

# Producto 4 – Estudios y Diseños de Pre-factibilidad

## Entregable 5.2 – Revisión de Redes Húmedas

---



Fuente: Empresa Metro de Bogotá



Abril de 2021

# Producto 4 – Estudios y Diseños de Pre-factibilidad

## Entregable 5.2 – Revisión de Redes Húmedas

---

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

Glosario y abreviaturas .....	ii
1 Introducción .....	1
Antecedentes.....	1
Descripción de la SLMB.....	2
2 Metodología .....	6
3 Objetivos.....	7
4 Alcance .....	8
5 Interferencias.....	9
Inventario de interferencias .....	9
Clasificación de las interferencias.....	13
Criterios para el diseño de redes húmedas a relocalizar .....	15
Relocalización de las redes húmedas .....	16
6 Obras de drenaje .....	21
7 Costos .....	23
8 Conclusiones.....	26

## Figuras

Figura 1.1 Esquema Cola de Maniobras .....	2
Figura 1.2 Alternativa de mejor desempeño Calle 72 – Av. Cali – ALO / Subterránea / Línea nueva .....	4
Figura 1.3 Patio Taller – Predio Fontanar del Rio .....	5
Figura 5-1. Sistemas pluviales afectados por la SLMB en la avenida ALO .....	18

## Tablas

Tabla 2.1 - Tipo de sección SLMB y sistema constructivo.....	6
Tabla 5-1. Inventario y características de interferencias redes húmedas.....	9
Tabla 5-2. Clasificación de interferencias y acciones a realizar .....	13
Tabla 5-3. Solución interferencias de Red Matriz que exigen relocalización .....	16
Tabla 5-4. Solución interferencias de Red Troncal Pluvial que exigen relocalización .....	17

Tabla 5-5. Características sistemas pluviales afectados por la SLMB.....	19
Tabla 5-6. Solución interferencias de Red Troncal Residual que exigen relocalización .....	19
Tabla 6-1. Obras de drenaje evaluadas dentro de las cantidades de obra .....	21
Tabla 7-1. Costos directos de traslado de redes de alcantarillado sanitario.....	23
Tabla 7-2. Costos directos de traslado de redes de alcantarillado pluvial .....	24
Tabla 7-3. Costos directos de traslado de redes matrices de acueducto.....	24
Tabla 7-4. Costos directos totales de traslado de redes húmedas.....	24

## Anexos

Anexo A. Planos

Anexo B. Memorias de calculo

## Glosario y abreviaturas

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, o Alcaldía Mayor
- Avenida Longitudinal de Occidente - ALO
- 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.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística , o DANE
- Departamento Nacional de Planeación, o DNP
- Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público – DADEP
- El BRT (Sistema): Sistema TransMilenio, o Sistema de Transporte Masivo
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB
- Empresa de Energía de Bogotá, o EEB
- Empresa Metro de Bogotá, o EMB
- Equipo Consultor: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, o Unión Temporal
- Financiera de Desarrollo Nacional, o FDN
- Instituto de Desarrollo Urbano, o IDU
- Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, o IDPC
- Instituto Colombiano de Antropología e Historia, o ICANH
- La empresa ente gestor del SITP: TRANSMILENIO S.A. o TMSA
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, o MHCP
- Ministerio de Transporte, o MT
- Plan de Ordenamiento Territorial, o POT
- Plan Maestro de Movilidad de Bogotá, o PMMB
- Primera Línea de Metro de Bogotá, o PLMB-T1, o PLMB
- Secretaría Distrital de Ambiente, o SDA, o Autoridad Ambiental

- Secretaría Distrital de Hacienda, o SDH
- Secretaría Distrital de Movilidad, o SDM, o Autoridad de Transporte
- Secretaría Distrital de Planeación, o SDP
- Segunda línea de Metro de Bogotá, o SLMB
- Sistema Integrado de Transporte Público, o SITP, o Sistema
- Términos de Condiciones Contractuales – Adenda 5, o TCC

