el tramo 1 (entre carrera 96 y calle 72) y con trenes de 6 coches aunque la carga máxima entre la calle 72 y Suba es mucho menor. Eso implica costos de operación más elevados.
- 4.184 Para las alternativas con una línea nueva independiente, el intervalo de la línea 2 se dimensiona independientemente de la PLMB T1, con la carga máxima entre calle 72 y Suba y con la posibilidad de operar con trenes más cortos (trenes de 4 o 5 coches considerados dependiendo de la alternativa). Esta 2ª opción permite ajustar el intervalo y el tamaño de los trenes de manera más fina, y por lo tanto, favorece costos de explotación más reducidos y optimizados.
- 4.185 Así, como complemento de las calificaciones de la matriz multicriterio, en la Tabla 4.45 se presenta el costo de operación adicional dividido por los abordajes adicionales, en relación a lo previsto para la PLMB T1, en una hora pico para cada alternativa. O sea, se calcula el OPEX suplementar que la nueva línea va a generar además de lo que está previsto hoy en día para la PLMB T1. Este indicador permite una mejor visión del desempeño de cada alternativa en términos de OPEX normalizado por los beneficios de transporte.

Tabla 4.45 Indicador complementario : OPEX en función de los abordajes en una hora pica

Alt.	Corredor	Tipología	Tipo Conexión línea 1	Costo de operación adicional dividido por los abordajes adicionales en una hora pico para el año 2030 (en millones de USD / pasajeros)

2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	0,49
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,41
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	0,47
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,34
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	0,48
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0,34
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	0,40
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,30
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	0,23
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	0,24
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,21
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0,22
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0,21
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,19

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.186 Se puede notar que:

- Para un mismo corredor, una alternativa con línea nueva es más eficiente que una alternativa con extensión.
- Los corredores que obtienen el mejor desempeño son Calle 80 – Av. Cali, Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón, Calle 72-Av. Cali debido a sus buenos resultados en términos de carga de la línea / número de pasajeros. La alternativa 2.14 (calle 72-av Cali, línea nueva sin extensión calle 100) obtiene la puntuación más alta.

Componente Riesgo

Riesgo geotécnico y sísmico

Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras

4.187 A continuación, se describe la metodología para establecer la calificación de los riesgos geotécnico y sísmico del indicador Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación de las estructuras para la matriz multicriterio de las 14 (catorce) alternativas seleccionadas. El objetivo general de esta valoración es identificar parámetros de calificación de los riesgos geotécnicos y sísmicos de las diversas alternativas propuestas para selección, a la luz de los criterios propuestos por SYSTRA para la PLMB.

4.188 Para ello se considera:

- Reconocer las principales limitaciones geotécnicas de los suelos que componen las alternativas de trazado de la línea y la parametrización de zonas con condiciones geológicas, geotécnicas y de respuesta sísmica para aportar en la matriz multicriterio de selección de alternativas.

- Usar la información recopilada acerca de las condiciones geológico-geotécnicas de los corredores propuestos para calificar y comparar los beneficios y desventajas de construir la segunda línea de metro elevada, mixta o subterránea.

4.189 La información secundaria se obtuvo a través de las siguientes fuentes.

- Documentación pública oficial de los contratos del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU),
- Microzonificación sísmica,
- Servicio Geológico Colombiano,
- Instituto Distrital para la Gestión de Riesgos, IDIGER
- Información presentada en eventos académicos relacionados con el proyecto Metro de Bogotá u otro tipo de proyectos de estructuras similares (Construcción de obras subterráneas y viaductos).

Aspectos Geológicos y Geotécnicos

4.190 Los componentes de riesgos, relacionadas con la Geotecnia y la respuesta sísmica, que se dilucidan en este documento parten, en primer lugar, de los aspectos geológicos de los probables trazados, razón por la cual, en este numeral, se hace una breve descripción del marco geológico en el cual se desarrollarán los probables corredores, entre la zona de Chapinero y hasta arribar a Suba, en el punto terminal seleccionado para la línea.

4.191 Partiendo de ese marco y con la utilización de la información secundaria recopilada, será posible generar conocimiento preliminar, al nivel de prefactibilidad, del probable comportamiento geotécnico de los materiales geológicos presentes, sus condiciones hidrogeológicas y su probable historia de esfuerzos, con la orientación de conceptuar sobre la aptitud para desplantar el proyecto, en relación con los diversos tipos de obras (elevada, superficie, trinchera, túnel profundo) o la complejidad de las obras que se requerirían para lograr la implantación exitosa. Así mismo, conceptuar sobre la susceptibilidad de afectación a construcciones existentes.

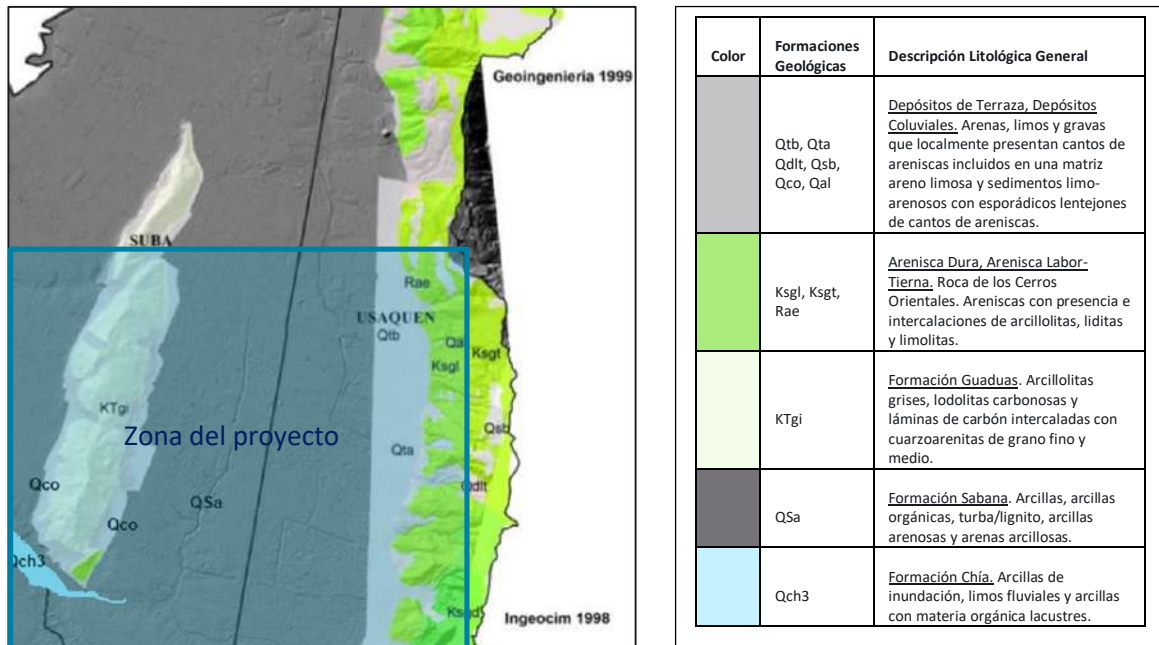
4.192 A continuación, se pretende evaluar, a partir del conocimiento desarrollado en la ciudad, la respuesta sísmica y el comportamiento de la estructura por la interacción dinámica sismo-suelo-estructura.

4.193 Por supuesto, se trata de desarrollar conocimientos preliminares que conduzcan a la selección de ruta, apenas apropiados para generar prediseños típicos, que requerirán de diseños detallados en etapas posteriores, con intensa exploración y caracterización de la geología y la geotecnia del corredor o corredores finalmente seleccionados, a partir del análisis conjunto de todas las variables contenidas en la matriz.

Marco geológico del área de influencia directa

4.194 Con el propósito de establecer la geología de los corredores, se presenta una breve descripción de las características geológicas locales, a partir de Van der Hammen (1995), Investigaciones Geotécnicas Ltda. (1997, 1998), INGEOCIM, (1998), Geoingeniería, (1999), IDIGER (2016), y con las sombras de las imágenes LIDAR de la EAAB (2015) como lo muestra la Figura 4.124

Figura 4.124 Geología del área de influencia directa del proyecto



Fuente. IDIGER (2016)

- 4.195 De acuerdo con la información citada, la mayor longitud de los corredores desde su inicio hasta encontrar las cercanías de los cerros de Suba o de los sectores de los humedales de Juan Amarillo se desarrolla en la unidad Q_{Sa} , descrita por Van der Hammen como terrazas bajas y terrazas altas (Q_{db}).
- 4.196 La zona del proyecto identificada con color gris oscuro (Q_{Sa}), abarca gran parte de la Sabana de Bogotá, compuesta por depósitos aluviolacustres o lacustrinos con espesores entre 50 y 500 metros, compuestos por arcillas limosas, de consistencia media a firme cerca de la superficie (5 a 10 metros), con intenso agrietamiento por desecación, y luego arcillas limosas a limos arcillosos de consistencia blanda a muy blanda, orgánicas, con intercalaciones de capas turbosas y lentes arenosos. En ellas, el nivel freático predomina alrededor de 2 a 10 metros, variando estacionalmente.
- 4.197 El perfil es similar hasta aproximarse al basamento rocoso, a profundidad variable, como se indica. Sobre él se detectan, en las perforaciones ejecutadas para la investigación de la Microzonificación Sísmica, materiales arcillosos o arenosos a manera de suelos residuales. La Formación Sabana (Q_{Sa}) se detecta incluso al norte, sur y occidente de los Cerros de Suba y La Conejera, entre los cuales emergen estos cerros. Algunos autores hacen diferencias entre materiales de la aquí denominada Formación Sabana, los cuales se han sintetizado en un solo grupo, para propósitos prácticos de esta etapa del proyecto.
- 4.198 En las zonas de aproximación a los cerros de Suba y en algunas zonas a media pendiente, aún por cartografiar con mayor detalle, se detectan depósitos coluviales (Q_{co}) correspondientes al halo gris más claro, denominados por IDIGER (2016) depósitos de ladera, con nomenclatura Q_{dl1} .

Corresponden a materiales arcillosos a arcilloarenosos, con presencia de bloques de areniscas, con altos niveles freáticos e indicios de inestabilidad.

- 4.199 Los cerros de Suba y La Conejera constituyen un promontorio rocoso emergiendo entre los materiales aluviolacustres, cuya composición ha sido definida por IDIGER (2016) como de Formación Guaduas (K_{tg}). En el sur del promontorio rocoso, INGEOCIM (1988) estimó que algunos afloramientos podrían corresponder a relictos de la Formación Areniscas Tiernas (K_{sgt}) (Color verde). Sin embargo, IDIGER (2016) asevera que los rasgos corresponden a areniscas de la misma Formación Guaduas. La Formación Guaduas se compone de arcillolitas, con estratificación gruesa, de color gris claro a abigarrado, con intercalaciones de cuarzoarenitas grises, de grano medio a fino, en capas muy delgadas, con estratificación ondulada y con presencia de láminas o mantos de carbón.
- 4.200 Finalmente, en la geología de la franja que envuelve los corredores, hacia el sur de los cerros de Suba, en la zona de humedales de Los Lagartos y Juan Amarillo, se formula la presencia de la Formación Chía (Q_{ch}). Son depósitos constituidos por sedimentos fluviales de grano fino que afloran a lo largo de los ríos principales que generalmente están por debajo de las llanuras de inundación de los ríos. El espesor máximo es de 5 metros., está constituido por arcillas, en ocasiones pueden ser moteadas (grises y naranja) como se observa en el sector de Chía y localmente pueden contener limos y en áreas fangosas, arcillas orgánicas diatomíticas. Estos depósitos forman terrazas fluviales por erosión, son planas, de suave pendiente y son talladas por la acción de las corrientes fluviales actuales.

Geología estructural

- 4.201 El rasgo tectónico más importante en la zona de interés es la Falla Usaquén – Juan Amarillo, también conocida en la literatura como Falla Los Lagartos.
- 4.202 Esta falla presenta una dirección transversal al eje de la Sabana de Bogotá. Con orientación N50W, a partir del control del río Juan Amarillo. De acuerdo con IDIGER, la falla presenta movimiento deslizante horizontal sinestral. Se relaciona con la terminación abrupta de la Sierra de Suba. De manera análoga con la terminación norte del anticlinal de Bogotá – Usaquén.
- 4.203 El control estructural es evidente en la zona del complejo de humedales Los Lagartos – Juan Amarillo y en el abrupto descenso de cotas en el costado sur de los Cerros de Suba (Figura 4.125 y 4.126). La presencia del fallamiento citado debe tenerse en cuenta en el alineamiento a lo largo del Canal.

Figura 4.125 Principales lineamientos estructurales en Bogotá D.C

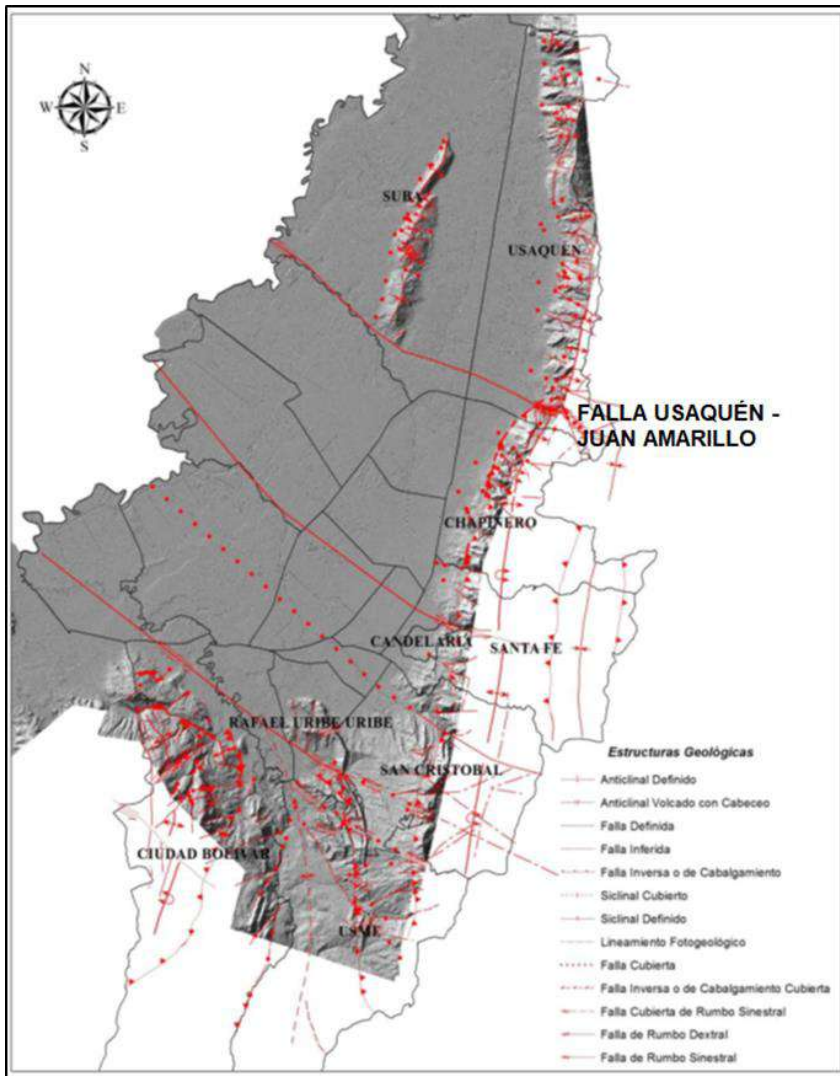
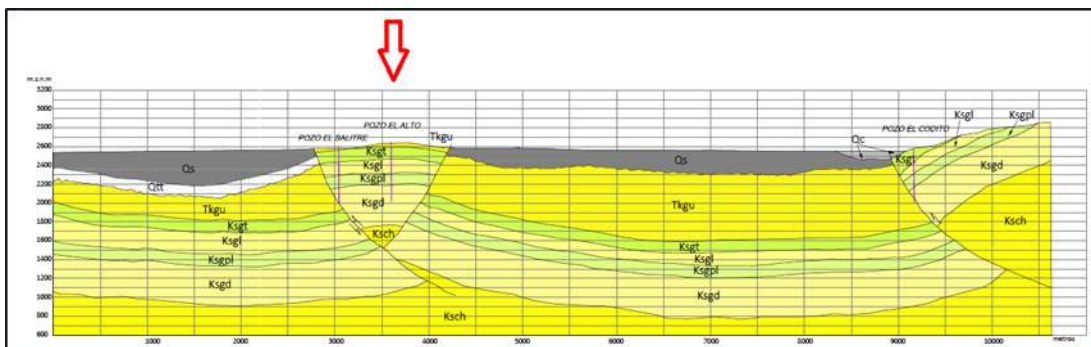


Figura 4.126 Sección transversal WE entre Suba y Cerros Orientales de Bogotá



Fuente. IDIGER (2016)

Problemas de subsidencia

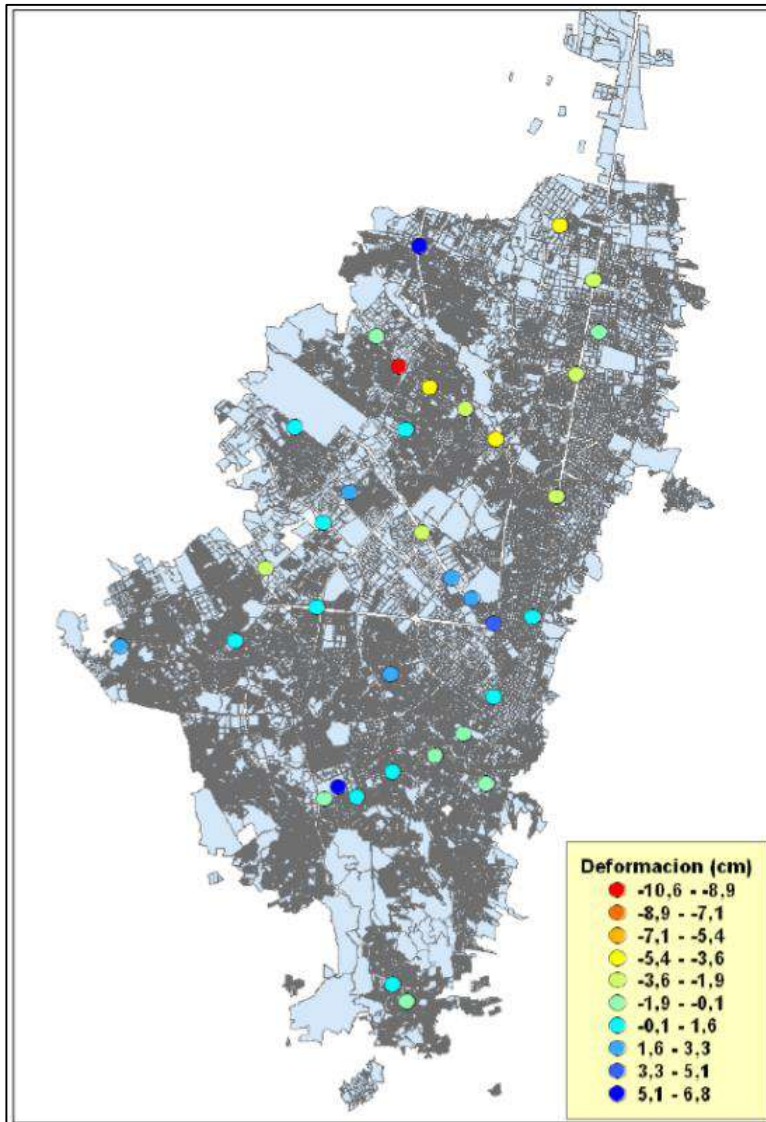
- 4.204 El fenómeno de subsidencia, el cual se refiere al progresivo hundimiento vertical del suelo, es un efecto que afecta a todas las estructuras de la ciudad. Se debe principalmente a la consolidación del suelo causada por el descenso del nivel freático debido a la extracción de agua, a vibraciones por eventos sísmicos, a la compactación natural del suelo o a la colocación de estructuras nuevas.
- 4.205 La subsidencia se presenta de manera diferencial y tiene un orden aproximado de 2 a 7 cm por año, en superficie. Sin embargo, en el caso particular de la franja de corredores en estudio, la tasa de subsidencia está asociada a la permeabilidad del material que compone el suelo y a los espesores de capa, por ende, es evidente que la subsidencia afectará en menor o mayor escala cada una de las alternativas de la expansión de metro, de acuerdo con las características de cada una, sin que existan marcadas diferencias entre ellas.
- 4.206 La subsidencia de carácter regional se puede considerar despreciable en la franja de los alineamientos propuestos debido a los bajos niveles de desplazamiento vertical registrados históricamente en las estructuras cercanas a la futura expansión de la PLMB-T1. No obstante, para el caso de los corredores 3 y 5, la subsidencia adquiere un papel importante especialmente en las zonas de arcillas más blandas y orgánicas en la zona de los humedales de Los Lagartos-Juan Amarillo y en los sectores lacustres recientes del Lago Gaitán y de la Calle 72 entre Avenida Caracas y Carrera 24, donde la superficie ha sufrido importantes asentamientos.
- 4.207 La subsidencia regional ha sido estimada en los estudios de FOPAE, 2010, sintetizados en la Figura 4.127
- 4.208 En general, el fenómeno de subsidencia de mayor magnitud podría estar relacionado con la construcción de alternativas en túnel en los suelos blandos de la Formación Sabana, en zonas lacustres de 200 y 300m de espesor de sedimentos. De hecho, la construcción de túneles en esos sectores ha sido identificada como de dificultad especial en los estudios de la primera línea de metro. La Tabla 4.46 referencia las calificaciones otorgadas a cada uno de los tipos de materiales térreos identificados por formaciones geológicas acorde a la información obtenida en la Microzonificación Sísmica de la Sabana de Bogotá (Decreto 523 de 2010).

Tabla 4.46 Calificación de riesgo geotécnico según la formación geológica identificada (decreto 523 de 2010)

Formación Geológica	Subterráneo	A nivel	Viaducto/Puente
Formación Sabana (Qsa1)	3.0	4.5	4.0
Formación Sabana (Qsa2)	3.0	4.5	4.0
Formación Chía (Qch1)	3.0	4.5	3.0
Formación Guaduas (KPgg)	4.5	4.5	4.5
Depósitos de Pendiente (Qdp1)	3.5	4.5	4.0

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.127 Subsidiencias regionales



Fuente Blanco et. al. FOPAE (2010)

Respuesta sísmica de los perfiles

- 4.209 Durante los análisis para la matriz multicriterio se encontró, que el trazado de expansión de la PLMB-T1 discurre, en el Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá (MZSB) por las zonas Lacustre 200, y Lacustre 300, en todos los corredores, sobre la Avenida Caracas, al principio, a partir de la calle 72, y en la Avenida Ciudad de Cali, al arribar a Suba, corredor que todas las alternativas comparten. Continúa en la zona lacustre 200 hacia el occidente en la Calle 127 en el corredor 1, en lacustre 300 en las alternativas de la Calle 100, 80, Canal y 72, y se interna en un complejo que atraviesa unidades lacustres de menor espesor en el caso del corredor 1,

atravesando depósitos de ladera y Cerros, en tanto que en las demás alternativas cruza zonas lacustres de espesor mínimo 100m.

- 4.210 Esto implica que el diseño de la estructura deberá elaborarse con base en la aceleración que resulte del espectro de respuesta de la zona más crítica. En otras palabras, en las zonas de transición, la estructura deberá cumplir con todos los requisitos para el peor escenario de la IDSE. El modelo deberá considerar la respuesta de cada uno de los elementos estructurales que interactúen con el suelo por separado y, asimismo, en conjunto con toda la estructura.
- 4.211 Por otro lado, se debe tener en cuenta que por efectos de los requisitos especiales que deben cumplir las estructuras de acuerdo con el tipo de perfil de suelo, en el Decreto No. 523 de 2010 se especifica que los suelos “Piedemonte A” corresponden a un perfil de suelo tipo D y las zonas lacustres y aluviales corresponden a un perfil tipo F, que requiere estudios particulares de respuesta de sitio. Debido a los efectos de la propagación de ondas, las zonas con mayor riesgo sísmico son las de mayor espesor de arcillas blandas, es decir, en las áreas de la Formación Sabana. No se prevé la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de licuación que generen problemas en el suelo, dado que en general se trata de suelos finos y muy poca probabilidad de ocurrencia de materiales esencialmente arenosos.
- 4.212 La valoración presentada en la Tabla 4.47 tiene en cuenta la potencial ocurrencia de sismos y su efecto tanto en túneles como en opciones elevada, teniendo en cuenta que la valoración de túneles sufre una reducción de la calificación debido al efecto de los sismos en las estructuras de estaciones.

Tabla 4.47 Calificación de riesgo sísmico según la Zona de Amenaza Sísmica identificada (Decreto 523 de 2010)

Zona de Amenaza Sísmica	Subterráneo	A nivel	Viaducto/Puente
Lacustre 50	4.0	4.5	4.0
Lacustre 100	4.0	4.5	4.0
Lacustre 200	4.0	4.5	4.0*
Lacustre 300	4.0	4.5	4.0*
Piedemonte A	3.5	4.5	4.0
Depósito Ladera	3.5	4.5	3.5
Cerros	4.0	4.5	4.5

* Lacustres 200-300 sobre Canal Rionegro (Alternativas 2.07 y 2.08) en viaducto corresponde a 3.0 por condiciones de geología estructural.