# 1 Introducción

## Antecedentes

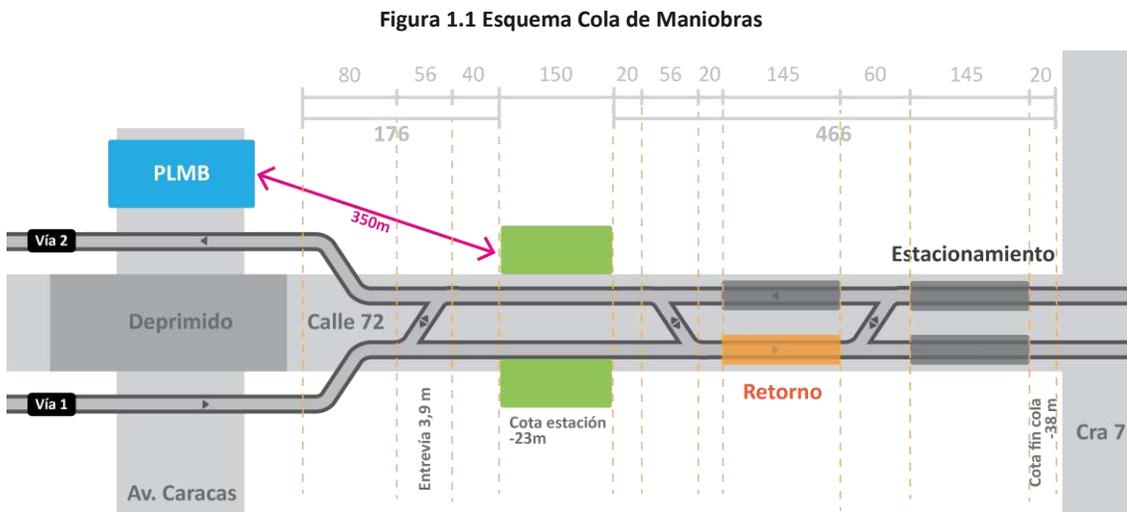
- 1.1 Bogotá como región capital, en aras de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, ha venido trabajando en la transformación de su infraestructura en materia de movilidad para todos los modos de transporte, con el fin de que funcionen perfectamente, mediante una programación y operación unificada. Para el caso del transporte público masivo y como parte de este proceso, se busca tener un Sistema Integrado de Transporte mucho más completo y armonioso que incluya varios tipos de servicios, es así como surge la incorporación del sistema metro como nueva opción de medio de transporte.
- 1.2 Bajo este entendido y enfocados en el marco de la red de transporte masivo, además de materializar el desarrollo de la primera línea de metro de Bogotá (PLMB), se proyecta robustecer dicho sistema identificando y teniendo en cuenta la zona de expansión a priorizar logrando el mayor beneficio para la ciudad.
- 1.3 Por tal razón se estructura la expansión de la Primera Línea de Metro de Bogotá - PLMB –T1 o Segunda Línea de Metro de Bogotá - SLMB, mediante el contrato FDN 033 de 2020 cuyo objeto es “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”.
- 1.4 El contrato 033 de 2020 establece una evaluación multidisciplinaria distribuida en tres (3) fases con diferentes niveles de detalle, que logra la definición de un corredor óptimo a nivel de prefactibilidad, articulando la operación de la extensión del Sistema Metro con la PLMB y otros proyectos de transporte de la Región Bogotá – Cundinamarca (Regiotram).
- 1.5 En una primera fase o fase uno (1) del contrato 033 de 2020, se realizaron los análisis correspondientes para definir la zona de expansión, la cual arrojó como resultado que la localidad de Suba es la zona o cuenca de la ciudad priorizada hacia donde debería ir la SLMB.
- 1.6 Una vez identificada la Zona de expansión priorizada, se busca conectar la PLMB con la Localidad de Suba, para lo cual se formularon diferentes alternativas de líneas, las cuales fueron desarrolladas en la fase dos (2) de este estudio; es así como se obtiene la línea que discurre en los corredores de la Calle 72, Av. Cali y ALO., como la alternativa de mejor desempeño o mejor calificada mediante una metodología de evaluación por medio de una matriz multicriterio.
- 1.7 Posteriormente se configura el nodo de terminación, mediante la incorporación de diferentes opciones de localización de patio taller y se adelantó igualmente, una evaluación multicriterio para la zona norte del trazado, incluyendo en la evaluación el tramo de la Avenida Longitudinal de Occidente ALO, entre Av. Cali y Av. Suba, el cual arrojó como resultado para el nodo de

terminación, el proyecto de expansión priorizado (PMLB - T2) con terminación en el polígono denominado “Fontanar del Río”, en el cual se implantará el patio-taller.