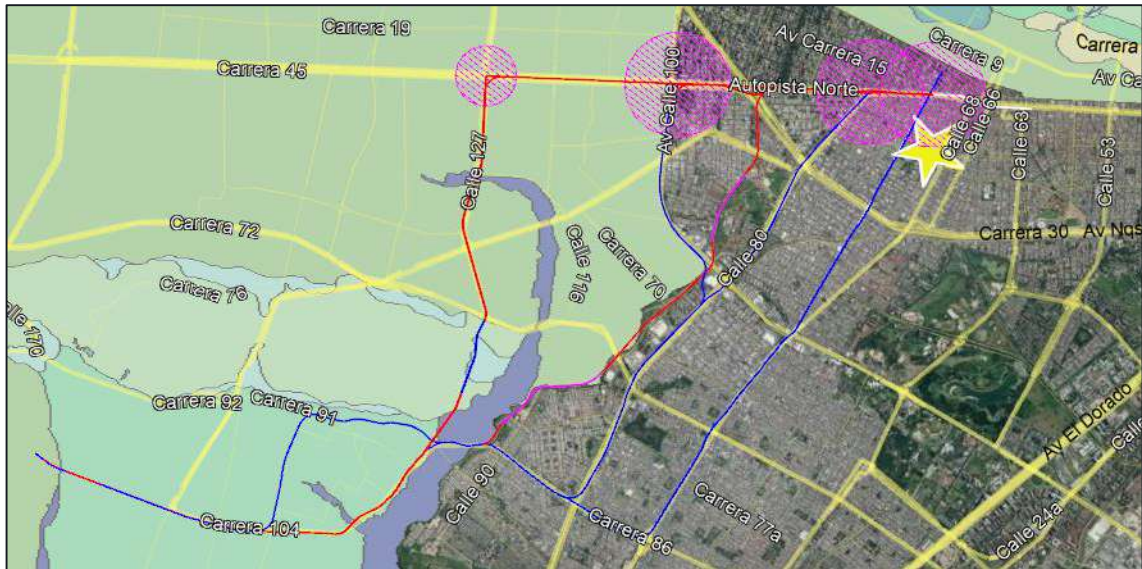
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.213 Para el análisis de este indicador se mantuvieron los criterios y metodologías de clasificación propuestos por SYSTRA. No obstante, la EMB estableció en la matriz presentada para evaluación, la integración de los criterios “Riesgo Geotécnico” y el “Riesgo Sísmico” en un único criterio denominado “Riesgo geotécnico y sísmico”. A continuación, se describen los dos ítems de evaluación que considera el criterio final de evaluación.

Riesgo geotécnico (características geotécnicas)

- 4.214 El criterio “Riesgo Geotécnico” consiste en identificar los impactos geotécnicos, geológico, hidrogeológico sobre las estructuras de línea según su configuración constructiva (túnel con tuneladora, túnel entre pantallas, viaducto). Para evaluarlo, se determinó el nivel de facilidad de construcción de cada tipo de infraestructura con una nota de 3 (peor resultado) a 5 (mejor resultado), de la siguiente forma:
- 4.215 Infraestructura tipo túnel arcillas blandas – Nota 3/5: El contexto geotécnico presenta, en arcilla blandas un riesgo de peligros durante las obras que pueden provocar aún más impactos sobre un túnel como subsidencias y derrumbes. Cada peligro puede causar el cese de las obras durante varios días.
- 4.216 Infraestructura tipo túnel entre pantallas en las zonas de humedales – Nota 3/5: El riesgo geotécnico para las trincheras cubiertas es menos importante que el túnel. Sin embargo, las condiciones de obras son bastante difíciles respecto a las condiciones geotécnicas.
- 4.217 Infraestructura tipo túnel en Cerros de Suba - Nota 4/5: En las rocas de los Cerros de Suba pueden exhibir riesgos principalmente en los accesos por ambos costados, debido a la presencia de depósitos de ladera. En el interior del macizo los riesgos dependen principalmente de la presencia de rocas blandas (mantos de carbón).
- 4.218 Infraestructura tipo túnel entre pantallas – Nota 4/5: Acorde a la configuración del corredor, es posible adecuar el paso entre pantallas.
- 4.219 Infraestructura tipo viaducto – Nota entre 3 y 5/5: El rendimiento de realización dependerá esencialmente de la zona de implantación del viaducto. El análisis del trazado indica que éste se divide en tres zonas según la complejidad del sitio:
- Zona 1 (Zona de Formación Sabana Bogotá) – Nota 4/5
 - Zona 2 (Canal Rionegro y Humedales) – Nota 3/5
 - Zona 3 (Zona Suba Pueblo) – Nota 4/5.

Figura 4.128 Formaciones geológicas aferentes a las alternativas



Fuente: Decreto 523 de 2010, Google Earth

Tabla 4.48 Resultados indicador Riesgo de Subsidiencias (Puntaje ponderado)

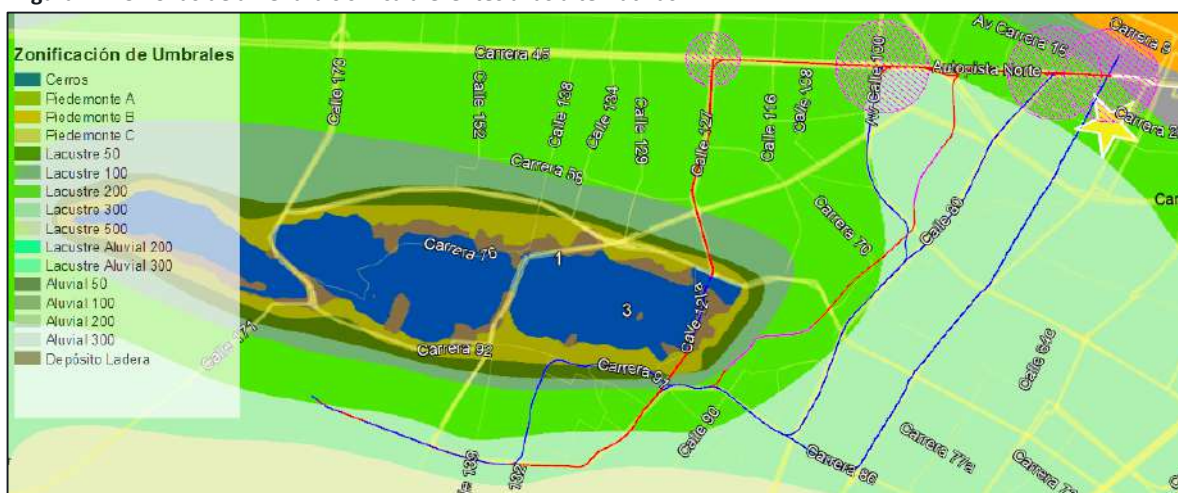
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Riesgo de subsidencia
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	3.98
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.96
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	4.00
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4.00
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Extensión	4.03
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	4.00
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión	3.94
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.84
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	4.00
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3.97
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4.00
2.12	Calle 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	4.00
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	4.00
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4.00

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo sísmico para las estructuras

- 4.220 El criterio “riesgo sísmico” consiste en identificar los impactos sobre las estructuras de la línea según su configuración constructiva y la microzonificación sísmica. Para evaluarlo, se determinó el nivel de vulnerabilidad al riesgo sísmico para cada tipo de infraestructura con una nota de 3 (peor resultado) a 5 (mejor resultado):
- 4.221 Infraestructura tipo túnel – Nota 4/5: El túnel se comporta correctamente en caso de sismo salvo para las estaciones subterráneas que pueden sufrir algunos daños.
- 4.222 Infraestructura tipo túnel entre pantallas – Nota 4/5: El riesgo sísmico para las trincheras cubiertas es menos importante que el túnel. Sin embargo, las condiciones de obras son bastante difíciles respecto a las condiciones sísmicas.
- 4.223 Infraestructura tipo viaducto – Nota 3/5: El viaducto es más vulnerable a los sismos. Sin embargo, al considerar los progresos técnicos realizados en materia de construcción para-sismos y los retornos de experiencia sobre obras en servicio, los impactos sísmicos sobre viaductos son bastante limitados y sobre todo las reparaciones y el restablecimiento de la operación del metro muy rápidos.

Figura 4.129 Zonas de amenaza sísmica aferentes a las alternativas



fuelle: Decreto 523 de 2010, Google Earth

Tabla 4.49 Resultados del indicador Riesgo derrumbes o afectación a estructuras (Puntaje ponderado)

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Riesgo derrumbes o afectación a estructuras
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	3.97
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.93
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	3.98
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.98
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Extensión	3.73

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Riesgo derrumbes o afectación a estructuras
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.66
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión	3.69
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.66
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	3.99
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3.59
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.98
2.12	Calle 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	.61
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.50
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.71

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.224 Finalmente, la calificación para el indicador “*Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras*”, se calcula como el promedio de los valores registrados para subsidencias y derrumbes/afectaciones a estructuras, por alternativa. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4.50 Resultados del indicador Riesgo subsidencias, derrumbes o afectación a estructuras (Promedio)

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	3.97
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.95
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	3.99
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.99
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Extensión	3.88
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.83
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión	3.82
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.75
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	3.99
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3.78
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.99
2.12	Calle 80–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.80
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.75

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.85

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo Ambiental

Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros

- 4.225 Para la medición del presente indicador, se realizó la superposición con los mapas de inundación y remoción en masa. En la siguiente tabla se presentan las longitudes de riesgo de vulnerabilidad a fenómenos naturales que cruzan cada una de las alternativas seleccionadas:

Tabla 4.51 Resultados de indicador Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros

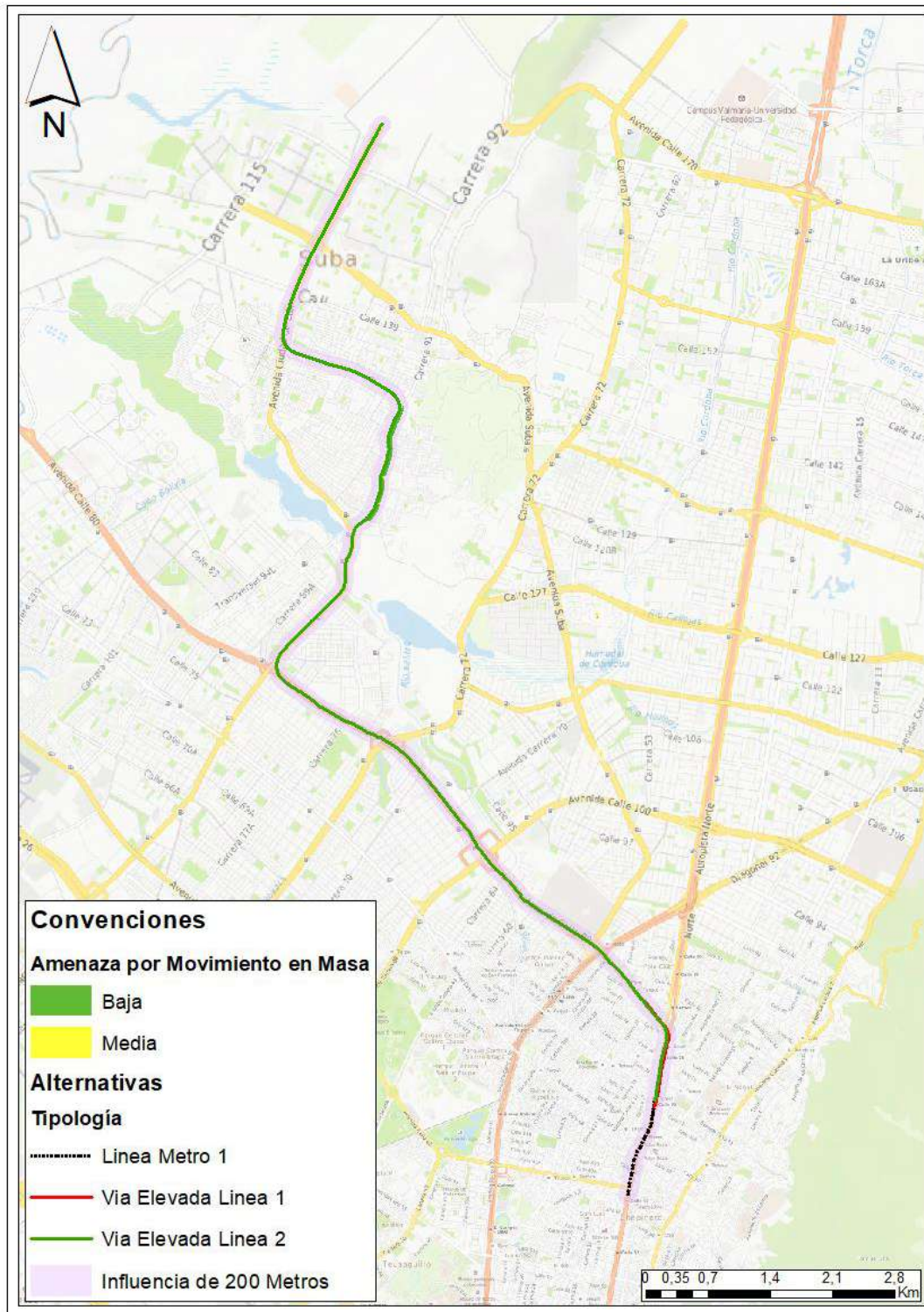
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Riesgo remoción en masa (km)	Indicador Riesgo inundación (km)	Total indicador Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. (km)
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	1,13	1,33	2,46
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	1,13	1,33	2,46
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	0,00	1,40	1,40
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,00	1,40	1,40
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	0,00	1,40	1,40
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,00	1,40	1,40
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	0,00	2,19	2,19
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,00	2,19	2,19
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	0,20	0,84	1,04

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Riesgo remoción en masa (km)	Indicador Riesgo inundación (km)	Total indicador Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. (km)
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	0,20	0,84	1,04
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	0,00	1,40	1,40
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,00	1,40	1,40
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	0,00	1,40	1,40
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	0,00	1,40	1,40

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

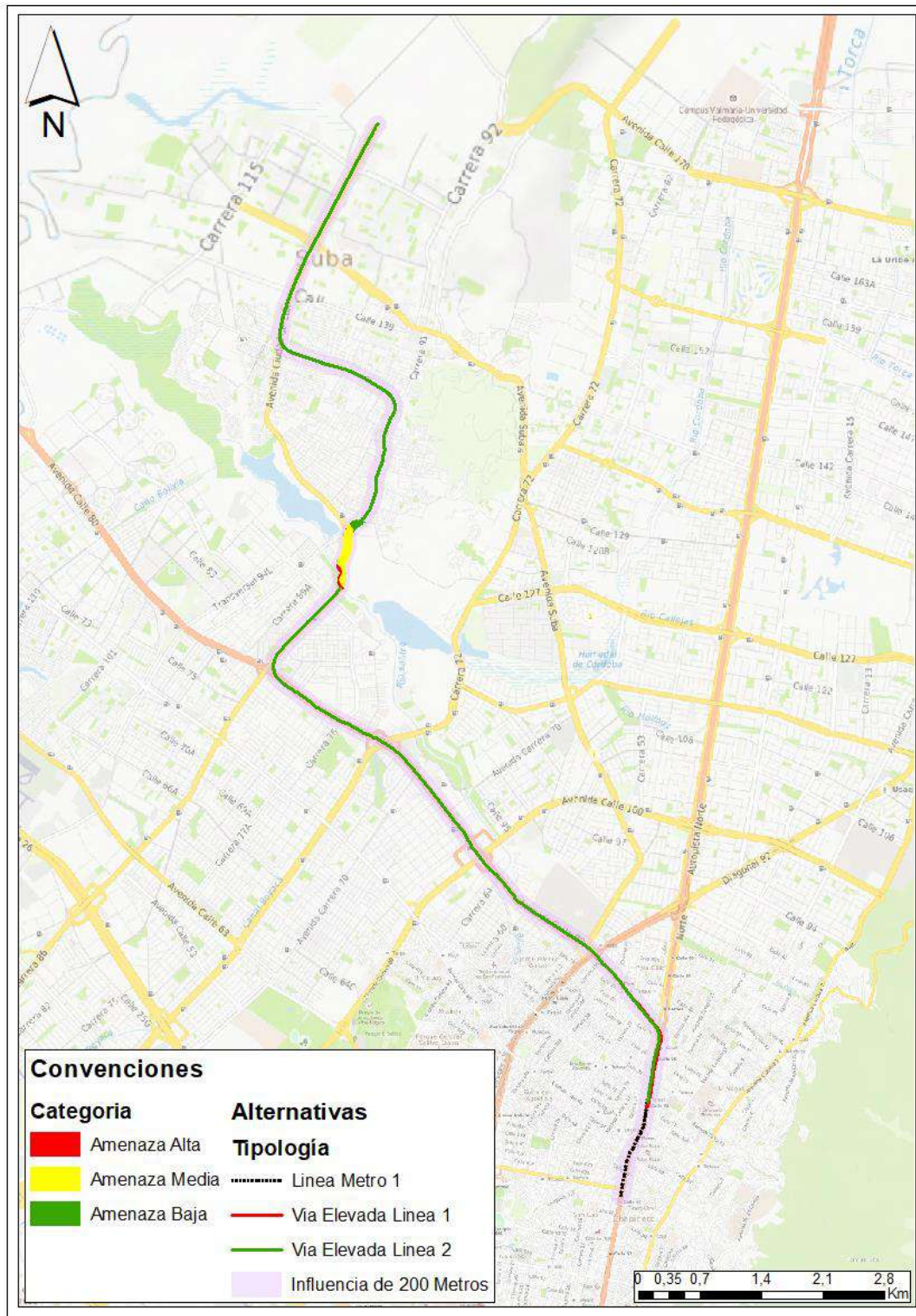
- 4.226 En las Figuras 4.130 y 4.131 se presenta la alternativa Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón con la menor longitud expuesta al riesgo a vulnerabilidad a fenómenos naturales equivalente a 1.04 Km de acuerdo con el traslape con zonas de riesgo por fenómenos de remoción en masa e inundaciones.

Figura 4.130 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva) - Remoción en masa



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

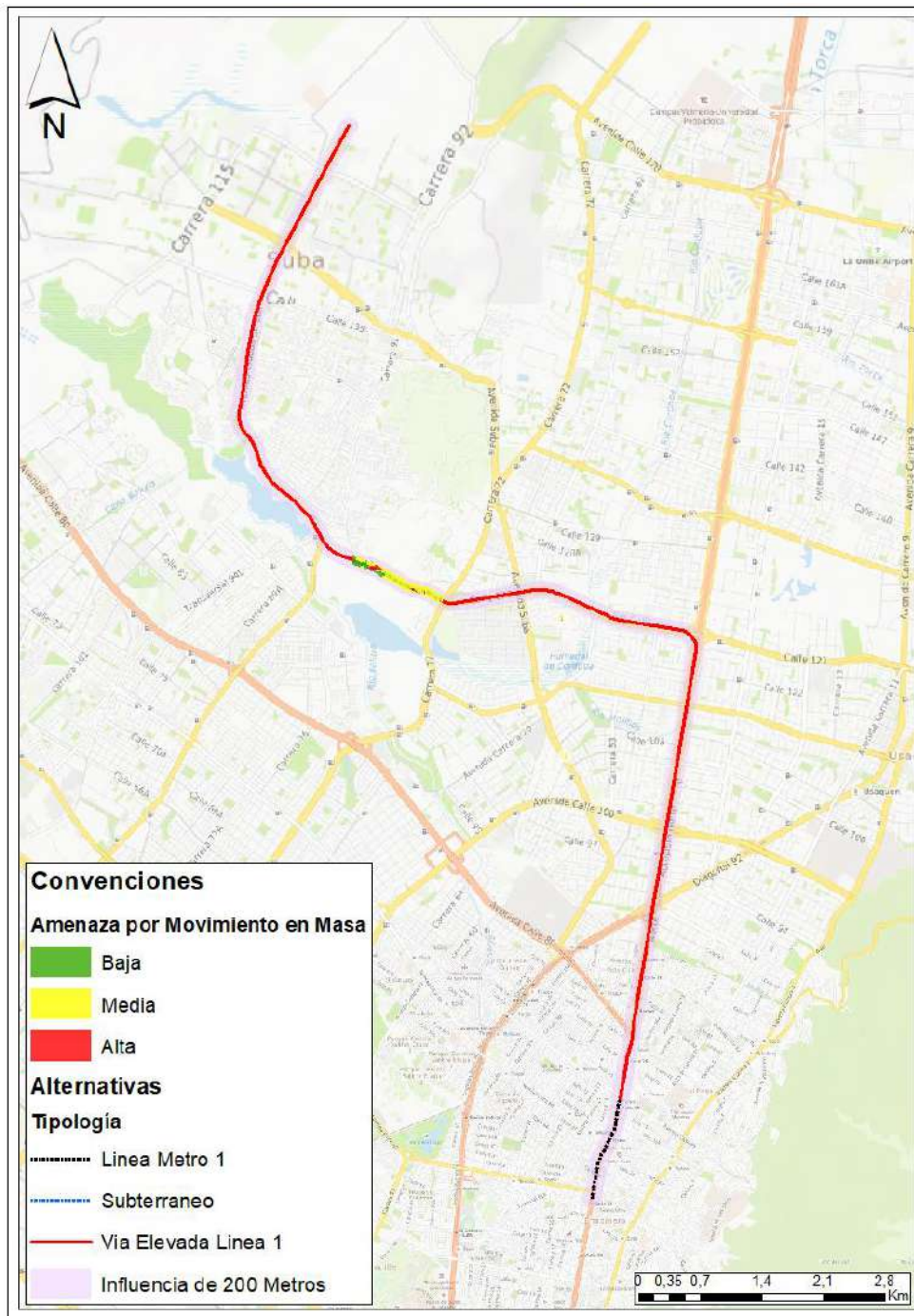
Figura 4.131 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.09. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Elevada (Línea nueva- Inundaciones)



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

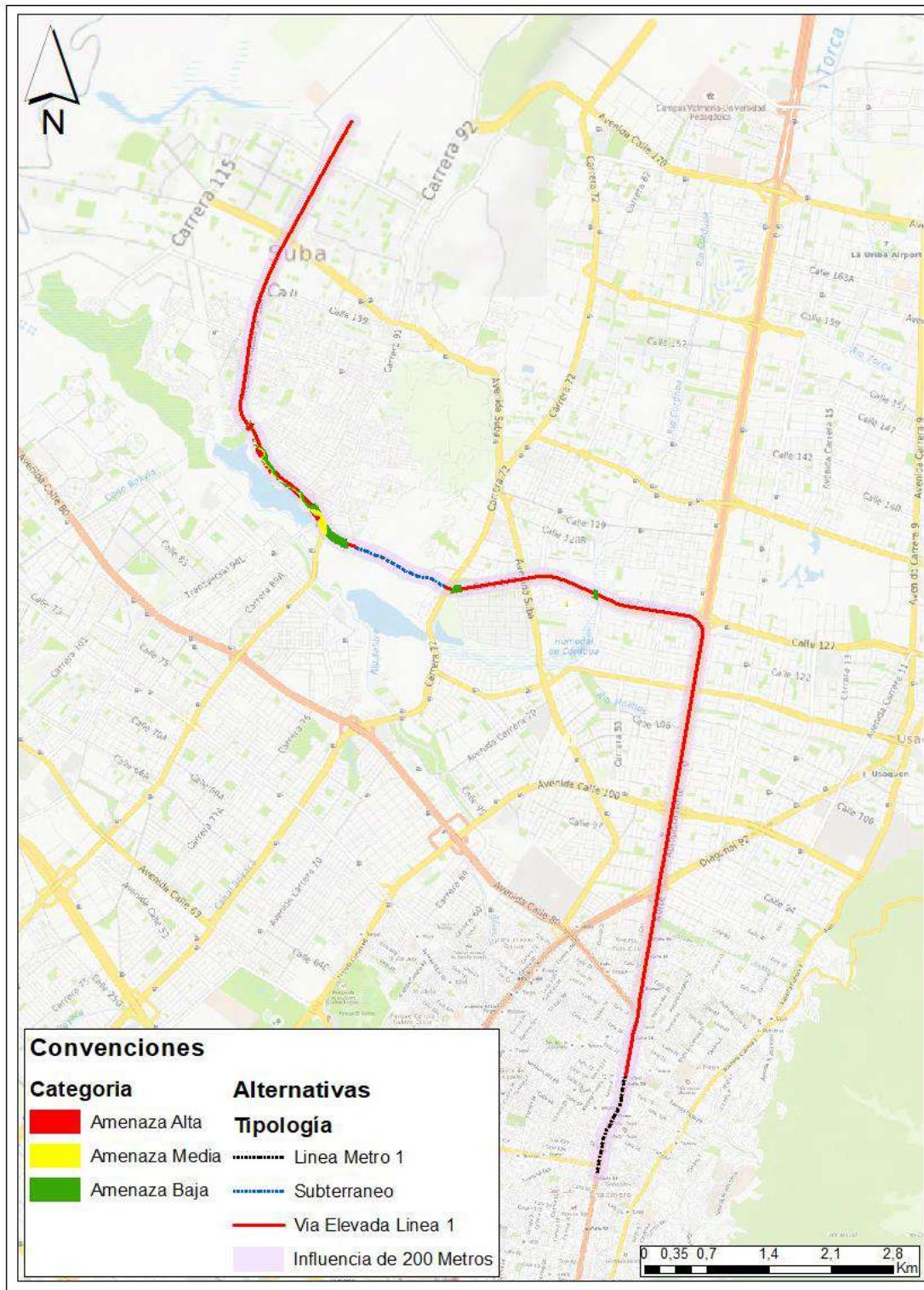
4.227 En las siguientes Figuras 4.132 y 4.133 se presenta la alternativa 2.01 Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali con una longitud de 2,46 Km con traslape de las zonas de riesgo por fenómenos de remoción en masa e inundaciones:

Figura 4.132 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.01. Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali – Mixta (extensión) - Remoción en masa



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

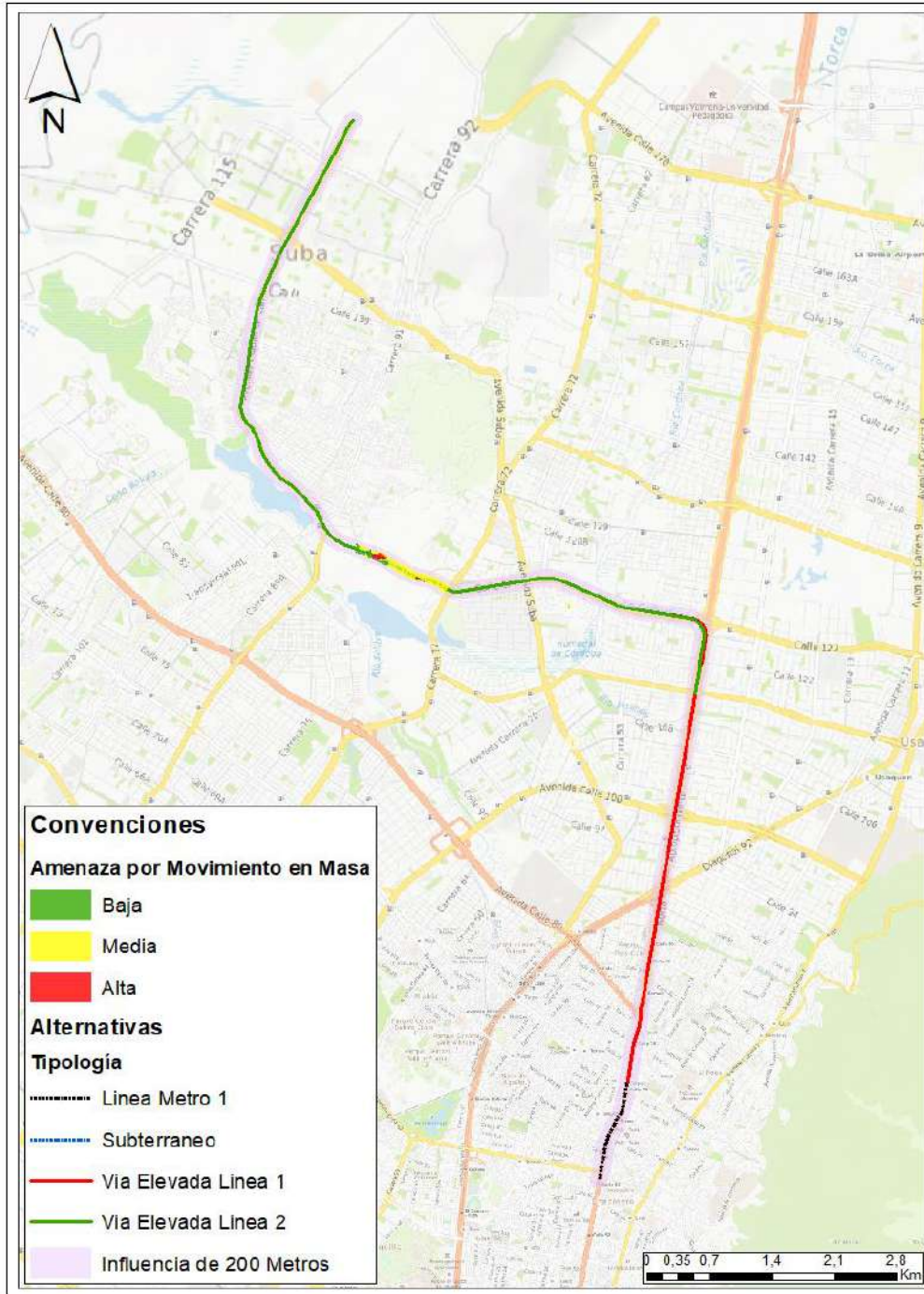
Figura 4.133 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.01 Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali – Mixta (extensión) - Inundación



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

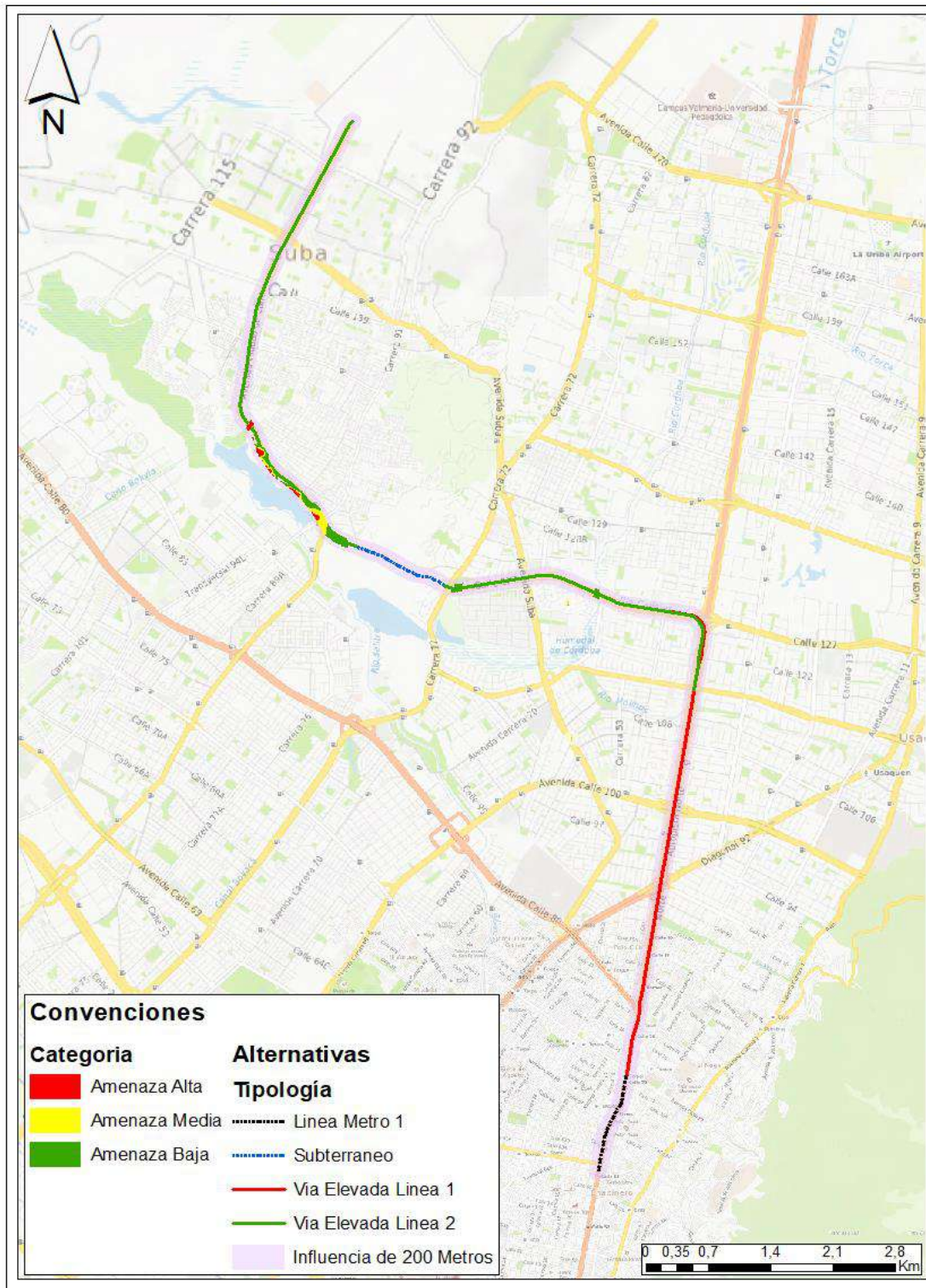
4.228 En las siguientes Figuras 4.134 a 4.147 se presenta la superposición de las zonas de riesgo por fenómenos de remoción en masa e inundaciones, para las alternativas restantes:

Figura 4.134 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.02. Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) – Remoción en masa



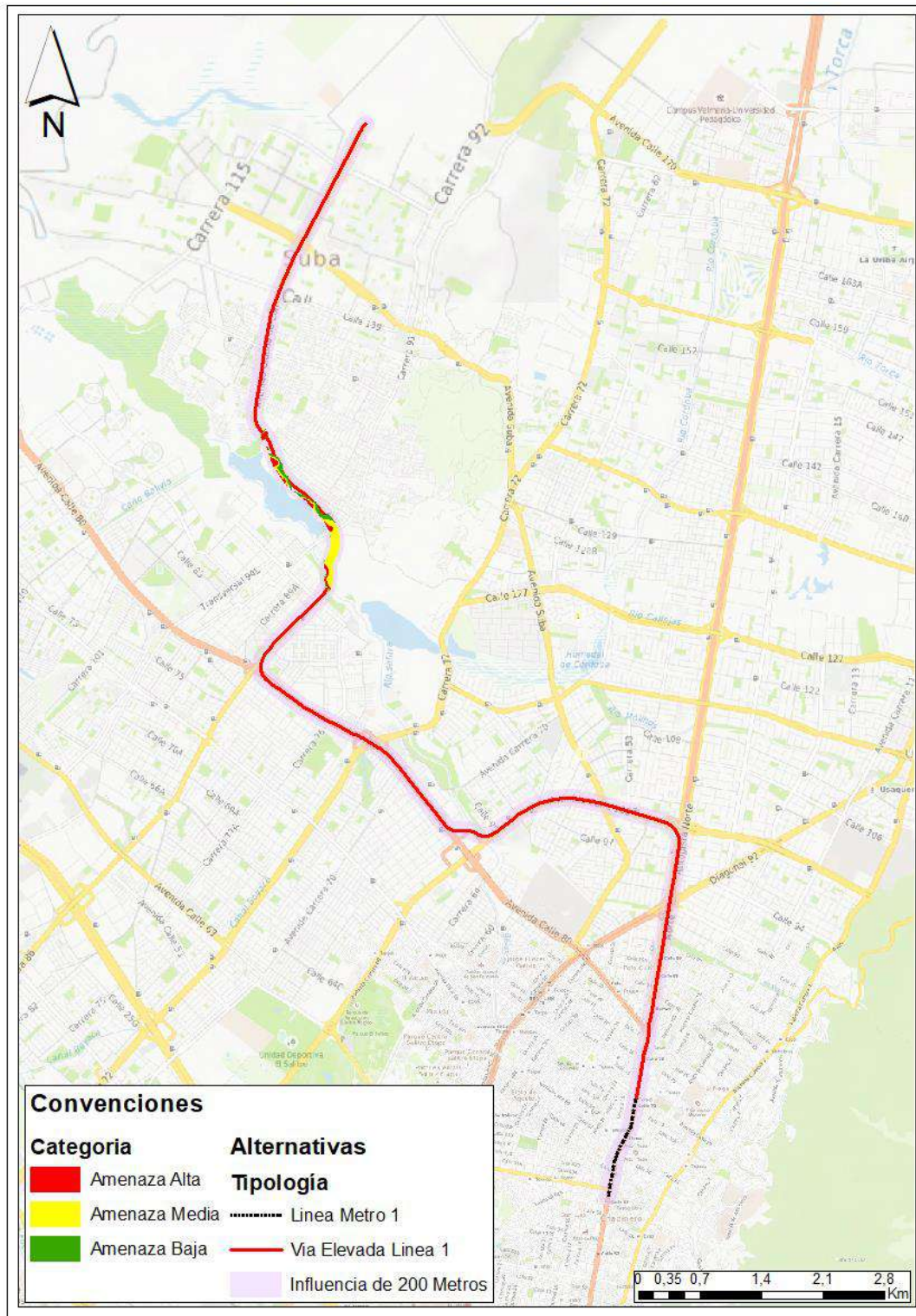
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.135 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.02 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali Mixta (Línea nueva) – Inundación



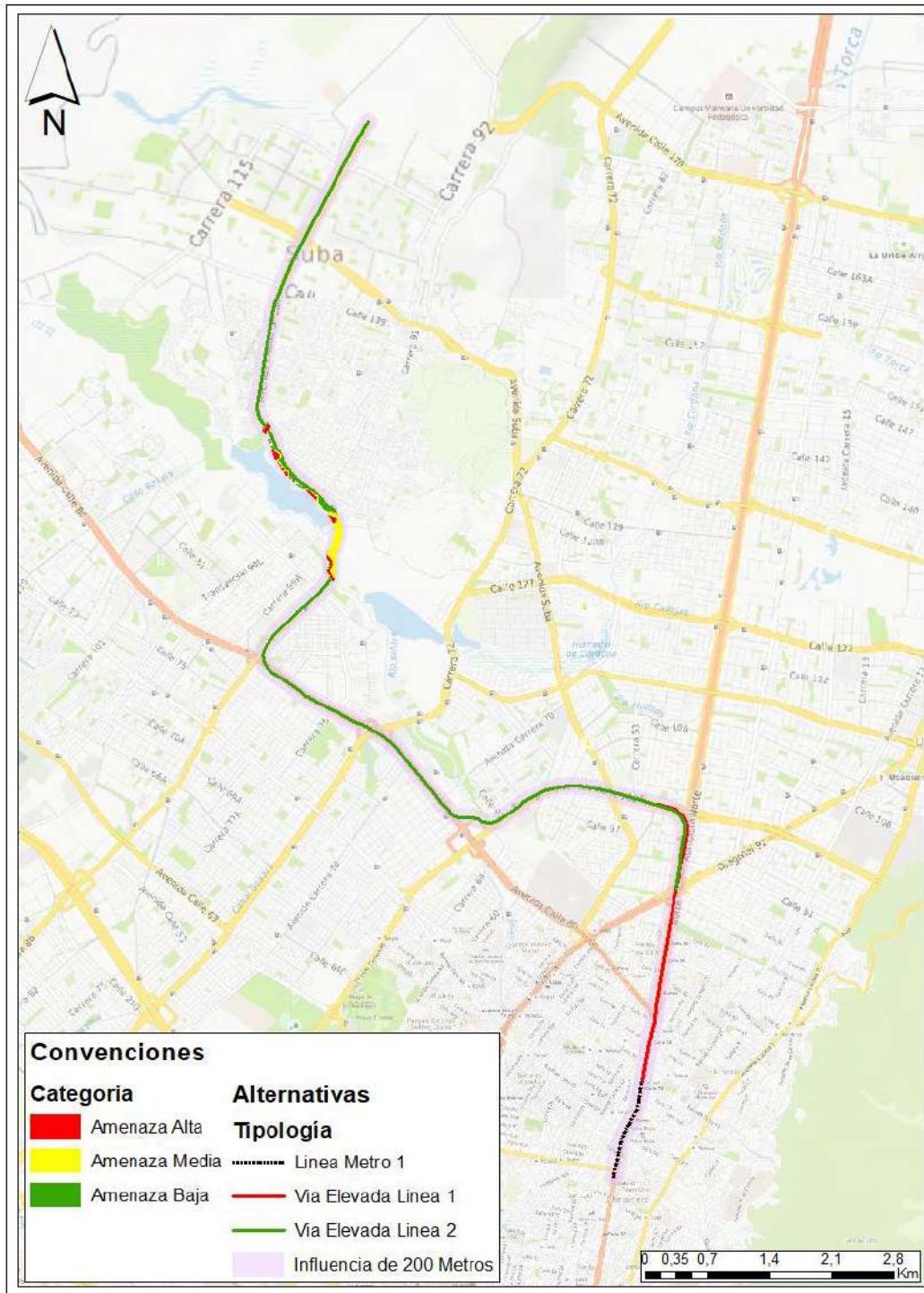
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.136 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.03 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Extensión) – Inundación



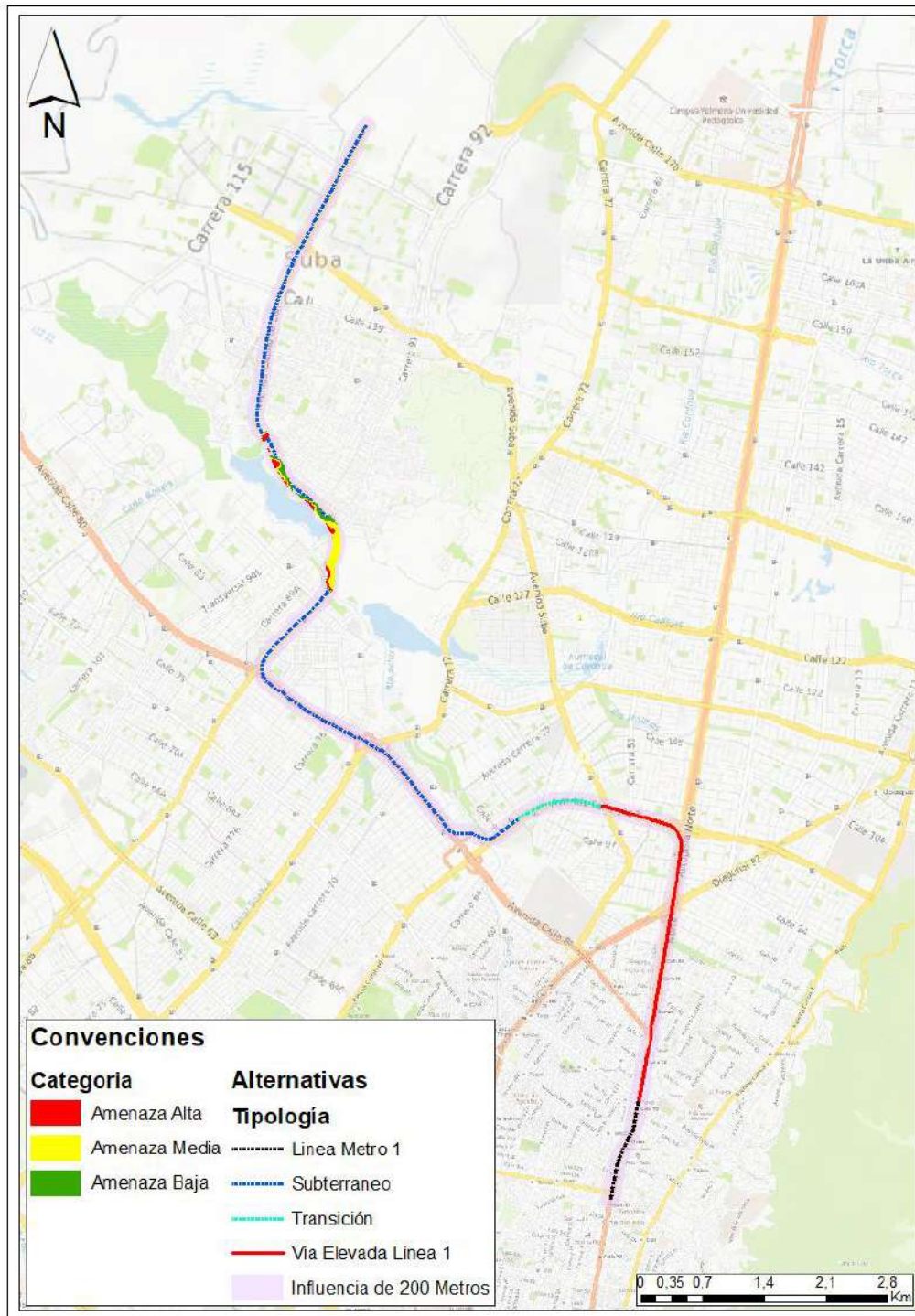
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.137 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.04 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva) – Inundación



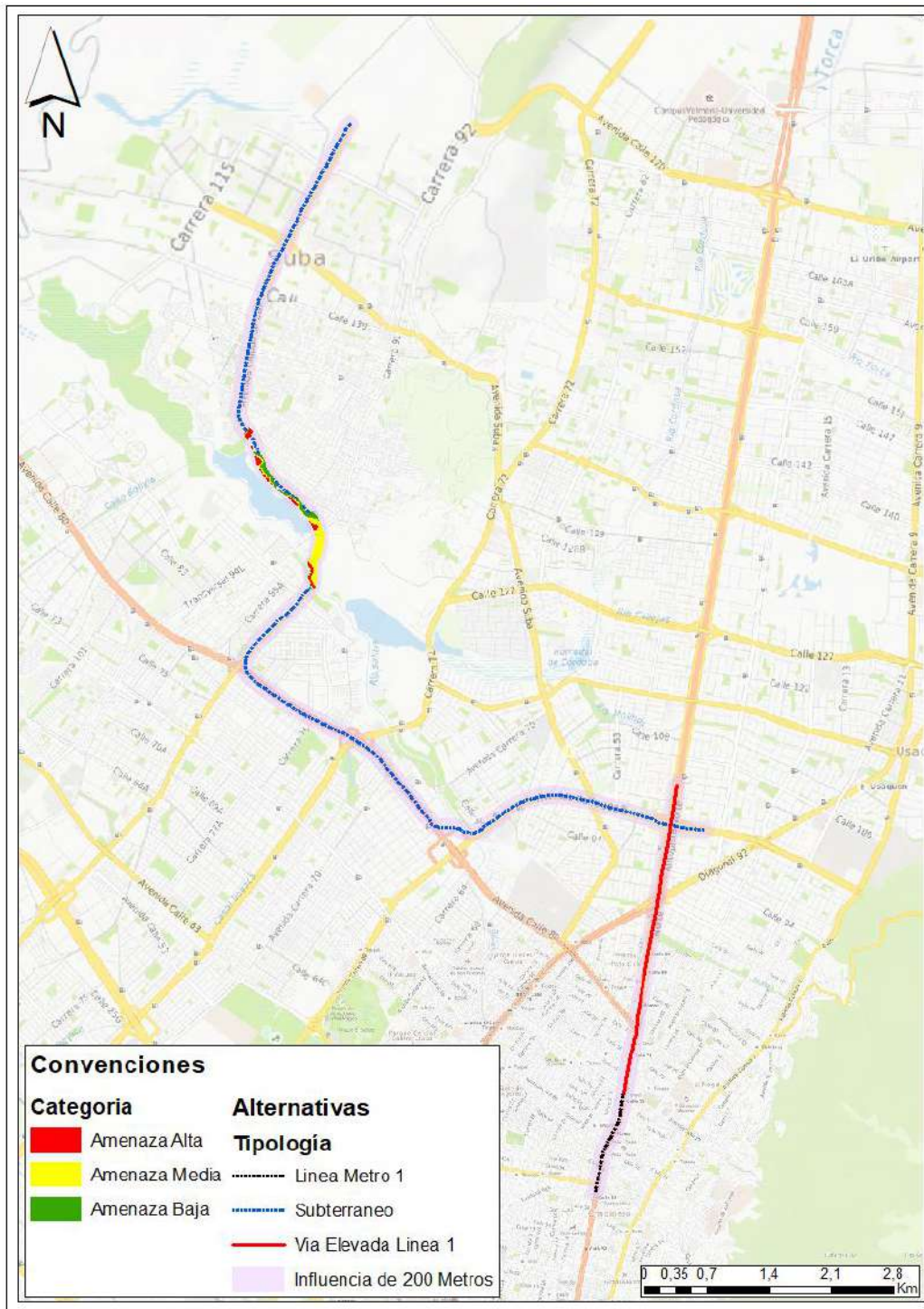
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.138 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.05 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Extensión) – Inundación



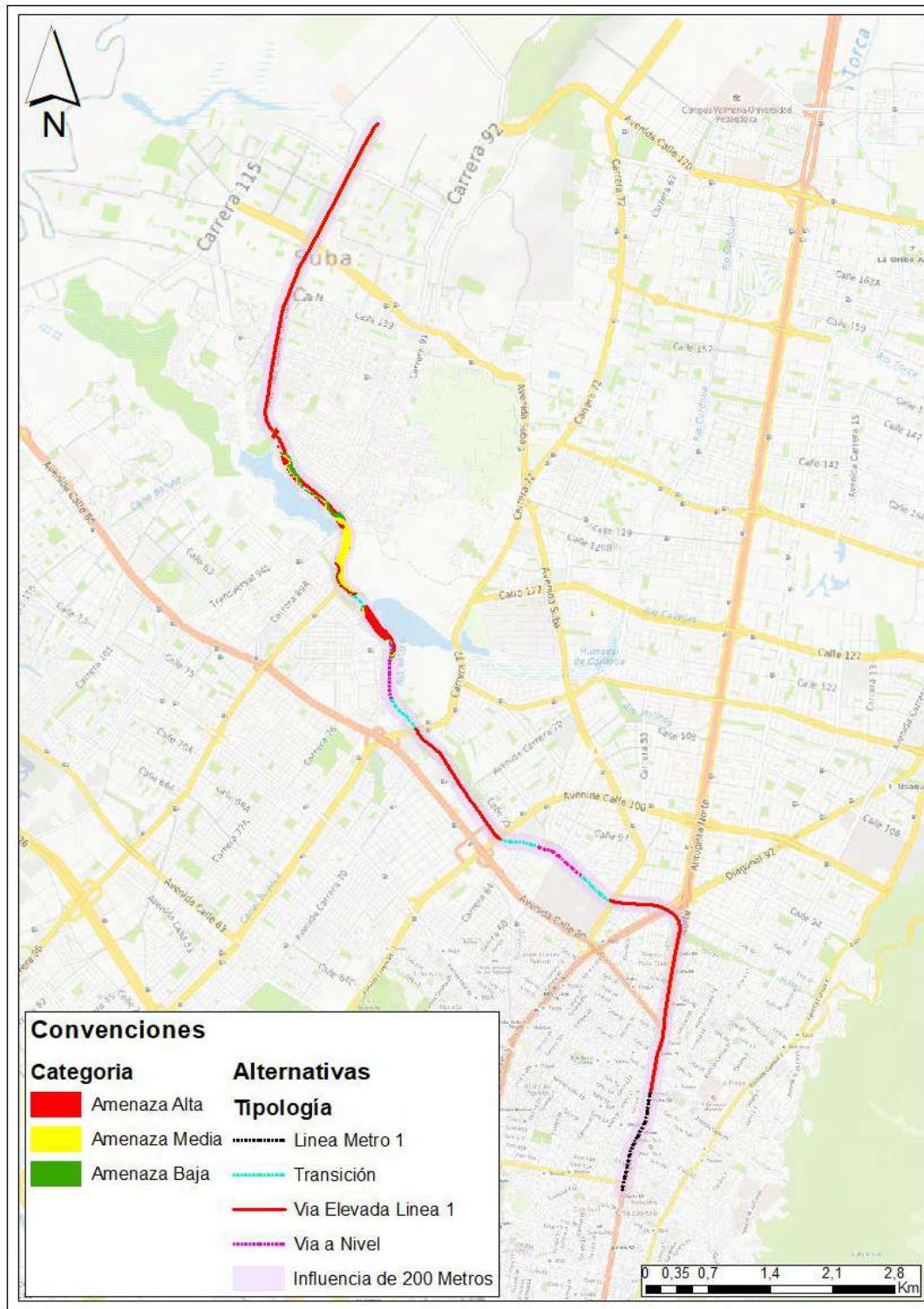
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.139 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.06 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva) – Inundación