- 1.8 Finalmente, en la fase tres (3) del proyecto, se desarrollan los estudios de prefactibilidad técnica para esta alternativa, contenidos en los productos 4,5,6 y 7, definidos en los términos de referencia del contrato, el presente documento contiene el desarrollo del entregable 5 de la SLMB detallada a continuación:

### Descripción de la SLMB

- 1.9 La SLMB, presenta una infraestructura mixta mediante la incorporación de dos (2) tipologías de metro: subterráneo y elevado, con una longitud de 15.8 km aproximadamente. Esta línea, comprende además una cola de maniobras en su extremo oriental, 11 estaciones y un patio taller, discurriendo por los corredores de la Calle 72, Avenida Ciudad de Cali, reserva vial ALO y la extensión de la Avenida Transversal de Suba.
- 1.10 El K0+000 se localiza en la Calle 72 a 60 m al oriente de la Carrera 7, donde se contempla una cola de maniobras en tipología subterránea, la cual alberga la zona para maniobras de retorno con sus respectivos cambiavías y una zona para parqueo con capacidad para albergar tres trenes, todo ello con el fin de permitir una adecuada operación de la SLMB, ver Figura 1.1; después de la cola de maniobras, encontramos la estación No. 1 ubicada en la Calle 72 entre las abscisas K0+466 a la K0+616, estación que servirá de integración con los modos de transporte masivo TransMilenio (estación calle 72) y la Primera Línea de Metro de Bogotá PLMB (Estación 16).



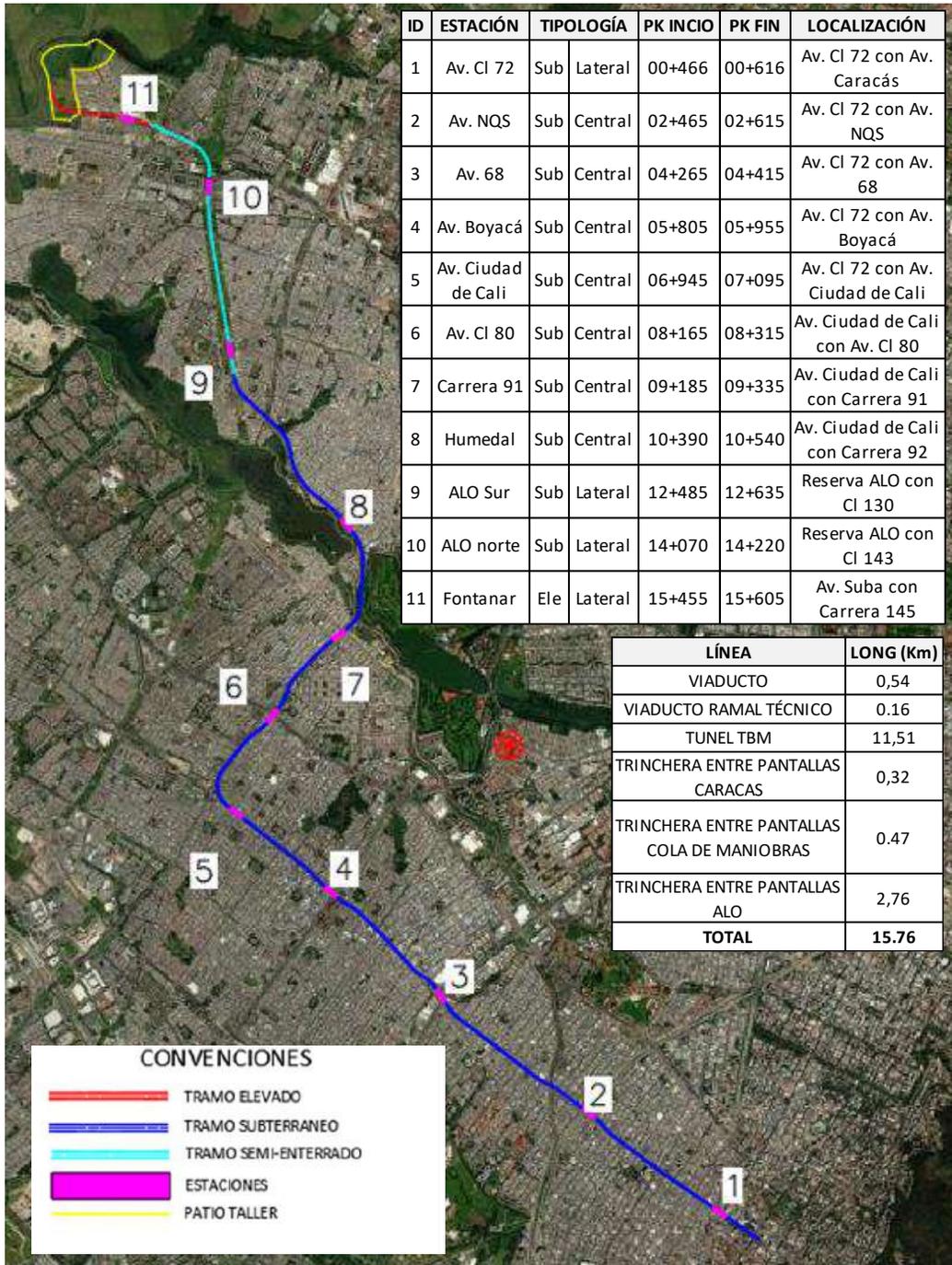
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- 1.11 Al occidente de la Avenida Caracas en el corredor de la Calle 72, se proyecta el primer tramo subterráneo de la SLMB mediante la construcción de dos (2) túneles de 7 m de diámetro cada uno, aproximadamente, tipología que continúa hasta llegar a la actual reserva de la ALO.
- 1.12 La estación N° 2 se localiza entre el K2+465 y el K2+615, a la altura de la calle 72 con la Avenida Ciudad de Quito o Carrera 30, estación que tendrá integración con el proyecto de Regiotram Norte y el TransMilenio de la NQS. La estación N° 3 se encuentra localizada entre las abscisas K4+265 al K4+415, a la altura de la intersección de la Calle 72 costado sur con la Avenida 68,