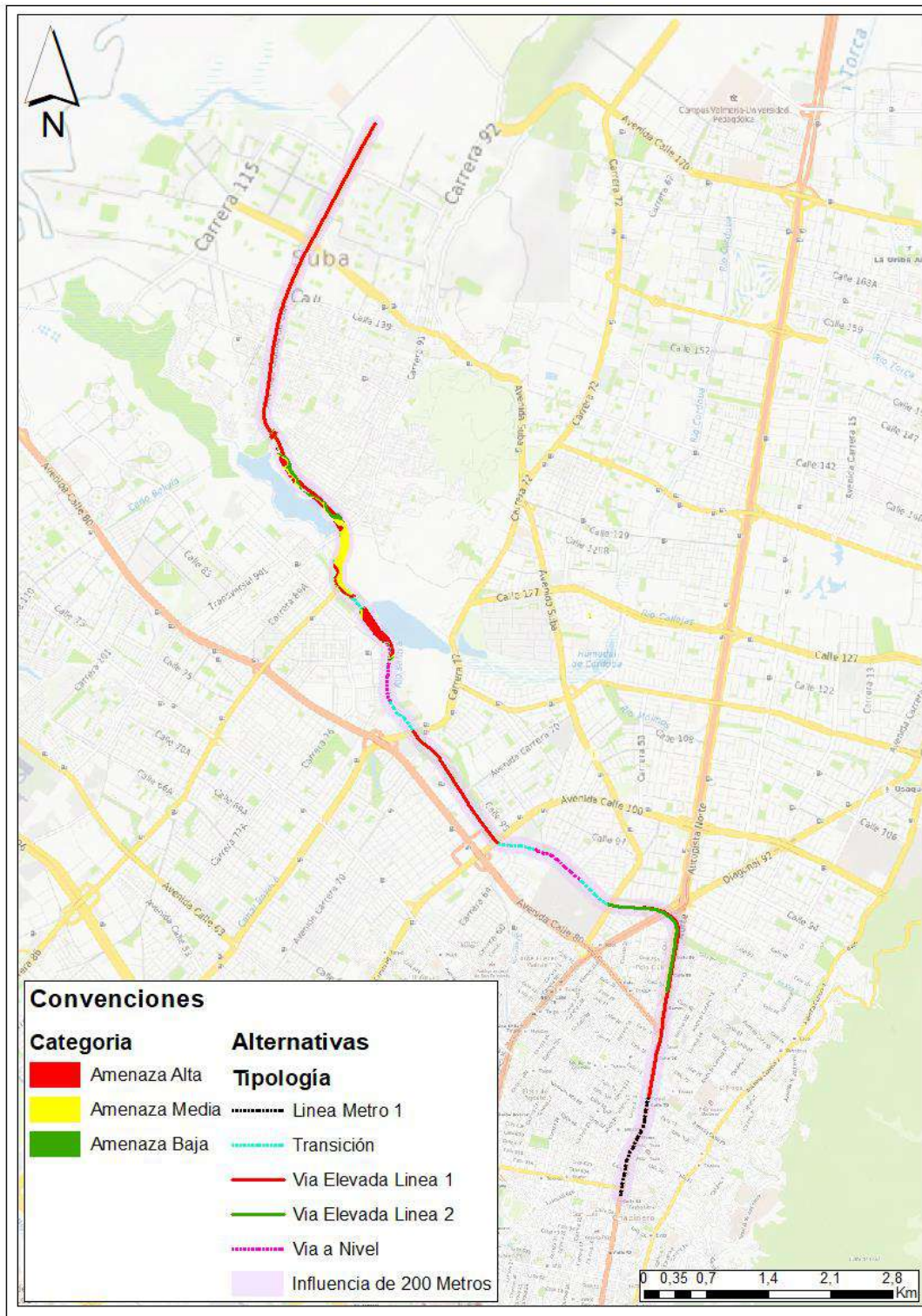
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.140 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.07 Canal Rionegro – Av. Cali - Elevada (Extensión) – Inundación



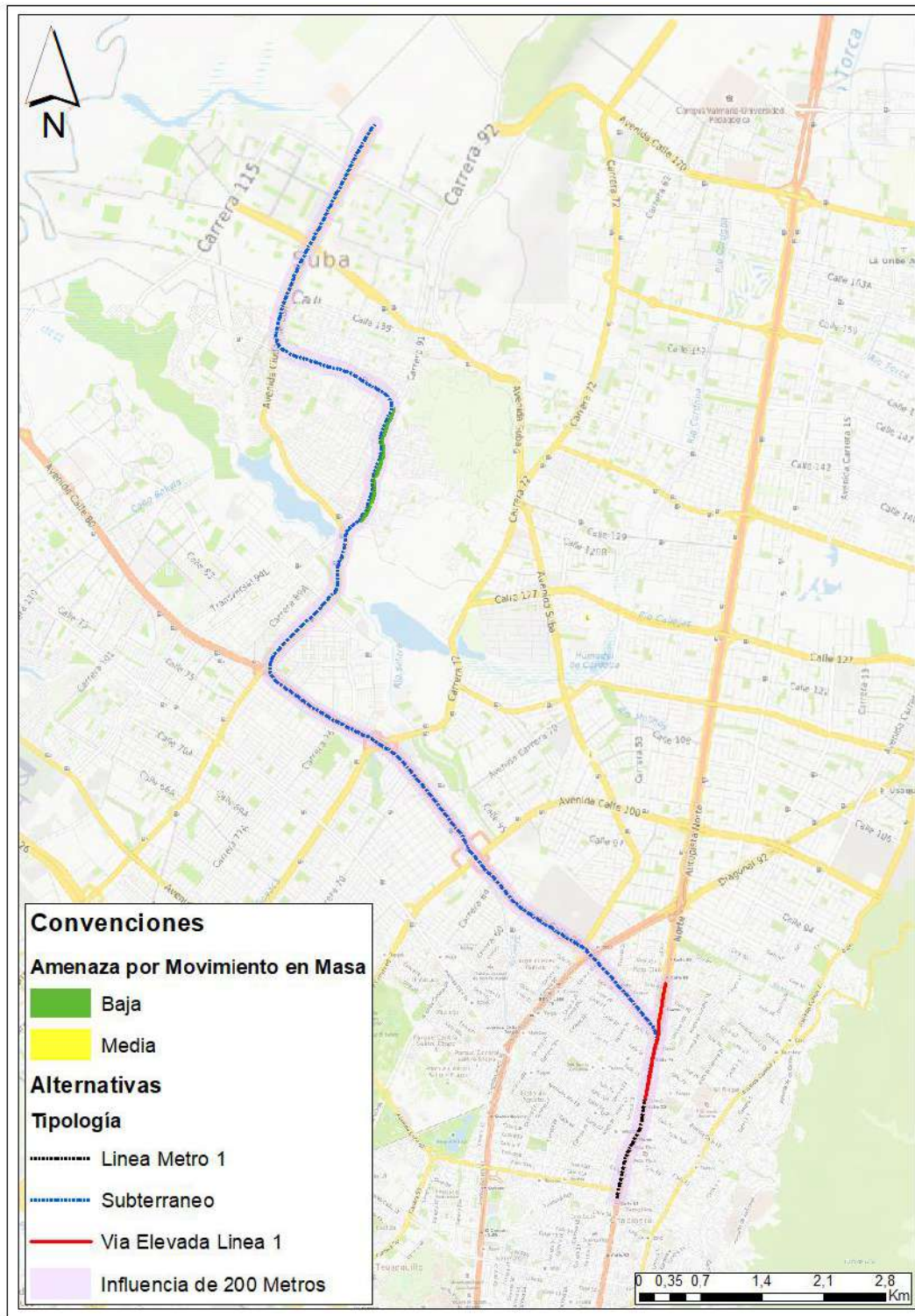
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.141 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.08 Canal Rionegro – Av. Cali – Elevada (Línea nueva) – Inundación



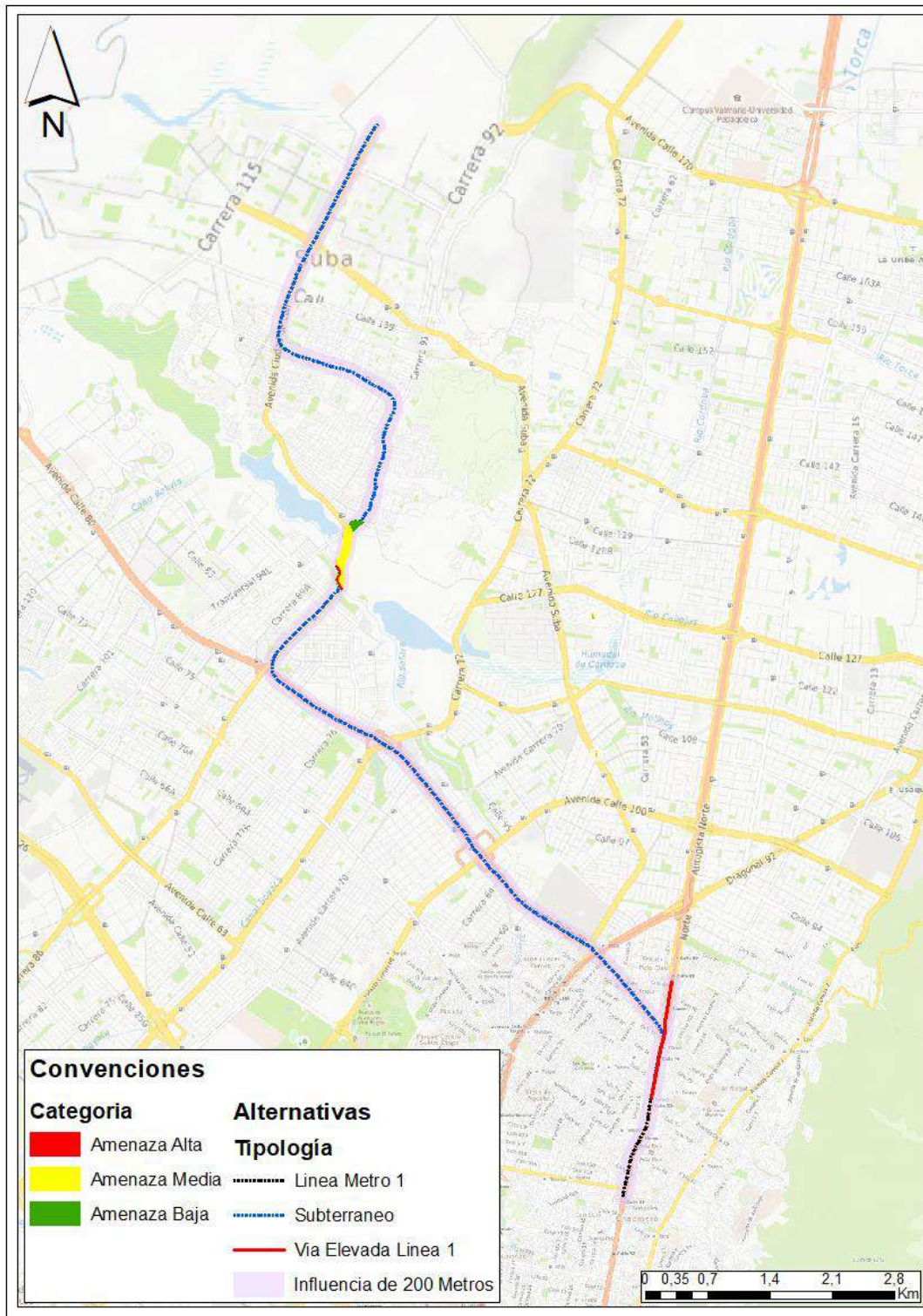
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.142 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.10. Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva) – Remoción en masa



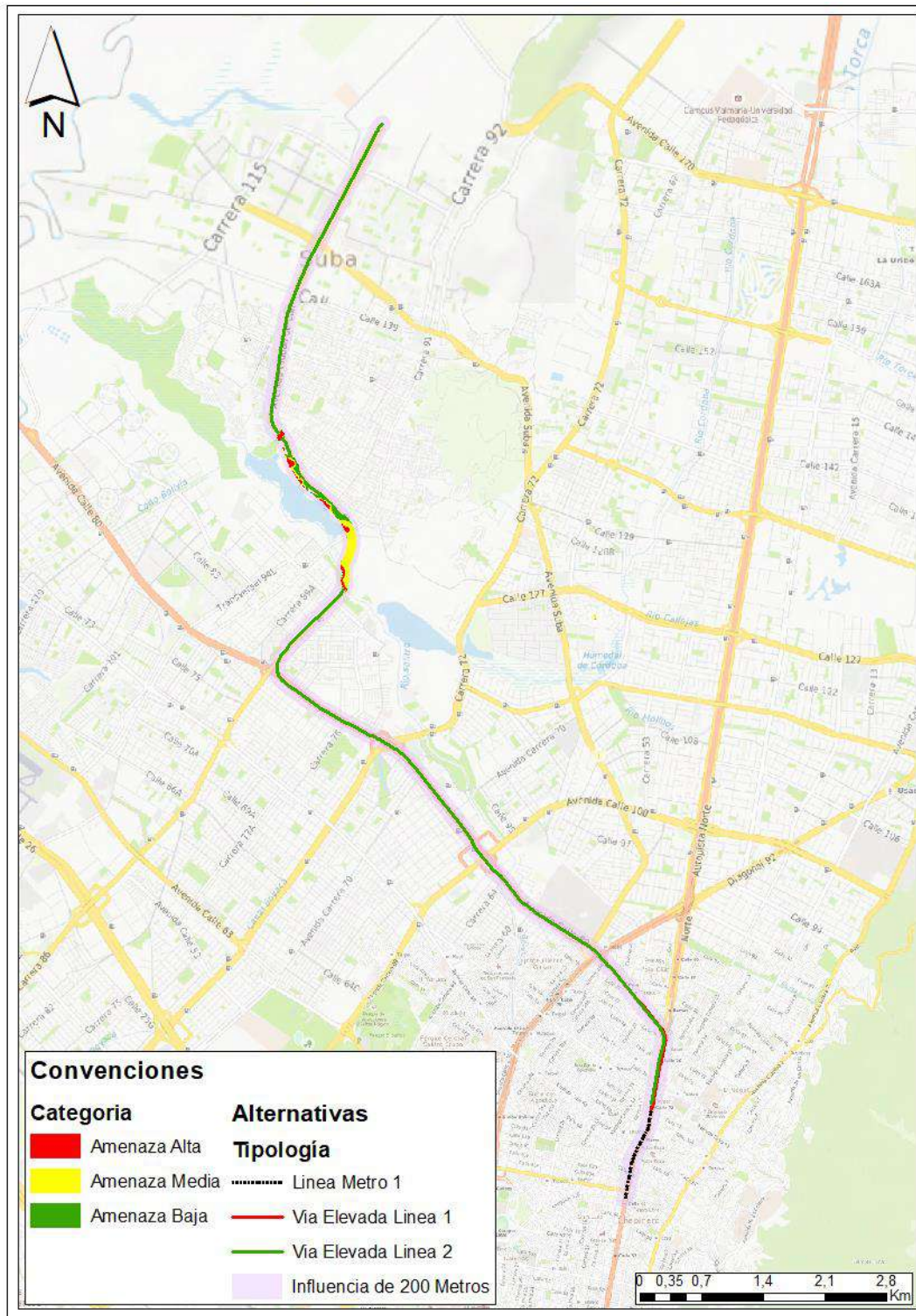
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.143 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.10 Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón – Mixta (Línea nueva) – Inundación



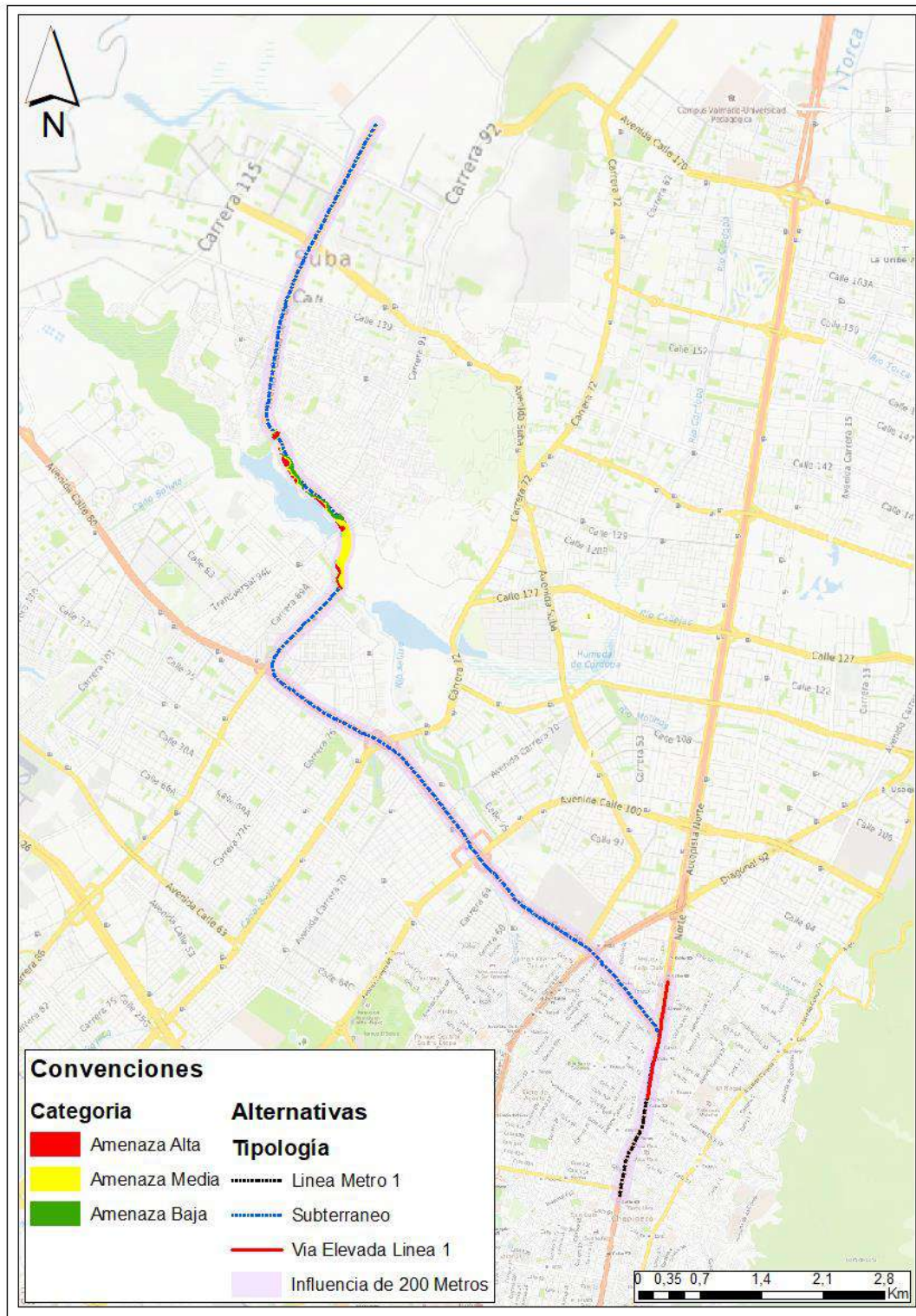
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.144 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.11 Calle 80 – Av. Cali – Elevada (Línea nueva) – Inundación



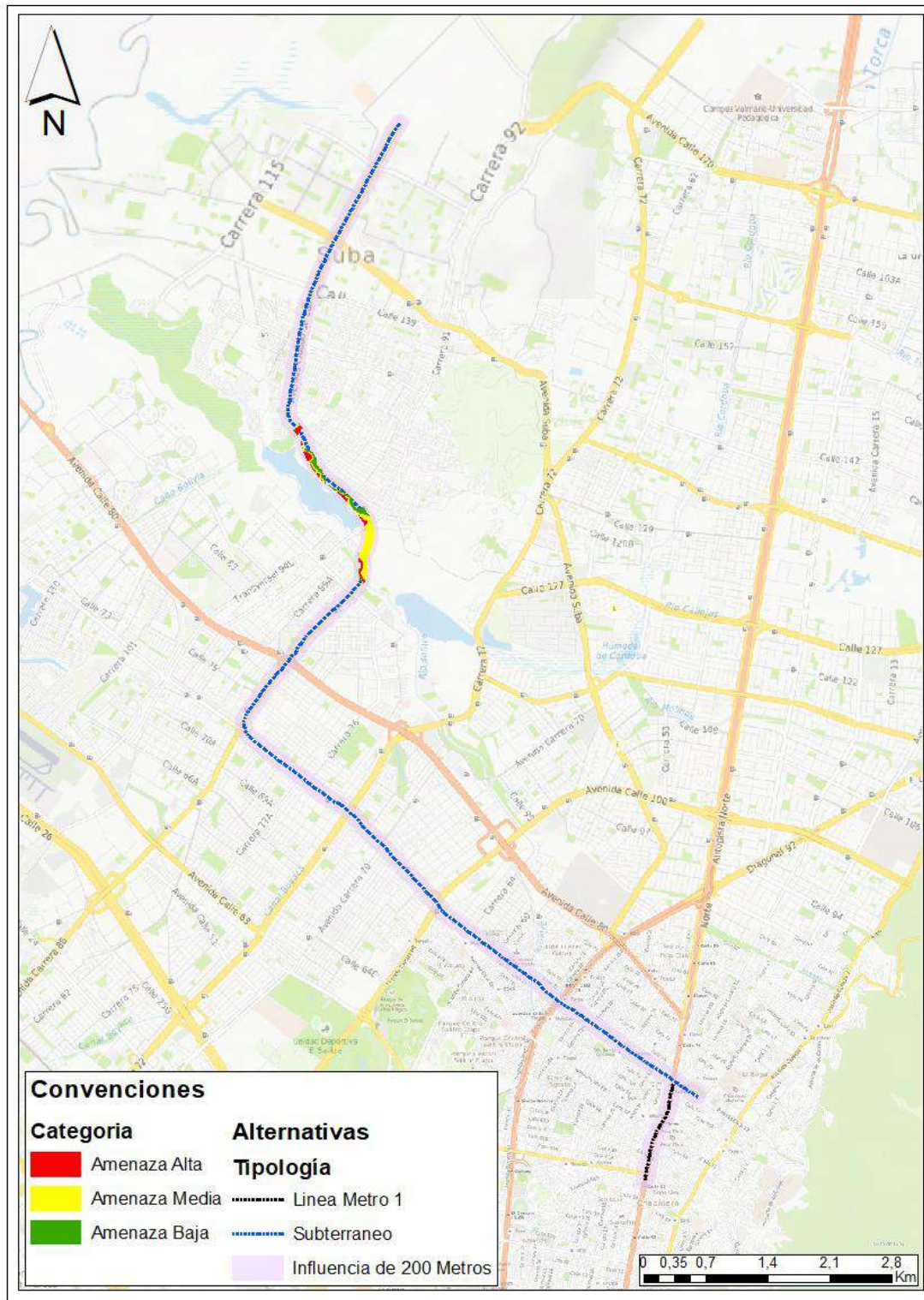
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.145 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.12 Calle 80 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) – Inundación



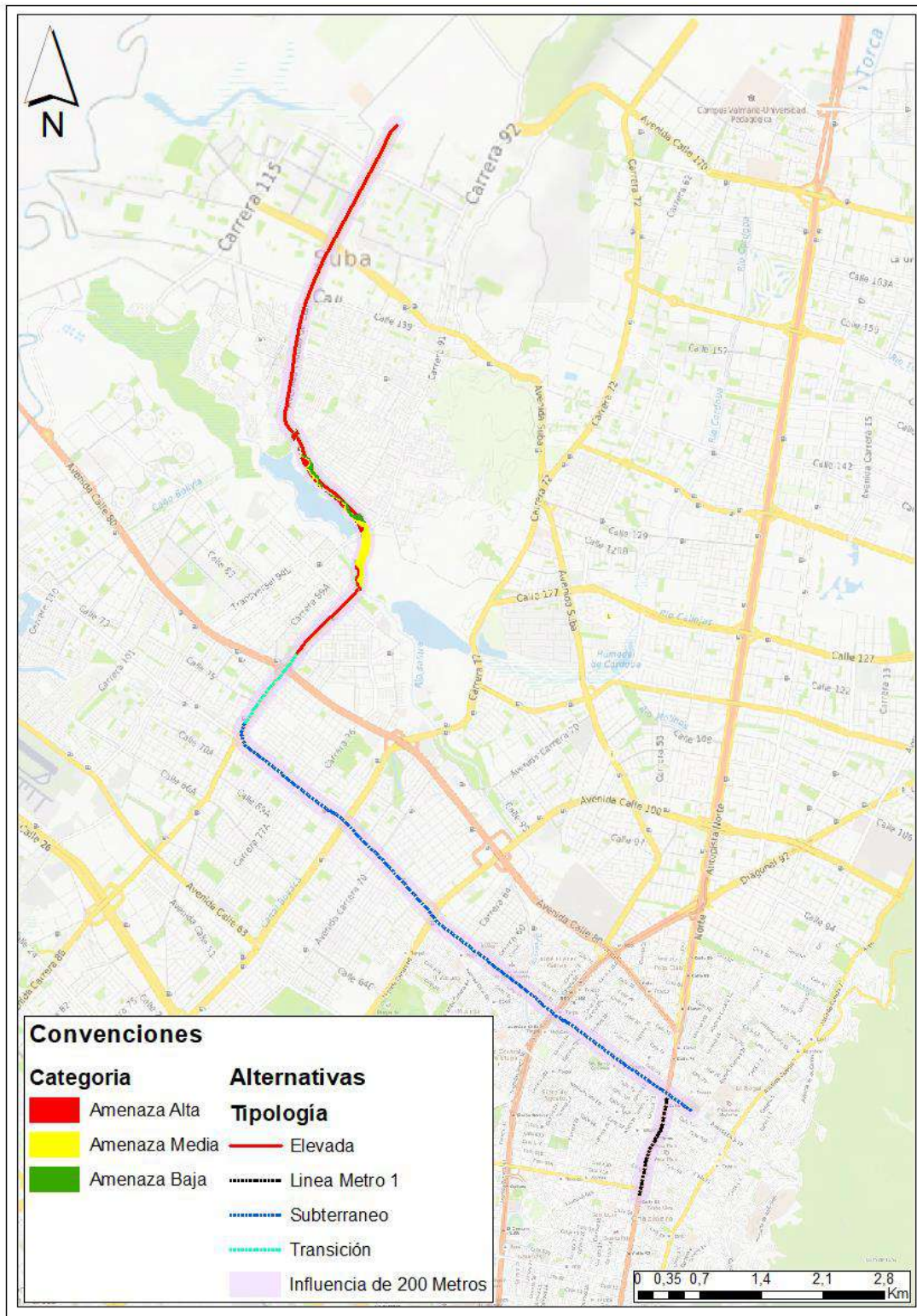
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.146 Medición Riesgo de Afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros. Alternativa 2.13 Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva) – Inundación



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 4.147 Cruce de cuerpos de agua alternativa 2.14. Calle 72 – Av. Cali – Mixta (Línea nueva) – Inundación



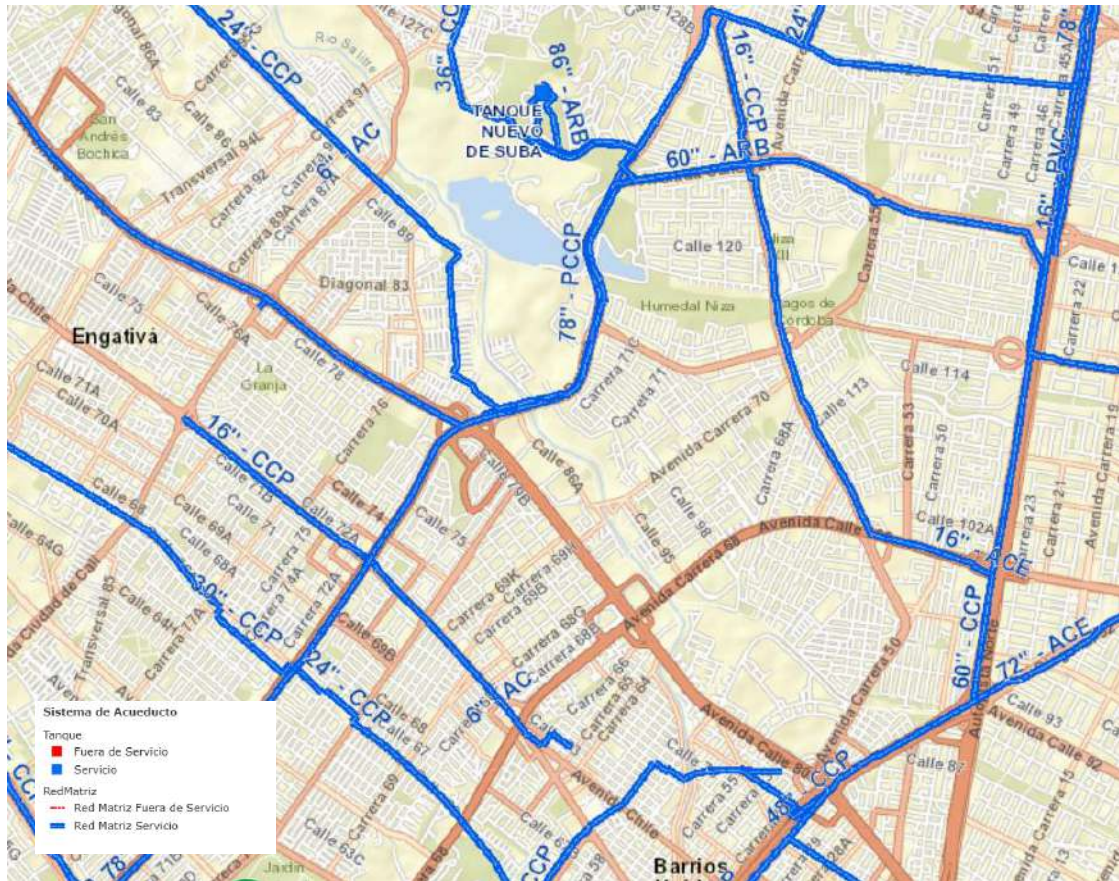
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo sobre el cronograma

Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción

- 4.229 Para evaluar el indicador, se determina el nivel de facilidad de realización para cada tipo de infraestructura con una nota de 3 (peor resultado) a 5 (mejor resultado).
- 4.230 A continuación, se describen los diferentes tipos de calificación:
- **Infraestructura tipo túnel – Calificación: 3/5:** El contexto geotécnico de Bogotá permite obtener un rendimiento elevado de progreso de las tuneladoras. Sin embargo, la construcción de las estaciones subterráneas necesitará un tiempo de realización importante.
 - **Infraestructura tipo túnel entre pantallas – Calificación 3/5:** La configuración y las zonas de implantación de las trincheras imponen la previsión de actuar por etapas y métodos de obras complejos que provocaran rendimientos elevados. Una nota de 3/5 está atribuida a este tipo de infraestructura.
 - **Infraestructura tipo viaducto – Calificación entre 3/5 y 5/5:** El riesgo geotécnico es importante para el viaducto, pero en caso de riesgo en el progreso de las obras no presenta gran impacto, ya que los apoyos son puntuales. Por tal razón, se puede adelantar obras en otros apoyos y luego resolver el problema puntual. Para este riesgo se identifican 3 zonas de viaducto según la complejidad del contexto geotécnico, de la siguiente forma:
 - Zona 1 (Av. Ciudad de Cali entre Av. Rincón y Calle 170) – Calificación 5/5: El viaducto está implantado en el eje de la vía con una configuración urbana poco densa en términos de infraestructura y redes mayores.
 - Zona 2 (entre Autopista Norte (sin incluir este corredor) hasta la Av. Ciudad de Cali con Av. Rincón) – Calificación 4/5: El viaducto está ubicado en un sitio con la presencia de redes principales y densificación urbana. En este aspecto, la elección de la zona se apoyó en la identificación de mayor presencia de redes matrices de acueducto y redes colectoras principales de alcantarillado pluvial y sanitario, las cuales en su gran mayoría usan los corredores viales de oriente a occidente.

Figura 4.148 Zonas con densificación de redes matrices de acueducto



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- Zona 3 (Autopista Norte) – Calificación 3/5: El viaducto está en interfaz con el BRT lo que necesita fases de realización y obligaciones de ejecución importantes.

4.231 Para cada opción de trazado, se cuantificarán los rendimientos temporales para cada tramo en la configuración de la línea y las características urbanas donde se localiza cada tramo descrito en el indicador “perturbación al tráfico”, lo cual se refleja en la asignación de una nota según las condiciones individuales de cada tramo.

Tabla 4.52 Asignación de puntaje a cada tramo por alternativa

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
2	3	3	3	3	3	3	3	3		3		3		
3	3	3	3	3	3	3								
4	3	3				3								
5	3	3												

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6													3	3
7													3	3
8													3	3
9													3	3
10													3	3
11									3	3	3	3		
12									3	3	3	3		
13			3	3	3	3			3	3	3	3		
14			3	3	3	3			3	3	3	3		
15							4	4						
16							4	4						
17							4	4						
18							4	4						
19						3								
20			3	3	3	3								
21			3	3	3	3								
22	4	4												
23	4	4												
24	3	3												
25									4	3				
26									4	3				
27													3	3
28			4	4	3	3			4	3	4	3	3	4
29			4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4
30	5	5	5	5	3	3	5	5			5	3	3	5
31	5	5	5	5	3	3	5	5	5	3	5	3	3	5
32	5	5	5	5	3	3	5	5	5	3	5	3	3	5

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.232 Partiendo de este indicador, se pondera con la longitud de cada tramo y se divide en la sumatoria de los mismos, arrojando el indicador por alternativa cuya memoria de cálculo se puede ver a detalle en el Anexo H3. Riesgo sobre el Cronograma.
- 4.233 A continuación, se observa el resultado del cálculo de cada indicador:

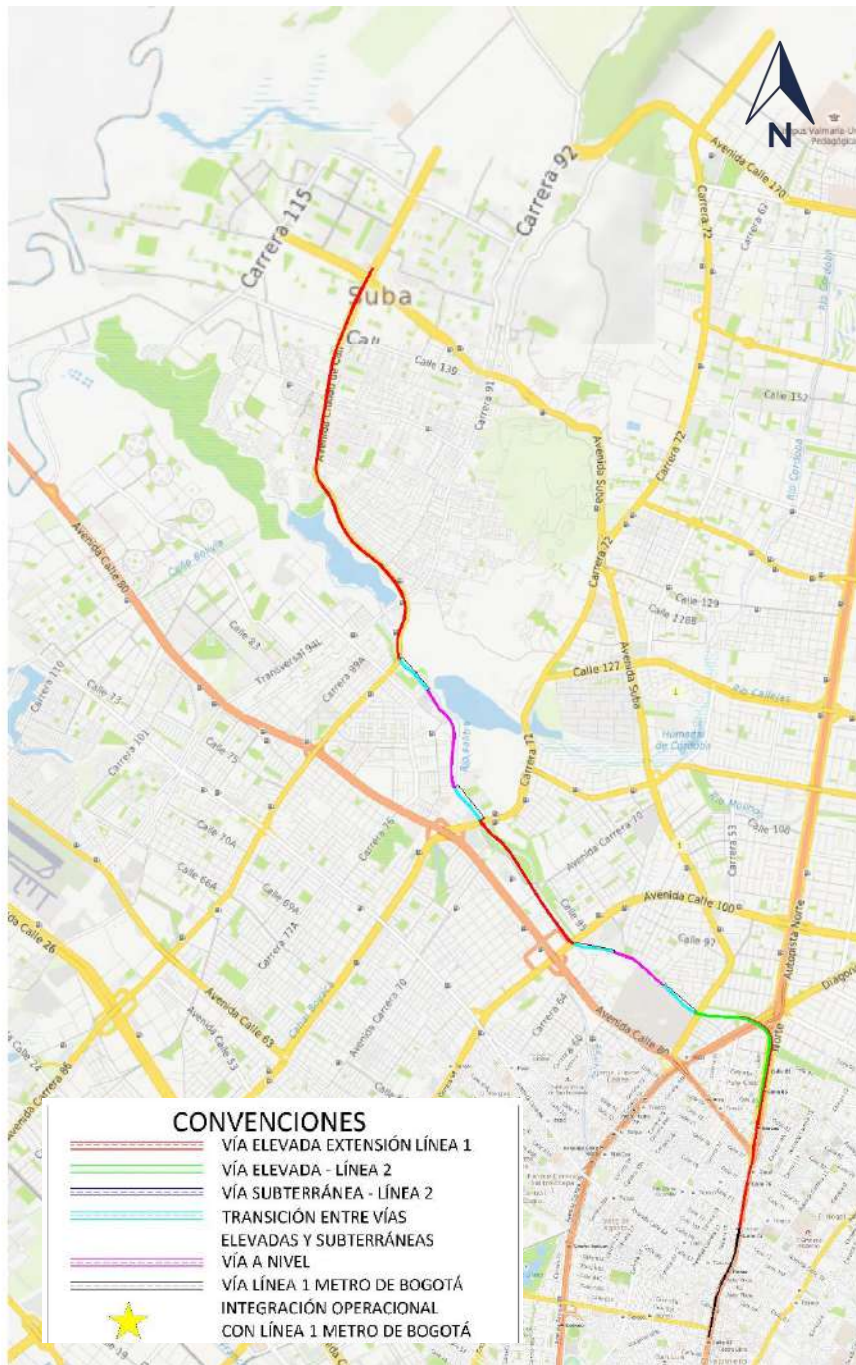
Tabla 4.53 Resultados del indicador Incertidumbre sobre el Rendimiento de Construcción

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Incertidumbre sobre el Rendimiento de Construcción (Nota entre 1 y 5)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	3.88
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.88
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	3.77
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.77
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	3.00
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.00
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	4.21
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4.21
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	3.72
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	3.00
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3.88
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3.00
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3.00
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Extensión	3.84

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.234 De la anterior información, se evidencia que las alternativas que arroja el mejor resultado son la 2.07 y 2.08, que corresponde al corredor del Canal Rionegro, lo cual se refleja en el hecho que son alternativas de tipología elevada, que discurren por corredores con poca afectación al sistema BRT, los cuales son ejes que presentan poca densidad de infraestructura, a pesar de que este canal presenta alta presencia de redes de acueducto y alcantarillado. Figura 4.149

Figura 4.149 Alternativas 2.07 y 2.08 con menor riesgo al cronograma



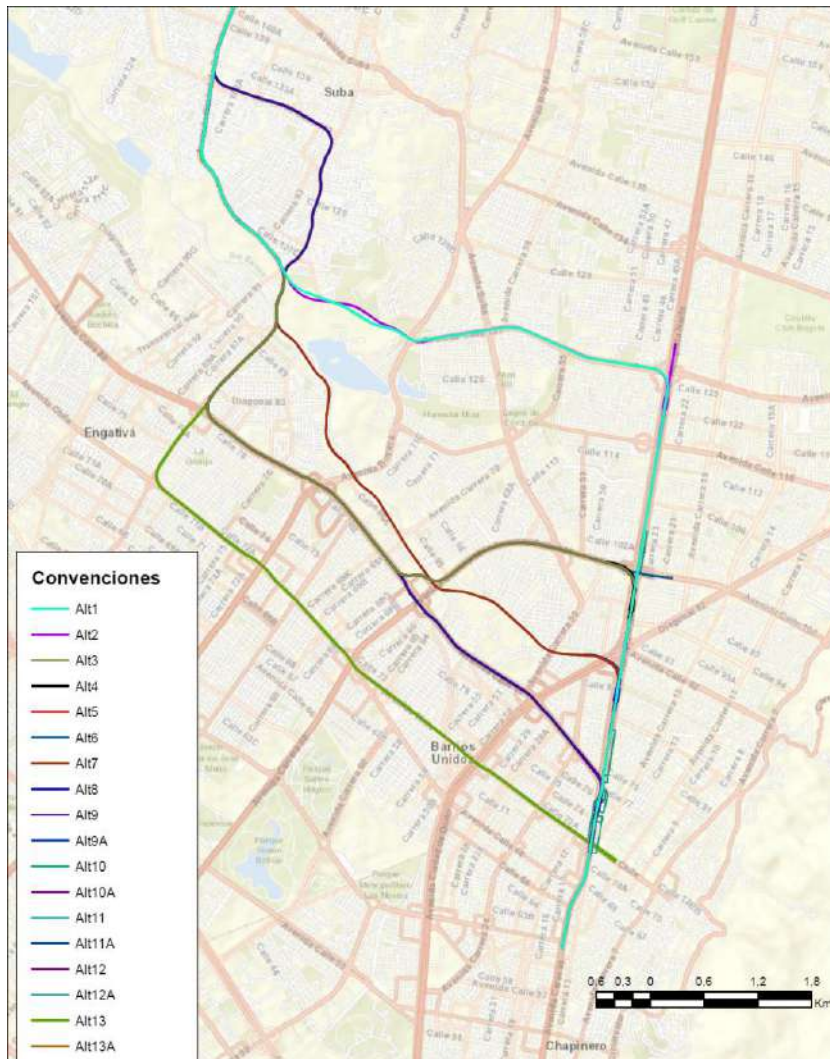
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020Riesgo de gestión predial Nota: Esta alternativa presenta transiciones entre tipologías elevada y a nivel.

Riesgo de gestión predial

Capacidad de gestión para la adquisición predial

- 4.1 Con el eje del trazado de las alternativas, se realizó el análisis del componente predial a partir de la información catastral, identificando el número de predios que posiblemente se verán afectados por la inserción del proyecto.

Figura 4.150 Trazado de Alternativas



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.2 Esta identificación se realizó de acuerdo con la tipología de línea, sea el tramo elevado, subterráneo o mixto. Para los tramos con tipología de línea elevada, se tiene como criterio 10.5 m de ancho de tablero, para la tipología de línea subterránea se tiene un ancho de 12.4 m, contemplando el ancho del túnel y pantallas. Para la tipología mixta se realizó una franja de acuerdo con cada caso, sea elevada o subterránea en los diferentes tramos de acuerdo a cada corredor.

4.3 A lo largo de cada corredor y en conjunto con la base catastral, se realizó la identificación de los predios por alternativa. Permitiendo determinar la cantidad de predios que se intersecan con la franja mencionada anteriormente y con las áreas determinadas como estaciones por cada alternativa.

4.4 Se Identifica que para la Alternativa 1, Tipología de línea Mixta y Extensión para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 127- Av. Rincón- Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 50.89%, seguido por 68 predios con destinación comercial que corresponde al 11.09%, y 124 predios con destinación Residencial que corresponden al 20.23%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.54:

Tabla 4.54 Cantidad de predios Alternativa 1, Calle 127- Av. Rincón- Av. Cali

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otros	Sin información	Cantidad de predios
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	124	10	68	40	312	13	46	613

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.5 Se Identifica que para la Alternativa 2, Tipología de línea Mixta con Línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 127- Av. Rincón- Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 48.60%, seguido por 79 predios con destinación comercial que corresponde al 12.26%, y 142 predios con destinación Residencial que corresponden al 22.05%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.55:

Tabla 4.55 Cantidad de predios Alternativa 2, Calle 127- Av. Rincón- Av. Cali

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	142	11	79	29	313	25	45	644

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.6 Se Identifica que para la Alternativa 3, Tipología de línea Elevada y Extensión para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 48.77%, seguido por 171 predios con destinación residencial que corresponde al 23.23%, y 77 predios con destinación Comercial que corresponden al 10.46 %, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.56

Tabla 4.56 Cantidad de predios Alternativa 3, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	171	5	77	65	359	13	46	736

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.7 Se identifica que para la Alternativa 4, Tipología de línea Elevada con línea Nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 48.91%, seguido por 171 predios con destinación residencial que corresponde al 23.17%, y 77 predios con destinación Comercial que corresponden al 10.43%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.57

Tabla 4.57 Cantidad de predios Alternativa 4, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio público	Vía	Otros	Sin información	Cantidad de predios
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	171	5	77	65	361	13	46	738

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.8 Se identifica que para la Alternativa 5, Tipología de línea subterránea y extensión para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 50.06%, seguido por 172 predios con destinación residencial que corresponde al 22.54%, y 79 predios con destinación Comercial que corresponden al 10.35%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.58

Tabla 4.58 Cantidad de predios Alternativa 5, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio público	Vía	Otros	Sin información	Cantidad de predios
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	172	5	79	66	382	13	46	763

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.9 Se identifica que para la Alternativa 6, Tipología de línea subterránea con línea Nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 50.06%, seguido por 172 predios con destinación residencial que corresponde al 22.60%, y 78 predios con destinación Comercial que corresponden al 10.25%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.59

Tabla 4.59 Cantidad de predios Alternativa 6, Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio público	Vía	Otros	Sin información	Cantidad de predios
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	172	5	78	66	381	13	46	761

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.10 Se Identifica que para la Alternativa 7, Tipología de línea Elevada con Extensión para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Canal Rionegro–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 41.99%, seguido por 131 predios con destinación de espacio público que corresponde al 18.09%, y 126 predios con destinación Residencial que corresponden al 17.40%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.60

Tabla 4.60 Cantidad de predios Alternativa 7, Canal Rio negro–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	126	6	40	131	304	28	89	724

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.11 Se Identifica que para la Alternativa 8, Tipología de línea Elevada con línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Canal Rionegro–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 41.54%, seguido por 131 predios con destinación de espacio público que corresponde al 18.02%, y 126 predios con destinación Residencial que corresponden al 17.33%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.61

Tabla 4.61 Cantidad de predios Alternativa 8, Canal Rionegro–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	126	6	40	131	302	28	94	727

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.12 Se Identifica que para la Alternativa 9, Tipología de línea Elevada y línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 29.76%, seguido por 171 predios con destinación comercial que corresponde al 22.92%, y 239 predios con destinación Residencial que corresponden al 32.04%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.62

Tabla 4.62 Cantidad de predios Alternativa 9, Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.	239	3	171	75	222	23	13	746

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.13 Se Identifica que para la Alternativa 10, Tipología de línea Mixta con línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 28.36%, seguido por 161 predios con destinación comercial que corresponde al 20.64%, y 239 predios con destinación Residencial que corresponden al 30.64%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.63

Tabla 4.63 Cantidad de predios Alternativa 10, Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón.	239	1	161	75	221	23	60	780

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.14 Se Identifica que para la Alternativa 11, Tipología de línea Elevada con línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 80–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 42.21%, seguido por 178 predios con destinación residencial que corresponde al 23.67%, y 98 predios con destinación Comercial que corresponden al 13.03%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.64

Tabla 4.64 Cantidad de predios Alternativa 11, Calle 80–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.11	Calle 80–Av. Cali	178	4	98	63	355	14	40	752

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.15 Se Identifica que para la Alternativa 12, Tipología de línea Mixta con y línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 80–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 47.90%, seguido por 178 predios con destinación residencial que corresponde al 24.08%, y 88 predios con destinación Comercial que corresponden al 11.90%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.65

Tabla 4.65 Cantidad de predios Alternativa 12, Calle 80–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otro s	Sin información	Cantidad de predios
2.12	Calle 80–Av. Cali	178	2	88	63	354	14	40	739

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.16 Se Identifica que para la Alternativa 13, Tipología de línea Subterránea con y línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 72–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 47.76%, seguido por 130 predios con destinación comercial que corresponde al 14.92%, y 222 predios con destinación Residencial que corresponden al 25.49%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.66

Tabla 4.66 Cantidad de predios Alternativa 13, Calle 72–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otros	Sin información	Cantidad de predios
2.13	Calle 72–Av. Cali	222	5	130	41	416	13	44	871

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.17 Se Identifica que para la Alternativa 14, Tipología de Mixta con línea nueva para conexión con línea 1, comprendida dentro del Corredor de la Calle 72–Av. Cali; se identifica que la mayor cantidad de predios corresponden a vía pública representando 38.48%, seguido por 129 predios con destinación comercial que corresponde al 14.64%, y 231 predios con destinación Residencial que corresponden al 26.22%, de la totalidad de predios para esta alternativa, de acuerdo a la clasificación asignada por Catastro Distrital. Ver Tabla 4.67

Tabla 4.67 Cantidad de predios Alternativa 14, Calle 72–Av. Cali.

Alt	Corredor	Residencial	Dotacional	Comercial	Espacio publico	Vía	Otros	Sin información	Cantidad de predios
2.14	Calle 72–Av. Cali	231	5	129	32	399	20	65	881

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.18 De acuerdo a lo anterior, se realiza un consolidado de la cantidad de predios identificados por alternativa. Ver Tabla 4.68

Tabla 4.68 Resultados del indicador Cantidad de predios por alternativa

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Capacidad de gestión para la adquisición predial
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	613
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	644
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	736

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Capacidad de gestión para la adquisición predial
2,04	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	738
2,05	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	763
2,06	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	761
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	724
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	727
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	746
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	780
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	752
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	739
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	871
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	881

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Riesgo financiero

Incertidumbre sobre el costo del proyecto

- 4.19 Para desarrollar esta evaluación como criterio de riesgo financiero, se tomaron los resultados de los indicadores de riesgo geotécnico, riesgo de rendimiento y el riesgo de costo de inversión.
- 4.20 Para el riesgo de Subsidiencias, derrumbes o afectación a estructuras cuya calificación es tomada de 3 a 5 para cada una de las alternativas y se afecta por el porcentaje de participación definido en el documento base para este análisis, corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C definido con un valor del 14%. Tabla 4.69

Tabla 4.69 Indicadores de riesgo geotécnico por el peso porcentual del 14%.

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	RIESGO GEOTECNICO 14%
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	3,97
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,93
2,03	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	3,98
2,04	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3,98
2,05	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	3,73
2,06	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,66
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	3,69

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	RIESGO GEOTECNICO 14%
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3,66
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	3,98
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3,53
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3,98
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,55
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,50
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,71

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.21 Así mismo se toman los indicadores para el riesgo de rendimiento, cuya calificación es tomada de 3 a 5 para cada una de las alternativas y se afecta por el porcentaje de participación definido en el documento base para este análisis, corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C definido con un valor del 18%. Tabla 4.70

Tabla 4.70 Ponderación rendimiento Alternativas.