estación que tendrá integración con la futura Estación de la Troncal de TransMilenio de la Av. 68. La estación N° 4 se localiza entre las abscisas K5+805 al K5+955, sobre el mismo costado en el cruce de la Calle 72 con la Avenida Boyacá. La estación N° 5 la última sobre el corredor de la calle 72 se ubica entre las abscisas K6+945 a la K7+095.

- 1.13 Posteriormente, el alineamiento toma dirección norte por el eje de la Avenida Ciudad de Cali o carrera 86, hasta la calle 75 donde toma el costado oriental del corredor para llegar a la estación N° 6 localizada entre las abscisas del K8+165 al K8+315, en inmediaciones del cruce con la Avenida Calle 80, posteriormente por este mismo corredor se llega a la estación N° 7 ubicada entre las abscisas K9+185 al K9+335, a la altura de la calle 90, la estación N° 8) se encuentra ubicada entre el K10+390 al K10+540, al costado norte en la reserva del futuro proyecto de la Troncal TransMilenio de la Avenida Ciudad de Cali a la altura de la carrera 93.
- 1.14 En la Av. Ciudad de Cali a la altura de la carrera 103 se cruza el barrio Nueva Colombia para encontrar la reserva de la ALO. En la reserva de la ALO se cambia el alineamiento vertical, elevando la rasante de la línea para lograr una profundidad aproximada de 7 metros lo que permite modificar el sistema constructivo pasando de excavación con tuneladora a excavación abierta en trinchera.
- 1.15 Sobre la reserva vial de la ALO se localiza la estación N° 9 ubicada entre las abscisas K12+485 al K12+635 a la altura de la calle 130. La estación N° 10) se localiza entre las abscisas K14+070 al K14+220 a la altura de la calle 134 A, en este punto la línea discurre al occidente por la Calle 145 o Transversal de Suba pasando de tipología semienterrada a tipología elevada, a partir de la abscisa K15+060.
- 1.16 La estación N° 11 se localiza entre las abscisas K15+455 al K15+605, esta estación está proyectada con tipo mezzanine con una cota riel aproximada de 9 m sobre el terreno existente, el planteamiento anteriormente descrito, se detalla en la siguiente Figura 1.2:

Figura 1.2 Alternativa de mejor desempeño Calle 72 – Av. Cali – ALO / Subterránea / Línea nueva



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

1.17 Desde la estación 11, la línea discurre elevada hasta llegar a inmediaciones del polígono denominado “Fontanar del Río” destinado para la instalación del patio-taller, cuya localización se detalla en la siguiente Figura 1.3.