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	RIESGO DE RENDIMIENTO 18%
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	3,88
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,88
2,03	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	3,77
2,04	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3,77
2,05	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	3,00
2,06	Calle 100 – Av. 68 – CI 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,00
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	4,21
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,21
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	3,72
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3,00
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	3,88
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,00
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,00
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,84

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.22 Posteriormente se le asigna una calificación que va entre 3 y 5 al indicador, que resulta ser el costo por kilómetro promedio de cada alternativa; esta calificación se obtiene al identificar la ubicación del indicador dentro de la fracción entre el indicador mínimo (1) y el indicador máximo (2), de cada alternativa (la fracción se calcula dividiendo entre 5 la diferencia entre el mayor indicador y menor indicador de las alternativas evaluadas). La alternativa que está dentro de los valores menores tiene un valor de 5 y la alternativa que tenga el mayor indicador se le asigna un valor de 3, ver tabla 4.71:

Tabla 4.71 Ponderación rendimiento Alternativas.

Calificación		Valor del indicador mínimo 1	Valor del indicador máximo 2
5	4,6	577.190,72	645.527,47
4,6	4,2	645.527,47	713.864,22
4,2	3,8	713.864,22	782.200,97
3,8	3,4	782.200,97	850.537,72
3,4	3	850.537,72	918.874,47

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 4.23 Esta calificación es tomada de 3 a 5 para cada una de las alternativas y se afecta por el porcentaje de participación definido en el documento base para este análisis, corresponde al estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C definido por un porcentaje del 68%. Tabla 4.72

Tabla 4.72 Ponderación rendimiento Alternativas.

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	COSTO DE INVERSIÓN 68%
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	4,35
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4,77
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	4,01
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,52
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	3,00
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,30
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	4,44
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	5,00
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	4,81
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3,62
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,73
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,49

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	COSTO DE INVERSIÓN 68%
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,51
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4,09

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.24 Al final se pondera cada calificación por el porcentaje indicado y se suman sus resultados, lo que da la calificación final correspondiente al indicador de riesgo financiero. Tabla 4.73

Tabla 4.73 Ponderación rendimiento Alternativas.

num. ant	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	INDICADOR
2,01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	4,21
2,02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	4,49
2,03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	3,96
2,04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,31
2,05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	3,10
2,06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,30
2,07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	4,30
2,08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,67
2,09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	4,50
2,10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	3,50
2,11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	4,47
2,12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,41
2,13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	3,42
2,14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	3,99

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

4.25 La alternativa que presenta un mayor riesgo por incertidumbre sobre el costo del proyecto corresponde a la en la 2.05 “Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali”, que es la alternativa más costosa, y la mejor calificada es la alternativa 2.05 “Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali”, que es la alternativa

con menor Capex, con lo cual se ratifica el dominio del presupuesto global en el índice de riesgo por el costo del proyecto.

5 Análisis de Extensión Calle 100 y tipo de conexión

- 1.1 Con base en mesas de trabajo y presentaciones con EMB, FDN y Distrito, se desarrollaron análisis adicionales con el objetivo de interpretar con mayor detalle variables que no estaban incluidas en la matriz multicriterio. Estos análisis permitieron comprender características de ciertas alternativas, y descartar evaluaciones por sus limitaciones en materia de transporte, operacionales, financieras o de riesgos. A continuación, se presentan los diferentes análisis que se hicieron:

Análisis de Transporte

- 1.2 Dentro del análisis adicional de transporte se evaluaron las siguientes posibilidades:

- Análisis Extensión a Suba vs. Extensión a Torca para alternativas Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali y Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali
- Análisis Extensión a Calle 100 para las 14 alternativas evaluadas

Análisis de Extensión a Suba vs. Extensión a Torca

- 1.3 Para las alternativas de Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali y Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali se encontró importante adelantar un análisis del beneficio en transporte de una extensión o línea nueva a Lagos de Torca por la Autopista Norte, para comparar los resultados con la extensión o línea nueva a Suba. Este análisis se hizo con el objetivo de confirmar que una línea a Suba es más beneficiosa que una línea a Usaquén y el Norte de Bogotá, esto dado que la PLMB-T1 contemplada en el documento CONPES 3882 de 2017, ratificado en el CONPES 3899 de 2017 fue estructurada para su ejecución en dos tramos:
- T1: Desde el patio taller en Bosa hasta la estación Calle 72 y cola de maniobras hasta Calle 80.
 - T2: Calle 80 hasta Calle 127 con Autonorte
- 1.4 Posteriormente, según el documento CONPES 3900 de 2017, se especificó que la PLMB-T1 iniciará desde el patio taller en la localidad de Bosa, hasta la Calle 127. En la siguiente figura se observa el esquema de trazado de la PLMB-T1 según los documentos CONPES mencionados anteriormente.

figura 5.1 Esquema de trazado de la PLMB-T1



Fuente: CONPES 3882 de 2017

1.5 El análisis incluyó para la Alternativa Calle 127 :

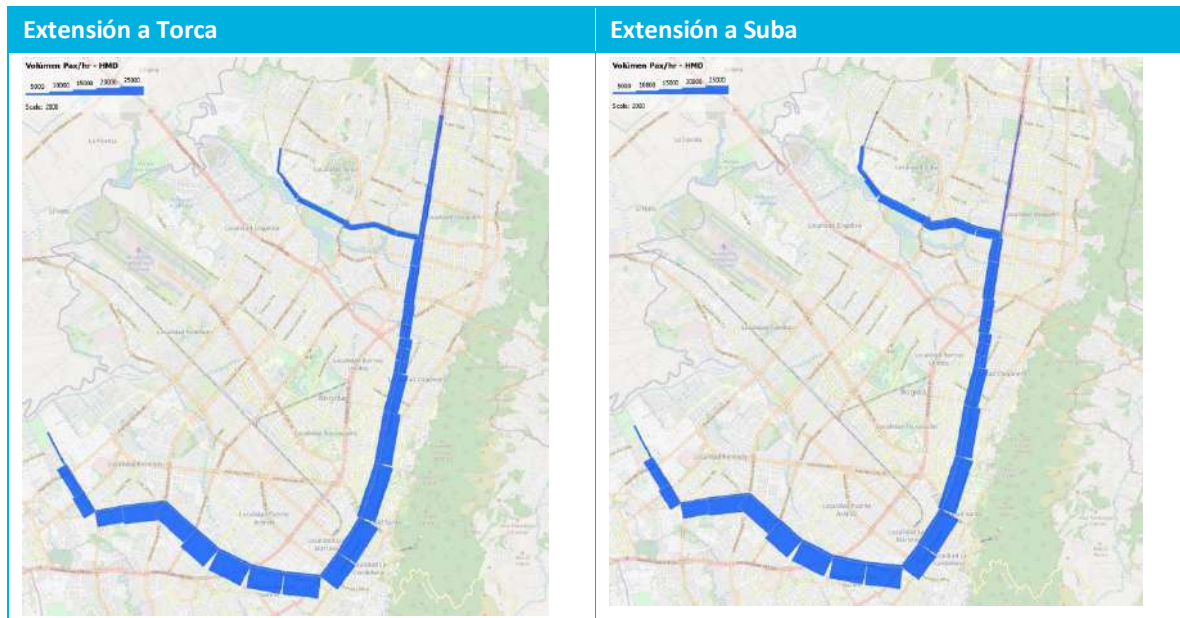
- (a) Extensión PLMB-T1 desde la Calle 127 hasta Torca y Línea nueva desde la Calle 127 hasta Portal de Suba
- (b) Extensión PLMB-T1 desde Calle 127 hasta Portal Suba y Línea nueva desde Calle 127 hasta Torca

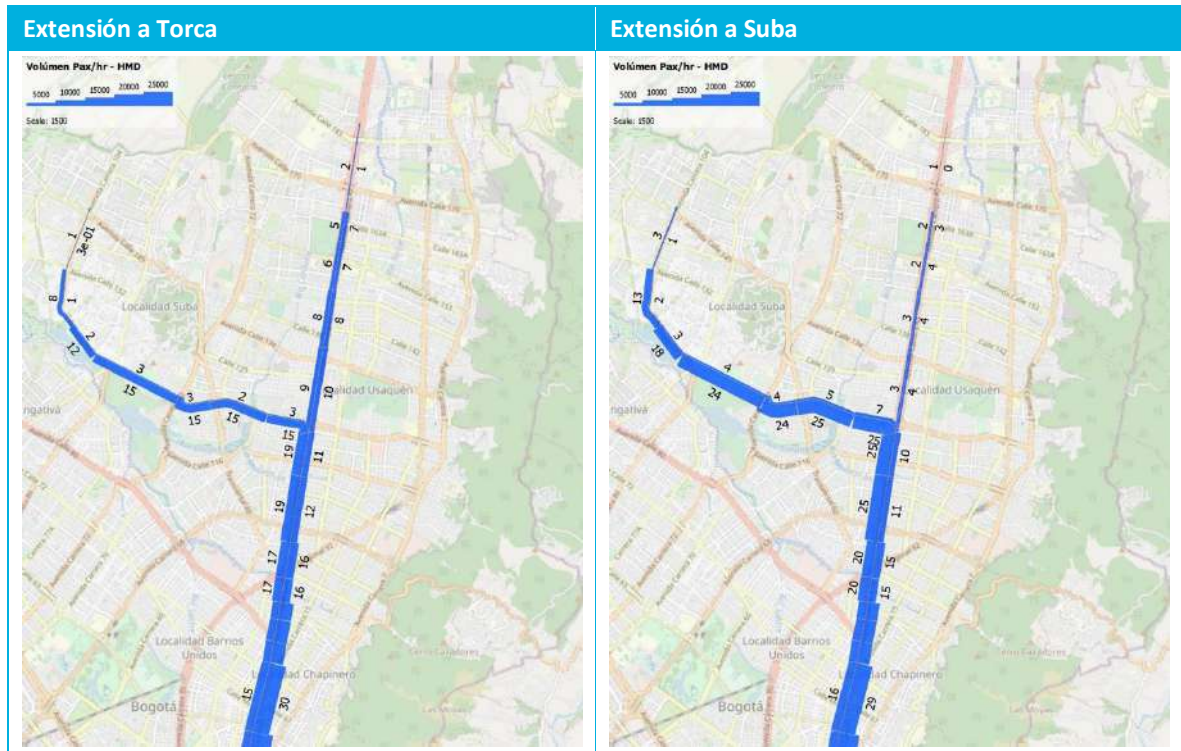
1.6 Para la Alternativa Calle 100:

- (a) Extensión PLMB-T1 desde la Calle 100 hasta Torca y Línea nueva desde la Calle 100 hasta Portal de Suba
- (b) Extensión PLMB-T1 desde Calle 100 hasta Portal Suba y Línea nueva desde Calle 100 hasta Torca

1.7 Para el análisis se usó el modelo de transporte de Bogotá, evaluando la carga y transbordos de las dos alternativas con extensión o línea nueva a Suba o Torca. A continuación, se muestran los resultados para el corte temporal 2050. Figura 5.1 y 5.2

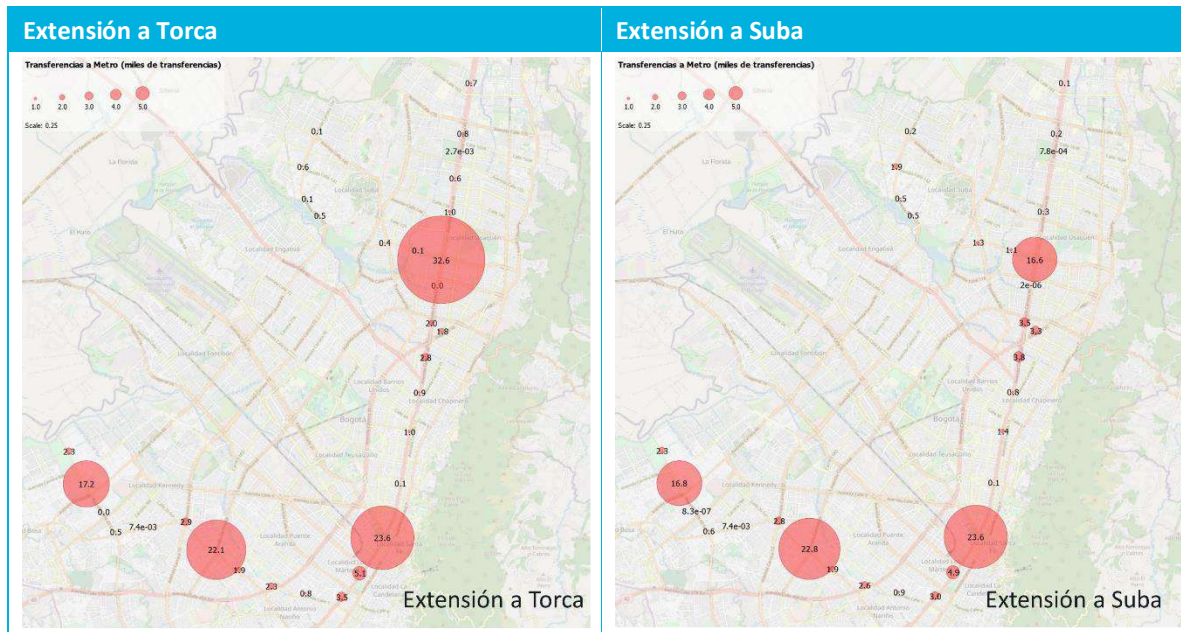
Figura 5.2 Comparación de cargas Suba vs. Torca para la alternativa Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali





Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 5.3 Comparación de transbordos Suba vs. Torca para la alternativa Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

1.8 De las Figuras anteriores se observa que para la Calle 127, una extensión a Suba genera mucha más carga en la red de metro que una extensión a Torca. Para el caso de la extensión la carga

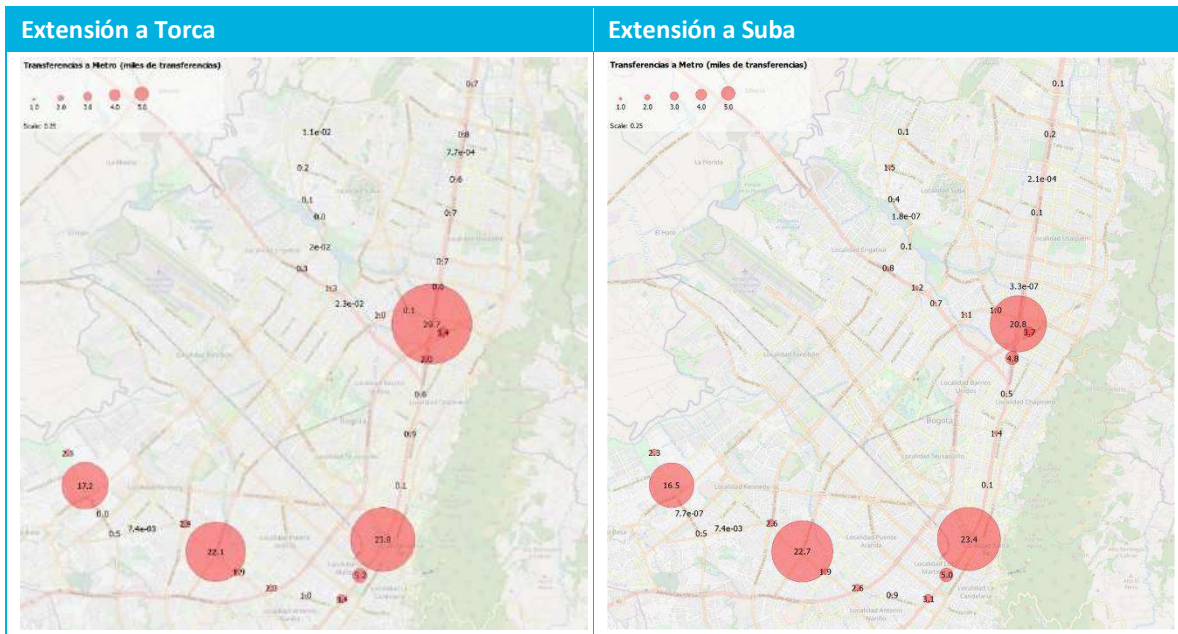
máxima saliendo de la localidad de suba inicia es 13.000 pasajeros/hora sentido hasta cerca de 25.000 pasajeros /hora sentido. En términos de trasbordos, la extensión a torca genera unos trasbordos superiores a 32,000, mientras que a Suba son 16,000. En la opción a Torca, esta cantidad de trasbordos requeriría una importante inversión en infraestructura además de análisis sobre el manejo de altos volúmenes de peatones en estaciones, análisis de evacuación, entre otros.

Figura 5.4 Comparación de cargas Suba vs. Torca para la alternativa Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Figura 5.5 Comparación de transbordos Suba vs. Torca para la alternativa Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

1.9 Para la Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali, el resultado es el mismo al comparar las cargas y transbordos de la extensión a Suba o a Torca que para la alternativa de la Calle 127. Los resultados de carga máxima de la extensión son mayores que los de línea nueva. Es importante aclarar que los transbordos son desde cualquier modo de transporte público hacia metro y viceversa. En la siguiente tabla se muestra el comparativo de cargas máximas:

Tabla 5.1: Comparación cargas máximas Suba vs. Torca (pasajeros/h/sentido)

Alternativa	Carga max en sector Suba (pas/hora/sen) 2030	Carga max en Autonorte (pas/hora/sen) 2030	Carga max en sector Suba (pas/hora/sen) 2050	Carga max en Autonorte (pas/hora/sen) 2050
Calle 127 - Línea nueva al norte	24,163	4,058	24,991	4,273
Calle 127 - Línea nueva Suba	16,703	10,993	15,466	9,649
Calle 100 - Línea nueva al norte	30,012	5,061	29,649	4,971
Calle 100 - Línea nueva Suba	21,323	13,125	29,228	11,914

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

1.10 Es importante aclarar que los transbordos son desde cualquier modo de transporte público hacia metro y viceversa.

1.11 Adicionalmente se observan los ahorros de tiempo de viaje y demanda adicional del metro para las alternativas Calle 100 y Calle 127 con extensión a Suba o Torca.

Tabla 5.2 Comparación de ahorros de tiempo Suba vs. Torca (millones de minutos)

Alternativa	2030	2050	Promedio 20 años
01 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali -- Extensión Suba	1,015,268	817,740	916,504
02 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali -- Extensión Torca	920,422	741,020	830,721
03 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali -- Extensión Suba	1,154,463	901,785	1,028,124
04 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali -- Extensión Torca	1,049,180	815,436	932,308

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 5.3 Comparación de demanda adicional del metro Suba vs. Torca (pax HPAM)

Alternativa	2030	2050	Promedio 20 años
01 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali -- Extensión Suba	54,020	51,935	52,978
02 Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali -- Extensión Torca	49,095	46,744	47,919
03 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali -- Extensión Suba	62,261	59,580	60,921
04 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali -- Extensión Torca	55,462	51,213	53,338

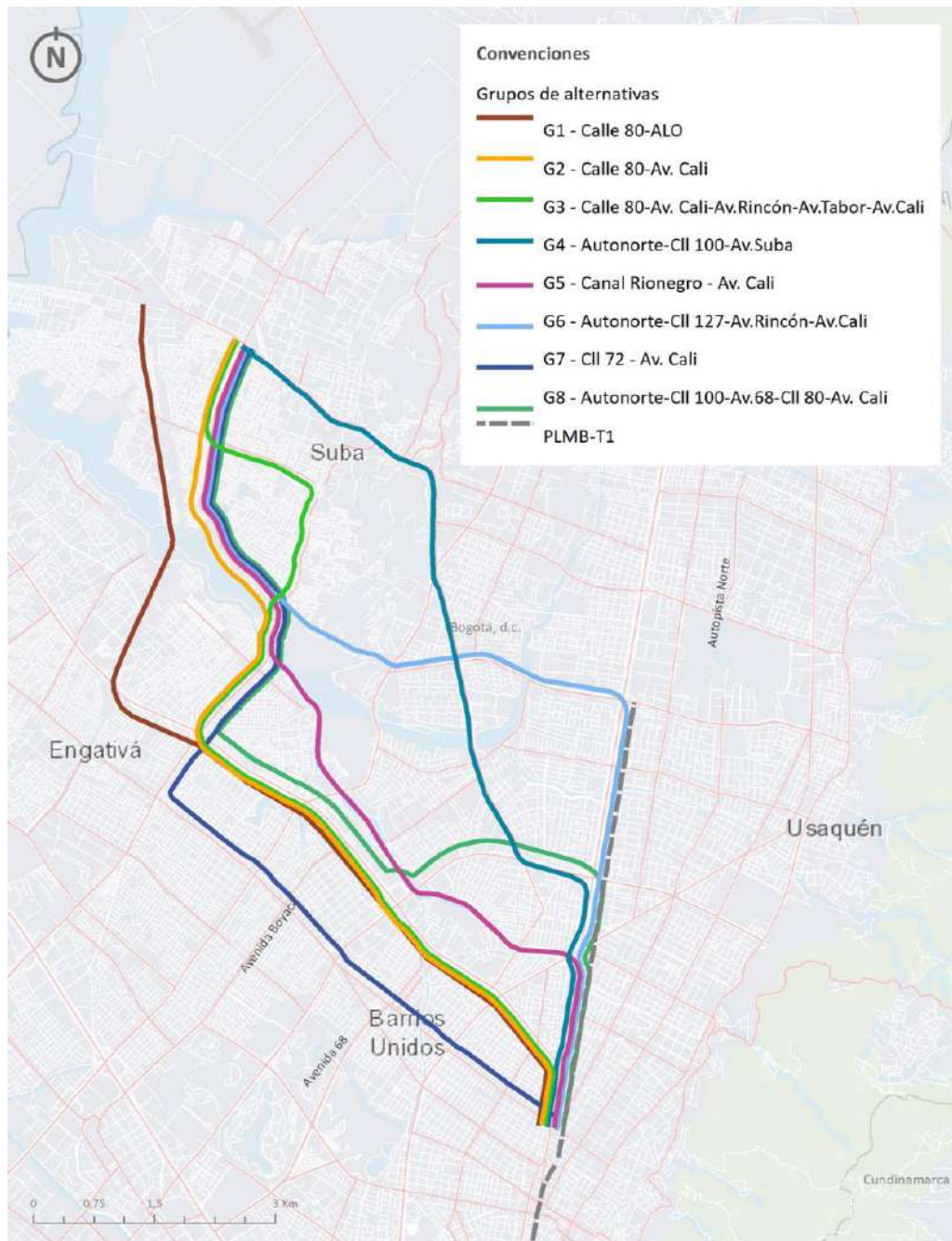
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 1.12 De las tablas anteriores se puede concluir que la Extensión a Suba para ambas alternativas genera un mayor ahorro en tiempo de viaje a la ciudad (cerca al 10%), y una mayor demanda adicional al metro (cerca al 12% en promedio), tanto en 2030 como en 2050 y sus años intermedios.

Análisis de Extensión de la PLMB-T1 a Calle 100 para las 14 alternativas

- 1.13 De acuerdo con las mesas de trabajo y reuniones realizadas con EMB y FDN, y en seguimiento a los TCC, se adelantó un análisis de transporte con relación a la extensión de la PLMB-T1 hasta la Calle 100 para todas las alternativas, independientemente de si eran línea nueva o extensión.
- 1.14 Las alternativas de Calle 100 y Calle 127 llevan implícita esta extensión a la Calle 100 por la Autopista Norte. A las alternativas de Calle 72 y Calle 80, las cuales van hacia el occidente antes de llegar a la Calle 100, se les agregó un tramo de extensión hasta la Calle 100.
- 1.15 Esta adición implica una reconfiguración de estaciones y parámetros operacionales diferentes, representando costos y características de demanda diferentes para el metro. A continuación, se muestran los resultados del análisis de beneficios de transporte para las 14 alternativas con Extensión a Calle 100.

figura 5.6 Alternativas analizadas con extensión Calle 100 de la PLMB-T1



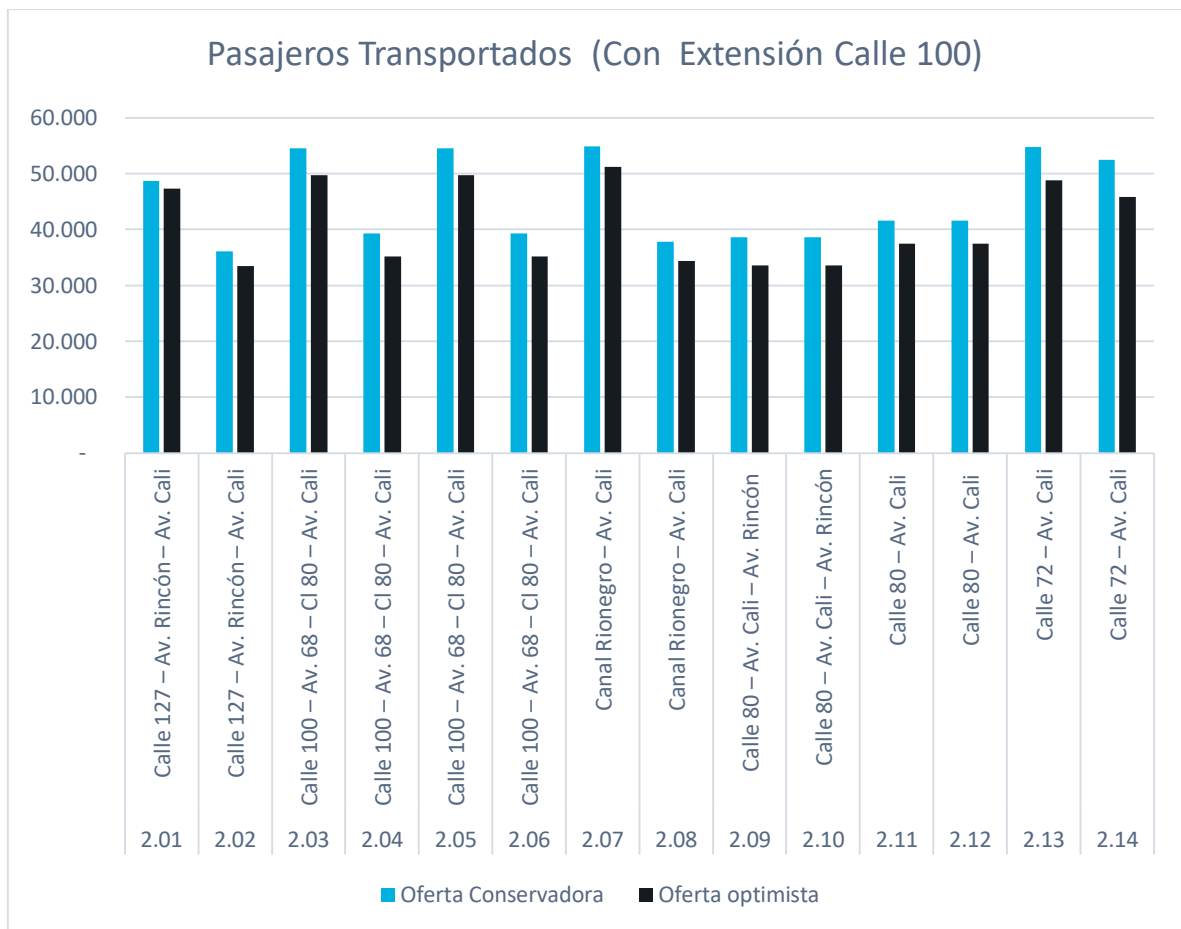
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 1.16 Como se observa en la anterior figura, para las alternativas de la Calle 80 y Calle 72, se incluyó la extensión de la PLMB-T1 hasta la Calle 100 y dichas alternativas se probaron como una línea nueva desde la estación Calle 72.

Pasajeros transportados (HP)

- 5.1 Para la estimación de este indicador se calcularon por medio del modelo de cuatro etapas los pasajeros transportados para cada alternativa y para el Status Quo, para los años de 2030 y 2050, para las ofertas conservadora y optimista. Tras obtener estos números se hizo una interpolación para estimar los pasajeros extra en hora pico para cada año entre 2030 y 2050 y después se dividió entre 20 para obtener el promedio anual de pasajeros adicionales en la hora pico.
- 5.2 Al comparar los resultados del indicador se ve como clara ganadora a la alternativa 2.13 Calle 72- Av. Ciudad de Cali, con cerca de 55.000 pasajeros extra en promedio en los 20 años. Las siguientes alternativas mejor puntuadas son la 2.05 Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali y 2.07 Canal Rionegro – Av. Cali.

Figura 5.7 Pasajeros/ hpam extra en metro



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 5.4 Resultados del indicador Pasajeros Transportados

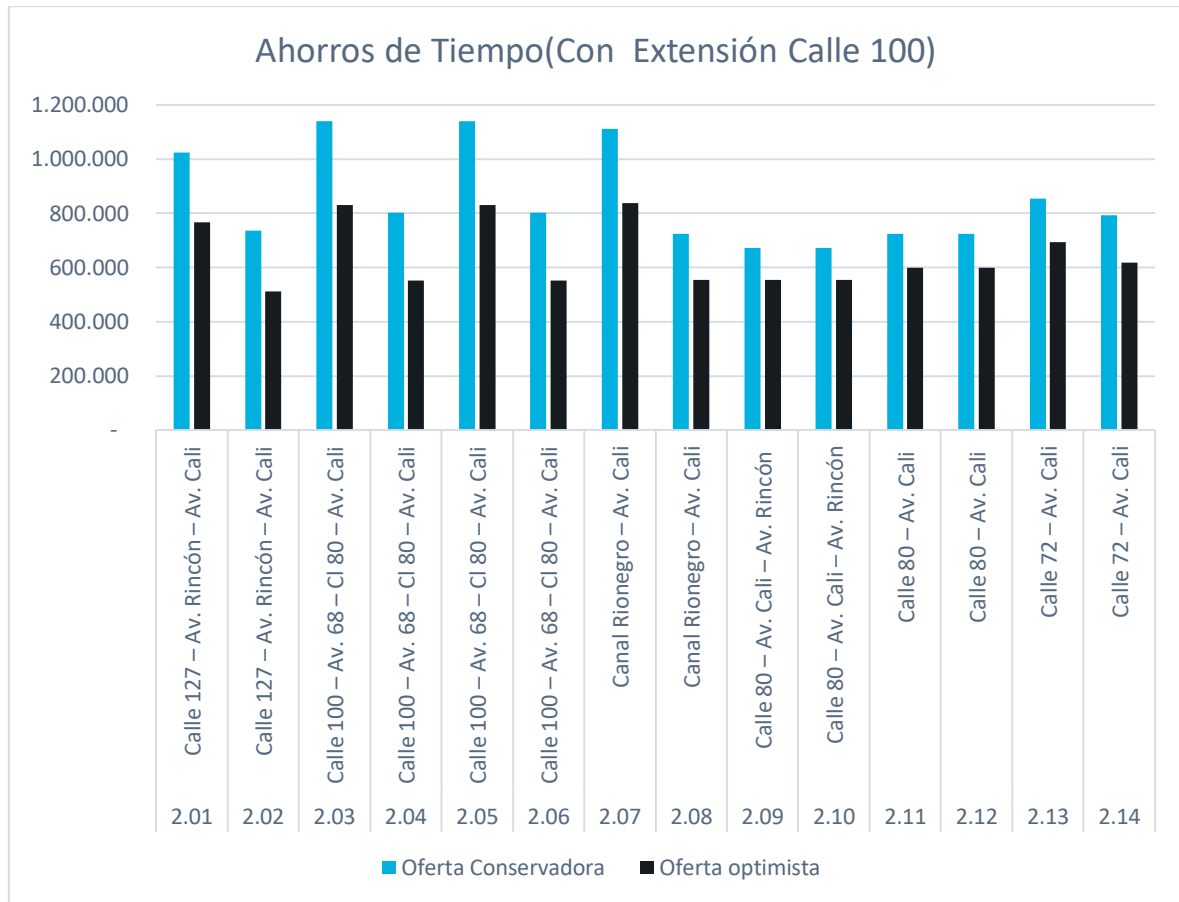
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (Pasajeros /HPAM)	Oferta optimista (Pasajeros /HPAM)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	48.715	47.270
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	36.031	33.409
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	54.511	49.696
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	39.236	35.108
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	54.511	49.696
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	39.236	35.108
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	54.825	51.211
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	37.822	34.371
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	38.580	33.557
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	38.580	33.557
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	41.567	37.474
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	41.567	37.474
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	54.695	48.797
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	52.424	45.785

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Ahorros en tiempo

- 5.3 Para la estimación del indicador se calcularon por medio del modelo de cuatro etapas el tiempo de viaje para cada alternativa y para el Status Quo, para los años de 2030 y 2050, para las ofertas conservadora y optimista. De manera similar al anterior indicador, se hizo una interpolación para estimar los minutos adicionales ahorrados en hora pico para cada año entre 2030 y 2050 y después se dividió entre 20 para obtener los minutos ahorrados promedio anual en la hora pico.
- 5.4 En los minutos ahorrados las alternativas con extensión de línea en lugar de línea nueva son las que representan un mayor ahorro en tiempos de viaje para la ciudad. Esto se debe al tiempo que se debe invertir en el transbordo para continuar el viaje en metro. Las alternativas de mejor puntuación son las de Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali, seguidas por Canal Rionegro – Av. Cali y Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali. De las alternativas con línea nueva, la de mejor ahorro es la de la Calle 72 – Av. Cali.

Figura 5.8 Minutos ahorrados/HPAM



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 5.5 Resultados del indicador Ahorros de tiempo

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (mins/HPAM)	Oferta optimista (mins/HPAM)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	1,024,781	766,596
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	736,294	510,881
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	1,139,273	829,520
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	802,095	551,162
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	1,139,273	829,520
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	802,095	551,162
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	1,111,954	838,319
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	724,254	553,325
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	673,432	554,360
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	673,432	554,360

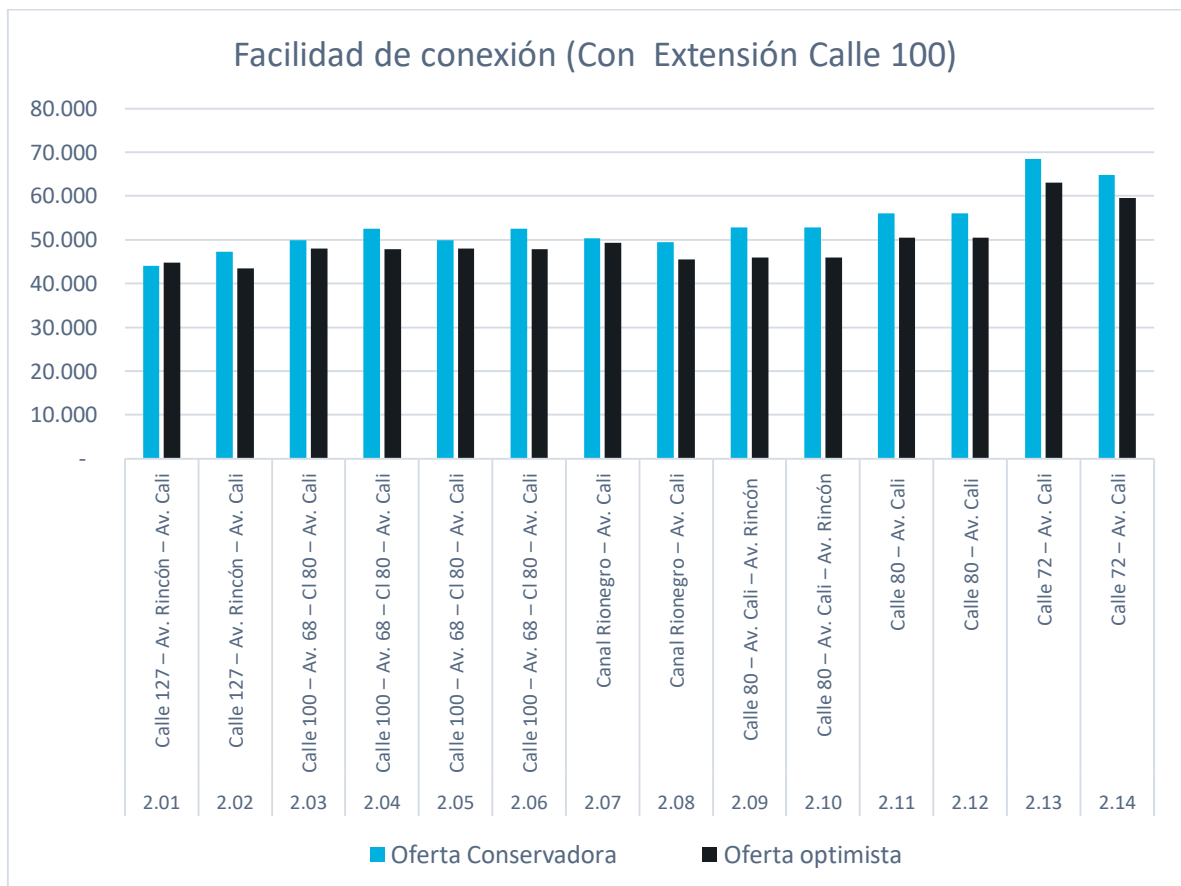
Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (mins/HPAM)	Oferta optimista (mins/HPAM)
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	723,963	599,086
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	723,963	599,086
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	855,155	693,853
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	793,684	617,948

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Facilidad de conexión

5.5 Para el cálculo del indicador se estimaron los viajes de transporte masivo (corredores férreos y el sistema BRT) sin incluir los viajes del metro sin masivo, por medio del modelo de cuatro etapas para el Status Quo y las alternativas, para los años de 2030 y 2050, para las ofertas conservadora y optimista. Al igual que en los anteriores indicadores se hizo una interpolación de los viajes entre 2030 y 2050. Se obtiene un promedio de viajes con conexión entre modos masivos normalizados por la longitud de la línea en la HPAM.

Figura 5.9 Índice de facilidad de conexión



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 5.6 Resultados del indicador Facilidad de conexión

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta conservadora (transbordos/km - hpam)	Oferta optimista (transbordos/km - hpam)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	44.065	44.782
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	47.302	43.451
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	49.931	48.057
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	52.454	47.853
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	49.931	48.057
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	52.454	47.853
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	50.266	49.338
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	49.448	45.572
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	52.826	45.960
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	52.826	45.960
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	55.998	50.411
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	55.998	50.411
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	68.468	62.978
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	64.865	59.585

Fuente: Unión Temporal

- 5.6 Las alternativas con mayor facilidad de conexión son las de Calle 72 – Av. Cali con viajes cercanos a los 55,000 en la HPAM promedio de los 20 años, un resultado muy superior al resto de alternativas. Las que presentan el menor nivel de conexión son las alternativas de la Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali. Este indicador es el que tiene menor sensibilidad frente al hecho de que la alternativa plantee una extensión o una línea nueva.

Análisis Operacional

5.7 Para las alternativas de Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali y Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali, se desarrolló un análisis donde se evaluaron las condiciones de transporte, operación y mantenimiento de línea con extensión. y de línea nueva, para comparar los resultados entre ambas posibilidades. Este análisis se hizo con el objetivo de identificar las facilidades y limitaciones o dificultades de ambas consideraciones.

Extensión de línea:

5.8 Se identifican los siguientes puntos en términos de características de transporte y operación de una extensión de línea:

- Las líneas con extensión a la calle 100 (y más allá) muestran un desempeño totalmente dependiente del desempeño del tramo 1 (y por lo tanto del desempeño del sistema que se pondrá en servicio en la PLMB tramo 1).
- La gestión de operación de los modos degradados para las alternativas con extensión es más compleja en comparación con dos líneas independientes (una perturbación en cualquier punto de la línea puede ser transmitida a toda la línea).
- Sin embargo, la operación de una línea larga es totalmente posible con un sistema de transporte de tipo metro 100% automático (GOA4, CBTC). Es importante de prever disposiciones que faciliten la gestión de los modos degradados: margen de regularidad integrada en el tiempo de recorrido, zona de estacionamiento al final de la línea (sector Suba), eventualmente una tercera vía en la línea para permitir el estacionamiento o/y el retorno de un tren (para servicios parciales).
- Además de tener una línea muy larga, la operación de una línea con extensión es más complicada y presenta mayores riesgos de perturbaciones e irregularidades. Sobre todo, en el caso de una línea en “Y”, cuando se baja la frecuencia de operación en uno de los ramales.

5.9 Líneas en Y:

- Para las líneas en “Y”, la capacidad máxima de transporte de cada ramal extendida es más limitada. Por eso, no se recomienda considerar este tipo de alternativas.
- A continuación, se presentan algunas de las desventajas de una línea con una “Y”:
 - en la zona de la “Y”, se necesita un cruce a nivel de las vías que implica conflictos de rutas que penalizan fuertemente la regularidad y la robustez de la línea. Un cruce a desnivel es preferible, aunque esta solución también presenta desventajas para la operación y presenta dificultades en su encaje urbano.
 - un cruce desnivelado, va a implicar que la infraestructura a 3 niveles sea muy alta, con impactos visuales, arquitectónicos y geológicos en la zona;
 - se necesita sincronizar los servicios de cada ramal para asegurar un buen espaciamiento en la parte central, lo que implica un riesgo importante sobre la regularidad de la línea (retrasos que pueden provocar congestión de pasajeros en los andenes de las estaciones más frecuentadas)
 - las perturbaciones en uno de los ramales van a afectar el otro ramal y en la parte central (común)

5.10 Mantenimiento

- En el caso de la extensión se puede compartir el patio de la PLMB aunque debe verificarse si tiene reserva de capacidad.
- Sin embargo, el patio taller de la PLMB está bastante alejado de la parte norte de la línea. Con un solo aparcamiento en el patio, el inicio y el fin del servicio podría complicar la operación y además los kilómetros recorridos sin pasajeros serían importantes. Por eso, es necesario disponer de una zona de aparcamiento para varios trenes detrás de la estación terminal en Suba.
- También sería interesante disponer en este sitio de una zona de mantenimiento ligero para los trenes (patio taller secundario) para evitar un regreso sistemático de los trenes al taller principal en caso de avería.

Línea nueva

5.11 Se identifican los siguientes puntos en términos de características de transporte y operación de una línea nueva:

- En el caso de una línea nueva se presentan rupturas de carga en la conexión para los viajeros, lo que conlleva a la necesidad de realizar transbordos.
- En este caso, cada línea, requiere una cola de maniobras en la estación de interconexión.
- Una línea nueva permite dejar abierta la posibilidad de extensiones futuras de la línea 1 hacia el Norte y de la línea 2 hacia al este. El desempeño de la nueva línea 2 será independiente del desempeño del tramo 1 de la PLMB.
- Una perturbación en la PLMB no afecta la línea nueva y vice versa. Cada línea tendrá su procedimiento para la gestión de los modos degradados.
- La línea nueva sin conexión técnica, podrá ser diseñada y dimensionada para atender de forma optimizada la demanda prevista en cada una de las líneas.

5.12 Mantenimiento

- Nuevo patio-taller
 - Se necesita un nuevo patio taller completamente equipado para permitir el mantenimiento de los trenes y de la línea.
- Conexión técnica entre las dos líneas
 - En el caso de una línea nueva con conexión técnica para mutualizar el patio-taller de las dos líneas, se necesita un nivel mínimo de interoperabilidad entre las 2 líneas para permitir el recorrido de los trenes de la línea nueva hacia el patio taller de la PLMB.
 - Además, esto solo se puede hacer si el patio de la PLMB tiene reserva de capacidad. Sin embargo, el patio taller de la PLMB está bastante alejado de la parte norte de la línea. Con un solo aparcamiento en el patio, el inicio y el fin del servicio podría complicar la operación y además los kilómetros recorridos sin pasajeros serían importantes. Por eso, es necesario disponer de una zona de aparcamiento detrás de la estación terminal en Suba.
 - También sería interesante disponer en este sitio de una zona de mantenimiento ligero para los trenes (patio taller secundario) para evitar un regreso sistemático de los trenes al taller principal en caso de avería.

Análisis Constructivo

- 5.13 Para las alternativas de Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali y Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali, se desarrolló un análisis donde se evaluaron las condiciones de construcción de línea con extensión. Y de línea nueva, para comparar los resultados entre ambas posibilidades. Este análisis se hizo con el objetivo de identificar las facilidades y limitaciones o dificultades de ambas consideraciones.

Extensión de línea:

- No se requiere estación de intercambio con la PLMB, "solamente" continuar la tipología diseñada.
- El primer tramo de la extensión debe ser elevado (en continuación de la cola de maniobra de la PLMB) y el resto puede ser elevado o subterráneo.
- Se necesita una zona de aparcamiento de los trenes al final de la línea y también se recomienda disponer de una zona de mantenimiento ligero.
- Durante las obras y los test de conexión, habrá perturbación de la operación de la PLMB tramo 1
- En caso de una extensión en "Y", el cruce desnivelado de las vías en la zona de la "Y", se requiere diseñar con dos niveles lo que dificulta la inserción urbana.

Línea nueva

- Se requiere estación de intercambio. Las obras de construcción no tendrán impacto en la operación de la PLMB.
- La línea nueva puede ser elevada o subterránea,
- Se requiere un nuevo patio taller completamente equipado.
- La operación de la PLMB no será perturbada durante las obras y los test de la nueva línea.
- Sin embargo, si se requiere una conexión técnica entre la línea nueva y la PLMB:
 - La construcción de la conexión presentara dificultades técnicas, de integración de vía y/o de integración urbana. La línea nueva puede ser elevada o subterránea, pero en este último caso tendrá que pasar a elevada para la conexión con la PLMB.
 - Se necesita una zona de aparcamiento de los trenes al final de la línea nueva y también se recomienda disponer de una zona de mantenimiento ligero.
 - Perturbación de la operación de la PLMB durante las obras y test de la conexión técnica.

Análisis Sistemas

- 5.14 Para las alternativas de Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali y Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali, se desarrolló un análisis donde se evaluaron las condiciones de utilización de sistemas en línea con extensión. Y de línea nueva, para comparar los resultados entre ambas posibilidades. Este análisis se hizo con el objetivo de identificar las facilidades y limitaciones o dificultades de ambas consideraciones.

Extensión de línea:

- Mismos sistemas de la PLMB (dependencia con los sistemas que se implementarán en la PLMB).

Línea nueva

- Posibilidad de revisar una parte de los sistemas de la PLMB (composición y tamaño de trenes, nivel de tensión de alimentación según los TOR anexo 6). Habrá así un poco menos de dependencia con los sistemas que se implementarán en la PLMB).
- Sin embargo, el margen de maniobra puede ser reducido en el caso de una nueva línea con conexión técnica, pues se necesita un nivel mínimo de interoperabilidad entre las dos líneas para permitir el recorrido de los trenes de la línea nueva hacia el patio taller de la PLMB.

Análisis Contractual

- 5.15 Para las alternativas de Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali y Calle 100- Av. 68 – Calle 80 – Av. Cali, se desarrolló un análisis donde se evaluaron las condiciones contractuales sobre la PLMB-T1, en caso de extensión y de línea nueva, para comparar los resultados entre ambas posibilidades. Este análisis se hizo con el objetivo de identificar las facilidades y limitaciones o dificultades de ambas consideraciones.

Extensión de línea:

- Ambos proyectos son íntimamente dependientes.
- Va a requerir que se utilice el mismo concesionario, que estará en posición de fuerza en la negociación para la extensión de su contrato inicial o en su defecto que se modifique lo previsto para la PLMB-T1, lo que podría generar incidencias importantes en contrato actual de concesión.
- De un punto de vista legal, requiere el estudio profundizado de las implicaciones con respeto a la concesión de la PLMB-T1, no incluido en el alcance del presente contrato.

Línea nueva

- Cada línea será independiente, lo que abre la posibilidad a operar y mantener cada línea con entidades diferentes.
- Lo más importante es que esto permitirá negociar un contrato de operación y mantenimiento optimizado a las características de trenes y servicios de la línea 2, que serán más ventajosas para la entidad pública, que replicar las condiciones del contrato actual.
- En el caso de línea nueva con conexión técnica, ambos proyectos son dependientes, pues se utilizan las vías de la PLMB-T1 para acceder al patio taller que está también en el perímetro de la PLMB-T1. Esto va a requerir que el concesionario de la PLMB-T1 permita compartir, de forma justa y equilibrada, su infraestructura e instalaciones con un nuevo concesionario. Desde luego, se requiere que el concesionario actual esté dispuesto a ello, aunque podrá tener una posición dominante en la negociación para la extensión de su contrato inicial.
- De un punto de vista legal, requiere el estudio profundizado de las implicaciones con respeto a la concesión de la PLMB-T1, no incluido en el alcance del presente contrato.

Análisis de Costos de Operación y Mantenimiento

- 5.16 Los resultados de la modelación operacional determinan que los costos de operación y mantenimiento son mayores para las alternativas con extensión que para las alternativas de línea nueva como se observa en la Tabla 5.6

Tabla 5.7 Resultados del costo de operación línea nueva vs. extensión

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Costos de operación y mantenimiento
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	27.201
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	17.496
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	29.729
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	17.324
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	30.399
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	17.524

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 5.17 Las alternativas con extensión tienen implicaciones de operación, mantenimiento, constructivas y contractuales con fuertes impactos sobre la PLMB-T1. Amplificados por el factor que esta línea será realizada, operada y mantenida sobre un modelo de financiamiento y funcionamiento ya contratado. El efecto de red, queda así seriamente limitado.
- 5.18 Las alternativas de línea nueva sin conexión técnica, introducen una ruptura de carga (necesidad de transbordo de los pasajeros) lo que complejiza el transporte, pero permiten simplificar la operación, mantenimiento y la construcción de la nueva línea, reduciendo o eliminando efectos sobre la PLMB-T1. Así como permite simplificar las relaciones contractuales con el Concesionario de la primera línea.
- 5.19 Las alternativas de línea nueva con conexión técnica acumulan los aspectos negativos de ambos escenarios (línea nueva y extensión).

Comparación evaluación multicriterio

5.20 A continuación, se muestran los resultados de la evaluación multicriterio para todos los componentes de las 14 alternativas con extensión de la Calle 100:

Figura 5.10 Resultados de cada componente para la evaluación con Extensión de la PLMB-T1 hasta Calle 100 para las 14 alternativas

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Peso componente							
				13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%	
				Eval. General	Afectación Ambiental	Proceso constructivo	Urbano-Paisajístico	Afectación Social	Beneficios sociales por mejoras en transporte	Financiero	Riesgo
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	79,54	72,2	71,5	74,5	55,2	72,7	93,1	90,5
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	77,32	63,8	75,2	66,6	60,3	66,6	95,5	86,4
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	77,16	95,5	58,9	62,6	30,2	70,2	91,5	88,2
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	76,47	72,4	72,5	72,8	55,2	86,7	71,4	89,4
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	76,47	72,3	83,0	72,6	100,0	72,7	74,4	76,7
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	76,25	72,7	64,4	62,8	43,1	75,9	90,9	86,4
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	75,79	65,9	77,0	67,2	66,4	79,2	77,7	84,8
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	75,54	77,2	73,9	73,8	62,1	94,0	69,5	69,1
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	75,40	35,0	86,2	41,0	98,3	87,6	84,0	86,6
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	75,35	27,3	85,1	43,3	98,3	69,3	100,0	87,8
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	74,38	95,4	79,3	69,6	30,2	70,2	74,0	75,2
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	73,60	74,0	77,5	73,5	100,0	86,7	55,1	75,9
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	73,47	73,1	82,8	71,6	44,8	75,9	73,1	73,5
2.15	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	72,87	70,5	46,9	59,1	88,8	88,3	77,9	76,1

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

5.21 El ejercicio anterior se hizo para las mismas 14 alternativas sin Extensión de Calle 100, con el objetivo de comparar los resultados con ambas condiciones. A continuación, se observa el resultado sin Extensión de Calle 100 para todos los componentes.

Figura 5.11 Resultados de cada componente para la evaluación sin Extensión de Calle 100 para las 14 alternativas

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Eval.	Peso componente						
					Afectación Ambiental	Proceso constructivo	Urbano-Paisajístico	Afectación Social	Beneficios sociales por mejoras en transporte	Financiero	Riesgo
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	80,37	77,4	78,1	63,9	100,0	87,8	82,7	76,6
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	79,96	70,1	76,8	57,4	86,4	82,1	90,0	85,0
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	78,07	94,9	79,4	60,9	97,0	61,7	81,4	81,4
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	76,34	72,6	83,2	62,3	93,9	67,1	81,2	79,7
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	75,86	93,3	58,0	61,5	11,6	61,7	95,2	93,3
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	75,26	70,7	64,0	61,2	26,7	67,1	95,4	91,6
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	72,89	69,4	77,3	63,9	77,5	76,0	68,9	79,2
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	72,50	66,4	53,8	75,5	17,7	76,0	82,6	90,5
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	71,74	29,4	80,5	42,9	74,5	91,0	76,8	87,1
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	71,39	21,6	79,9	45,0	74,5	72,5	91,2	88,8
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	70,68	66,6	55,2	73,3	17,7	90,0	66,2	88,9
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Extensión	70,27	70,9	65,9	64,0	77,5	90,0	54,3	78,5
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	70,12	63,1	67,7	57,7	37,3	82,2	68,0	86,7
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	69,67	61,0	65,0	57,7	26,7	69,6	79,7	87,2

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 5.22 Del análisis anterior se observa que al hacer una evaluación con las Extensiones de Calle 100, se benefician las alternativas de Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali y Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali en componentes como el Urbano-Paisajístico, Financiero y Beneficios sociales por mejoras en transporte. Al incluir las Extensiones de la Calle 100 se están incluyendo características que son de la PLMB-T1 y no de una alternativa que tiende al occidente para llegar a Suba.
- 5.23 En el componente Urbano-Paisajístico, una extensión en la Autopista Norte es atractiva por el perfil vial de este corredor y el potencial urbanístico de este, mitigando los beneficios de otras alternativas y subiendo el puntaje de alternativas por la Calle 100 y Calle 127.

- 5.24 Respecto al componente Financiero, se están castigando otras alternativas debido a la adición de una Extensión que aumenta el CAPEX y OPEX del proyecto. Al evaluar las 14 alternativas sin Extensión de la Calle 100, resultan priorizadas alternativas como la Calle 72 – Av. Cali (la cual tiene los mayores beneficios en transporte) y la Calle 80 – Av. Cali – Rincón. Este análisis permite inferir que resulta inadecuado incluir la Extensión de la Calle 100 en la evaluación multicriterio de la alternativa de expansión priorizada.
- 5.25 Finalmente, con el soporte presentado a partir del análisis operacional, de sistemas, constructivo, contractual, de costos y mantenimiento, se recomienda no continuar con la evaluación multicriterio que incluye el trazado de la extensión de la PLMB-T1 desde la Calle 72 hasta la calle 100, dadas las siguientes conclusiones principales:
- – Al incorporar el cálculo de indicadores de la matriz multicriterio a las alternativas de Calle 80 y Calle 72 de la extensión de la PLMB-T1, las hace menos atractivas, dado que mayor longitud de línea, necesidad de compra de predios y un mayor número de kilómetros de operación, frente a los beneficios esperados, terminaba eliminando una posibilidad de aumentar la red de transporte masivo.
 - Adicionalmente no necesariamente la expansión de la red de metro a Suba deba incorporar la extensión de la PLMB-T1, dadas las condiciones contractuales predominantes y que podría encarecer el proyecto, haciéndolo inviable ante la disponibilidad presupuestal real.
 - Como se mencionó en el análisis operacional, al evaluar las extensiones, tener líneas de metro muy largas puede generar riesgos de incidencia y de dificultades en la operación. Amplificados por el factor que esta línea será realizada, operada y mantenida sobre un modelo de financiamiento y funcionamiento ya contratado. El efecto de red queda así seriamente limitado.
 - Con la tipología de línea nueva, es posible tener reducciones en el costo de operación al compararla con una extensión de la PLMB-T1. Lo anterior es importante para la Administración Distrital, dado que el proyecto metro entra dentro del esquema tarifario del SITP de Bogotá, en donde la diferencia entre la tarifa técnica y la tarifa al usuario se están cubriendo con costos del presupuesto del Distrito. Con una extensión de línea y dados los cálculos preliminares de carga máxima, se nota el desbalance de línea, donde tendría que operar la línea 2 con la misma topología de tren de la línea 1, lo cual encarecería el costo de operación
- 5.26 Por lo anteriormente expuesto se recomienda continuar con la evaluación multicriterio de alternativas con las 10 alternativas de línea nueva analizadas en el desarrollo del presente entregable y a partir de los resultados del cálculo de indicadores, elegir la “Alternativa de Mejor desempeño” de expansión de la PLMB-T1 a la localidad de Suba.

6 Evaluación multicriterio y comparación de alternativas

- 6.1 Con base en los resultados presentados en el Capítulo 5 respecto de los análisis para las alternativas con tipología de conexión extensión y que la recomendación es continuar con la evaluación multicriterio para las alternativas tipo Línea Nueva, a continuación, se presenta la evaluación multicriterio para las 10 alternativas que son consideradas como Línea Nueva y sin Extensión de la Calle 100.
- 6.2 A continuación se muestra el listado de alternativas que serán incorporadas en la evaluación multicriterio para la selección de la Alternativa de Mejor Desempeño:

Tabla 6.1 Alternativas evaluadas en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 6.3 Al resultado de cada indicador (una vez ponderado según la metodología descrita anteriormente) se aplica un peso relativo del componente y un peso relativo del indicador, llegando a un valor ponderado y comparable. Los pesos de cada componente e indicador fueron definidos y acordados en consistencia con la matriz empleada para la PLMB-T1, de acuerdo con las mesas de trabajo realizadas con EMB y FDN. Tabla 6.2

Tabla 6.2 Pesos de criterios y componentes para la evaluación multicriterio de la selección de alternativa de mejor desempeño

Componente	Peso componente (2020)	Criterio	Indicador	Peso relativo del indicador (2020)
Afectación ambiental	13%	Elementos de la Estructura Ecológica Principal	Área de traslape con los elementos de la EEP[1] (Corredores Ecológicos, Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá).	30%
		Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua	Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.	25%
		Geomorfología del terreno	Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).	15%
		Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional	Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.)	25%
		Ruido urbano	Identificación de receptores sensibles (hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros)	5%
Proceso constructivo	14%	Rendimiento	Tiempo total de construcción	22%
		Daño emergente y lucro cesante	Perturbación a vecinos comerciales	11%
		Perturbaciones	En el tráfico vehicular	12%
			En la operación del BRT	25%
		Ruido y vibraciones	Generación de ruido por la construcción del sistema	7%
			Generación de vibraciones por la construcción del sistema	7%
Redes	Interferencias con redes principales	16%		
Urbano-Paisajístico	10%	Renovación urbana	Potencial de generación de Espacio Público	21%
			Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios	21%
			Potencial de recuperación de zonas deprimidas	18%
		Integración/des-integración urbana	Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	13%
			Proximidad con edificaciones	13%
			Impacto visual	14%
Afectación Social	5%	Afectación a comunidades y territorio	Afectación a la infraestructura o equipamiento social: recreativa, hospitales, centros educativos, centros de salud, centros religiosos, organizaciones sociales	50%
			Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal	50%
	18%	Mejoras de transporte	Pasajeros transportados (HP)	25%

Componente	Peso componente (2020)	Criterio	Indicador	Peso relativo del indicador (2020)
Beneficios sociales por mejoras en transporte			Ahorros en tiempo	25%
		Integración	Facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT	50%
Financiero	25%	Costos	Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)	59%
			Costos de operación y mantenimiento	41%
Riesgo	15%	Riesgo geotécnico y sísmico	Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras	17%
		Riesgo ambiental	Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros.	16%
		Riesgo sobre el cronograma	Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción	25%
		Riesgo de gestión predial	Capacidad de gestión para la adquisición predial	20%
		Riesgo financiero	Incertidumbre sobre el costo del proyecto	23%

Fuente: Empresa Metro de Bogotá, 2020

- 6.4 Una vez se aplica el peso del componente y del indicador, y se suma el valor final para cada alternativa. El resultado es un puntaje para las 10 alternativas de máximo 100 puntos.
- 6.5 Resulta importante recordar que existen dos evaluaciones multicriterio que se promedian para cada alternativa, y responden a las prospectivas definidas para evaluar los beneficios sociales por mejoras en transporte:
- III. Oferta Conservadora
 - IV. Oferta Optimista
- 6.6 La Tabla 6.3 resume las características de cada evaluación, según lo mencionado en entregables anteriores.

Tabla 6.3 Prospectivas de evaluación para el análisis de alternativas

Prospectiva	Visión	Corte temporal 2030	Corte temporal 2050	Integración con corredores férreos regionales
Conservadora	2014	Oferta 1	Oferta 2	Integrado
	2014	Oferta 1	Oferta 2	Integrado
Optimista	2014	Oferta 2	Oferta 2	Integrado
	2014	Oferta 3	Oferta 3	Integrado

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 6.7 A continuación, se observan los resultados finales para la evaluación multicriterio, con las alternativas ordenadas según su puntaje:

Tabla 6.4 Resultados del análisis de alternativas por componente

Alt	Corredor	Tipología de línea	Eval.	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
				Afectación Ambiental	Proceso constructivo	Urbano-Paisajístico	Afectación Social	Beneficios sociales por mejoras en transporte	Financiero	Riesgo
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	82,81	77,6	77,4	57,4	91,7	90,9	89,4	85,7
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	81,93	79,3	78,4	63,9	98,6	97,5	80,7	77,3
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	78,96	94,6	79,7	60,9	100,0	68,6	79,0	82,1
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	78,35	92,9	58,3	61,5	41,4	68,6	93,8	94,0
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	77,90	72,0	64,4	61,2	48,3	74,6	94,8	92,3
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	77,80	74,1	83,5	62,3	97,2	74,6	79,5	80,5
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	75,46	69,0	54,0	75,5	49,7	85,5	79,3	91,2
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	75,07	71,4	77,7	63,9	97,2	85,5	65,1	79,9
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	71,41	21,1	80,6	45,0	51,1	81,6	88,9	89,5
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	70,18	65,4	65,5	57,7	12,2	78,4	75,4	87,9

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Tabla 6.5 Resultados del análisis de alternativas final

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Oferta Conservadora	Oferta Optimista	Promedio
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	82,95	82,66	82,81
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	81,91	81,94	81,93
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	79,17	78,76	78,96
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	78,55	78,15	78,35
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	78,04	77,77	77,90
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	77,93	77,66	77,80
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	75,72	75,21	75,46
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	75,32	74,81	75,07
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	71,37	71,46	71,41
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	70,32	70,05	70,18

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020.

- 6.8 Como se observa en la tabla anterior, la Calle 72 – Av. Cali es la alternativa con mayor puntaje entre las 10 alternativas, independientemente de su tipología. La diferencia entre Oferta Conservadora y Optimista no es significativa en el análisis. En segundo lugar, se encuentra la Calle 80 – Av. Cali- Av. Rincón. A continuación, se observan los resultados por componente. Estos resultados se ordenan en orden descendente de puntaje en ese componente

Componente Afectación Ambiental

Tabla 6.6 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Ambiental

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	94,6
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	92,9
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	77,6
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	74,1
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	72,0
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	72,0
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	71,4
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	69,0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	65,4
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	21,1

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Proceso constructivo

Tabla 6.7 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Proceso constructivo

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	83.5
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	80.6
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	79.7
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	78.4
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	77.7
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	77.4
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	65.5
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	64.4
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	58.3
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	54.0

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Urbano-Paisajístico

Tabla 6.8 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Urbano-Paisajístico

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	75.5
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	63.9

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	63.9
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	62.3
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	61.5
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	61.2
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	60.9
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	57.7
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	57.4
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	45.0

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Afectación Social

Tabla 6.9 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Social

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	100.0
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	98.6
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	97.2
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	97.2
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	91.7
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	51.1
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	49.7
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	48.3
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	41.4
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	12.2

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Beneficios sociales por mejoras en transporte

Tabla 6.10 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Beneficios sociales por mejoras en transporte

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Oferta Conservadora	Oferta Optimista	Promedio
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	91,7	90,1	90,9
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	86,9	84,1	85,5
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	86,9	84,1	85,5
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	81,3	81,8	81,6
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	79,1	77,6	78,4
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	75,4	73,9	74,6
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	75,4	73,9	74,6
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	75,4	73,9	74,6
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	69,7	67,5	68,6
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	69,7	67,5	68,6

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Financiero

Tabla 6.11 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Financiero

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	94.8
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	93.8
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	89.4
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	88.9
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	80.7
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	79.5
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	79.3
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	79.0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	75.4
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	65.1

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Componente Riesgo

Tabla 6.12 Resultados del análisis de alternativas para el Componente Riesgo

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	94.0
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	92.3
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	91.2
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	89.5
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	87.9
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	85.7

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	82.1
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	80.5
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	79.9
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	77.3

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

Análisis de sensibilidad

6.9 Con el objetivo de evaluar la robustez de la evaluación anterior, se hizo un análisis de sensibilidad de la matriz multicriterio variando diferentes parámetros de cálculo para obtener resultados diferentes y comparar el efecto en el puntaje final. Las variables modificadas fueron principalmente:

- Método de calificación de indicadores
- Modificación de pesos de componentes
- Modificación de pesos de indicadores

6.10 La Tabla 6.12 muestra las 21 sensibilidades analizadas y sus características de forma detallada:

Tabla 6.13 Sensibilidades analizadas para la selección de alternativas

Sensibilidad	Método de calificación	Descripción	Afectación Ambiental	Proceso constructivo	Urbano-Paisajístico	Afectación Social	Beneficios sociales por mejoras en transporte	Financiero	Riesgo
S1	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Componentes con el mismo peso	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%
S2	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Componentes e indicadores con el mismo peso	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%
S3	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Peso componentes panel de expertos UT Egis-Steer	12%	14%	15%	5%	49%	2%	3%
S4	Interpolación lineal Rango 10-100 Discreto 10	Pesos sin modificación	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S5	Interpolación lineal Rango 1-5 Discreto 1	Pesos sin modificación	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S6	Interpolación lineal	Pesos componentes modificados	17%	6%	17%	6%	22%	22%	11%

Sensibilidad	Método de calificación	Descripción	Afectación Ambiental	Proceso constructivo	Urbano-Paisajístico	Afectación Social	Beneficios sociales por mejoras en transporte	Financiero	Riesgo
	Rango 10-100 Continuo								
S7	Interpolación lagrange Rango 10-100 Continuo	Pesos sin modificación	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S8	Interpolación lagrange Rango 1-5 Continuo	Pesos sin modificación	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S9	Interpolación lagrange Rango 1-5 Discreto 1	Pesos sin modificación	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S10	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Pesos componentes modificados	25%	5%	10%	5%	25%	25%	5%
S11	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Facilidad de conexión 0% Pasajeros Transportados 50% Ahorros en tiempo 50%	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S12	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Pesos componentes modificados	25%	6%	25%	6%	25%	6%	6%
S13	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Facilidad de conexión 0% Pasajeros Transportados 50% Ahorros en tiempo 50%	20%	7%	20%	7%	20%	20%	7%
S14	Interpolación lineal Rango 10-100 Continuo	Pesos componentes modificados	20%	7%	20%	7%	20%	20%	7%
S15	Proporcional al valor con mejor desempeño	Pesos sin modificación	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S16	Proporcional al valor con mejor desempeño	Pesos componentes modificados S12	25%	6%	25%	6%	25%	6%	6%

Sensibilidad	Método de calificación	Descripción	Afectación Ambiental	Proceso constructivo	Urbano-Paisajístico	Afectación Social	Beneficios sociales por mejoras en transporte	Financiero	Riesgo
S17	Proporcional al valor con mejor desempeño	Pesos componentes modificados S14	20%	7%	20%	7%	20%	20%	7%
S18	Proporcional al valor con mejor desempeño	Facilidad de conexión 0%	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S19	Proporcional al valor con mejor desempeño	Facilidad de conexión 0% Riesgo financiero 0% Ruido y vibraciones 0%	13%	14%	10%	5%	18%	25%	15%
S20	Proporcional al valor con mejor desempeño	Sensibilidad 12 matriz modificada Facilidad de conexión 0% Riesgo financiero 0% Ruido y vibraciones 0%	25%	6%	25%	6%	25%	6%	6%
S21	Proporcional al valor con mejor desempeño	Sensibilidad 14 matriz modificada Facilidad de conexión 0% Riesgo financiero 0% Ruido y vibraciones 0%	20%	7%	20%	7%	20%	20%	7%

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

- 6.11 A continuación, se puede ver el resultado de las diferentes sensibilidades, en las cuales se muestra el orden de puntaje obtenido para cada alternativa en cada sensibilidad. En la última columna se observa la suma de las posiciones en las sensibilidades, por lo cual, si la suma es menor, la alternativa puntuó en los primeros puestos en la mayoría de las sensibilidades.

Tabla 6.14 Resultados de posiciones para las sensibilidades de cada alternativa

A	Corredor	T.L.	T.C.	Eval.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	Sum
2.13	Calle 72 – Av. Cali	S	LN	1	2	2	1	2	3	2	2	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	33
2.14	Calle 72 – Av. Cali	M	LN	2	1	1	2	1	1	1	1	2	4	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	40
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	S	LN	3	6	8	9	8	8	10	8	7	7	6	10	6	7	6	3	3	3	3	3	2	2	128
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	E	LN	4	4	5	10	3	2	5	3	3	2	3	3	5	4	4	4	5	4	4	5	7	5	94
2.12	Calle 80 – Av. Cali	S	LN	5	8	7	5	9	10	8	9	9	8	8	9	8	8	8	6	6	5	6	4	5	4	155
2.11	Calle 80 – Av. Cali	E	LN	6	3	3	8	4	4	4	4	5	5	4	2	7	5	5	5	8	6	5	6	8	8	115
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	E	LN	7	5	4	4	6	6	3	7	8	9	5	5	3	3	3	7	7	7	7	8	6	7	127
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	S	LN	8	7	6	3	10	9	6	10	10	10	7	8	4	6	7	8	4	8	8	7	4	6	156
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	M	LN	9	10	10	6	7	7	9	6	6	6	9	7	9	9	9	10	9	9	10	10	9	9	185
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	E	LN	10	9	9	7	5	5	7	5	4	3	10	6	10	10	10	9	10	10	9	9	10	10	177

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020 ; T.L.:Tipo de línea; T.C.: Tipo de conexión ; LN: Línea Nueva; S: Subterránea ; M: Mixta ; E: Elevada

- 6.12 De la tabla anterior se puede concluir que las alternativas con mejor desempeño en todas las sensibilidades y en la evaluación general son la Calle 72- Av. Cali como Línea Nueva.

7 Proyecto de Expansión Priorizado

- 7.1 De acuerdo con ANEXO 6 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS-ADENDA 1 de los TCC “El “Proyecto de Expansión Priorizado” o “Proyecto” (para efectos de este documento) que puede estar compuesto por uno o más tramos de red férrea e infraestructura complementaria, y que deberá estar acotado a la disponibilidad de recursos definida por la FDN mediante un análisis de fuentes de pago que realizará para tal fin.”
- 7.2 De acuerdo con la evaluación de la matriz desarrollada en el entregable 2 del contrato, las alternativas con la mejor calificación corresponden a las evaluadas sobre los Corredores Calle 72 y Av. Cali como una línea nueva, de acuerdo a esto, se procederá a desarrollar un análisis multidisciplinario de este corredor que permita identificar nodos de terminación, puntos de interconexión, corredores anexos, disponibilidad predial, opciones de patio taller y cola de maniobras entre otros, asegurando la conveniencia de la determinación del “Proyecto de Expansión Priorizado”, y que será consolidado en el entregable 3 denominado "Análisis de nodo de terminación y definición del proyecto con base en restricción presupuestal", el cual depende del análisis de fuentes de pago que entregó la FDN y será presentado al Comité Técnico para su aprobación.
- 7.3 Con la aprobación del “Proyecto de Expansión Priorizado” se dará inicio a la fase 3 de la consultoría correspondiente al desarrollo de estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de acuerdo con el alcance definido en el TCC.

8 Conclusiones

- 8.1 De acuerdo con la metodología desarrollada para la evaluación de la “matriz multicriterio validada por autoridades (2020)”, en la cual se encuentran los componentes, criterios e indicadores que deben ser evaluados para determinar la “Alternativa de mejor desempeño”, en donde se incluyeron porcentajes de cada una de estas y tomando como referencia la metodología del documento de “Estudio de alternativas para optimizar el diseño de la PLMB - PLMB-SYS-DOC-TOD-0300-0C”, la alternativa con la mejor calificación de las catorce (14) alternativas estudiadas corresponde A la alternativa Calle 72 – Avenida Cali, Línea nueva tipología mixta”.
- 8.2 La alternativa de mejor desempeño de acuerdo con el análisis se caracteriza por tener índices superiores al promedio en los siguientes criterios, que representan el 56,8% del total de la ponderación de la matriz:
- Traslape con zonas de importancia en biodiversidad
 - Identificación de receptores sensibles
 - Tiempo total de construcción
 - Perturbación en la operación del BRT
 - Potencial de generación de Espacio Público
 - Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios
 - Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico
 - Impacto visual
 - Afectación a la infraestructura o equipamiento social
 - Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal
 - Pasajeros transportados (HP)
 - Facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT
 - Costos de operación y mantenimiento
 - Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras
 - Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción
- 8.3 Es importante anotar que esta alternativa tiene muy buena calificación en indicadores que, por su peso, marcan la tendencia de la selección como son los componentes de costo (CAPEX y OPEX), y el indicador de “Pasajeros transportados (HP)”, situación que se explica porque el Corredor Calle 72 amplía la red de transporte público masivo de la ciudad.
- 8.4 Con relación a las calificaciones bajas se destacan los siguientes indicadores, que representan el 11.1% del total de la ponderación de la matriz:
- Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica
 - Perturbación a vecinos comerciales
 - Generación de ruido por la construcción del sistema

- Generación de vibraciones por la construcción del sistema
- Proximidad con edificaciones
- Capacidad de gestión para la adquisición predial

8.5 Desde el punto de vista operacional una línea nueva tiene algunas ventajas en comparación con una extensión, como son:

- Optimización de la operación de la expansión de la PLMB (ejemplo: composición y tamaño trenes), menos dependencia con los sistemas de la PLMB-T1
- La línea nueva no afecta la operación de la PLMB-T1 y viceversa.
- Al no haber conexión, la línea nueva puede ser elevada o subterránea en la zona de intercambio. Se puede buscar la mejor solución para un intercambio rápido y funcional con limitación del impacto urbano.
- Con la configuración de línea nueva se facilita la posibilidad de extender las dos líneas hasta el oriente y norte de la ciudad, en función de la disponibilidad de recursos.
- Posibilidad operar y mantener con entidades diferentes (o con las mismas). Posibilidad de búsqueda de optimización de los costos con promoción de la libre competencia entre concesionarios.

8.6 En los demás indicadores evaluados presenta una calificación que podría definirse promedio y corresponden al 32,1% del total de la ponderación de la matriz:

- Área de traslape con los elementos de la EEP
- Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas)
- Perturbación al tráfico vehicular
- Interferencias con redes principales
- Potencial de recuperación de zonas deprimidas
- Costo de inversión del proyecto / km
- Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa
- Incertidumbre sobre el costo del proyecto

8.7 Durante el análisis multicriterio desarrollado, se adelantaron sensibilidades cambiando los pesos de los criterios, indicadores y componentes, para validar el impacto de dichos cambios y de alguna manera darle una revisión a la evaluación identificando los puntos en los cuáles se comportaban mejor las alternativas. De estos análisis de sensibilidad, se determinó que las tres primeras alternativas, para todos los casos de medición presentaron puntajes que las mantenían en dichos lugares, lo cual indica su solidez en la evaluación.

8.8 Es preciso señalar que tanto en los análisis de fase 1, cómo en los resultados de la evaluación multicriterio de la fase 2, los corredores Calle 72 – Avenida Ciudad de Cali presentaron los mejores puntajes en las calificaciones, que las mantenían en los primeros lugares de calificación, a pesar de contar con diferentes indicadores y prospectivas de evaluación, situación que respalda cualquier decisión que determine el comité técnico en la selección de la alternativa de mejor desempeño, a partir de la recomendación entregada en el presente documento.

8.9 Con lo anterior, se presenta ante el Comité del proyecto la selección de la alternativa de mejor desempeño para continuar con la evaluación del nodo de terminación y la selección del proyecto de expansión priorizado.

HOJA DE CONTROL

Preparado por

Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá
Carrera 15 #93ª-62 Oficina 602
Teléfono. 746 04 03
Bogotá D.C. Colombia
+57 1 7460403

Preparado para

Financiera de Desarrollo Nacional - FDN
Av. Carrera 7 No. 71 - 42
Torre B Piso 6
Bogotá D.C. Colombia

Nº Proyecto/propuesta Steer

23858501

Referencia cliente/nº proyecto

Contrato FDN 033 de 2020

Autor

Unión Temporal Egis Steer Metro de Bogotá

Revisor/autorizador

Otros colaboradores

Distribución

Cliente:

Steer:

Versión

1

Fecha

13-10-2020