## 2 Metodología

- 2.1 En este documento se incluyen los análisis de interferencias del trazado de la línea de extensión de la PLMB (Primera Línea del Metro de Bogotá) o Segunda Línea Metro de Bogotá (SLMB) con las redes húmedas: troncales de alcantarillado pluvial y residual y matrices de acueducto.
- 2.2 El trazado de la SLMB corresponde a la alternativa descrita en el aparte anterior, la cual detalla la distribución de tipologías como se ve en la siguiente versión final de los diseños realizados en esta etapa, en los cuales se proyecta una línea subterránea en la
- 2.3 Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 - Tipo de sección SLMB y sistema constructivo**

PK INICIO	PK FIN	TIPO SECCIÓN METRO	MÉTODO CONSTRUCTIVO
00+000	00+791	Túnel entre pantallas	Trinchera cubierta
00+791	12+291	Túnel bi-tubo	TBM
12+291	15+056	Túnel entre pantallas	Trinchera cubierta superficial
15+056	15+760	Viaducto	Vanos prefabricados

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- 2.4 La localización y características de las redes húmedas son tomadas de la base georreferenciada de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá S.A. ESP, la cual presenta algunas inconsistencias en cuanto a continuidad de las redes y sistemas de cotas, por lo que para las fases posteriores del proyecto es recomendable realizar los levantamientos directos de campo de las redes que cruza la SLMB.
- 2.5 El informe de redes húmedas presenta en primer lugar un inventario de las interferencias con el trazado, el cual viene acompañado de un plano planta-perfil. A continuación, se clasifican dichas interferencias, entre las que requieren o no traslado de redes, para posteriormente exponer los criterios técnicos empleados para proyectar los traslados, describiendo las soluciones adoptadas.
- 2.6 Para efecto de cálculo de cantidades de obra generadas por los traslados de las redes húmedas, el informe contiene los criterios de drenaje a emplear en las diferentes tipologías de trazado de la SLMB, así como también para las estaciones Proyectadas.

## 3 Objetivos

- 3.1 Identificar y caracterizar las interferencias generadas entre el trazado de la SLMB y las redes hidrosanitarias mayores, conforme a la propuesta derivada del diseño geométrico.
- Realizar pre-diseños para la relocalización de las redes húmedas comprometidas con la construcción de la SLMB partiendo de la recopilación de información hecha en la identificación de interferencias.
  - Establecer las condiciones y mecanismos de funcionamiento de las obras de drenaje para el metro, acorde con las tipologías utilizadas para las diferentes zonas por donde discurre el corredor férreo y con la localización de las estaciones propuestas.
  - Estimar los costos aproximados de las obras de traslado de las redes húmedas que generan interferencia con la SLMB y de las obras de drenaje necesarias para garantizar su buen funcionamiento.

## 4 Alcance

- 4.1 El análisis de interferencias y los diseños presentados como propuesta en el traslado de redes húmedas se basan en la información proporcionada por la EAAB, específicamente, al conjunto de datos clasificados como redes mayores ubicadas próximas al corredor; entendiéndose como redes mayores las redes matrices para acueducto y redes troncales de alcantarillado.
- 4.2 Dada la naturaleza del proyecto y del nivel de análisis requerido en la etapa de prefactibilidad, la atención se centró en estudiar las líneas de acueducto de más de 0.30 m (12”) de diámetro, líneas de alcantarillado pluvial iguales o mayores a 1 m de diámetro (40”) y líneas de alcantarillado sanitario mayores o iguales a 0.35 m (14”).
- 4.3 Todas las interferencias de redes húmedas indicadas fueron localizadas en planta y en el perfil del diseño geométrico de la SLMB, con la intención de establecer las afectaciones y definir las opciones de traslado, para las que se tuvieron en cuenta también, condiciones como la localización de estaciones, distribución del espacio público, disponibilidad de corredores para nuevas redes, entre otras.. Lo anterior dio lugar al pre-diseño de las posibles soluciones a las interferencias críticas o directas, obteniendo planos planta-perfil del corredor con las líneas existentes y proyectadas de alcantarillado y acueducto, y la correspondiente cuantificación de los costos que pueden alcanzar de estos traslados.

## 5 Interferencias

### Inventario de interferencias

- 5.1 En los poco más de 16 Km de la extensión de la SLMB se generan 49 interferencias con las redes húmedas troncales y matrices. De estas interferencias, cuyas características se observan en la Tabla 5-1. Inventario y características de interferencias redes húmedas, 16 de ellas corresponden de redes matrices de acueducto, 17 de la red troncal pluvial y 16 de la red troncal sanitaria.
- 5.2 Sumadas a estas 49 interferencias de las redes Húmedas, la SLMB en su en tipología elevada a la entrada del patio taller, cruza sobre el pondaje Fontanar (con dimensiones 90 m de longitud, 55 m de ancho y 3 m de profundidad, para un volumen total cercano a los 15.000 m<sup>3</sup>) sin afectarlo para finalmente culminar la línea en el. Este pondaje recibe actualmente la cuenca pluvial aferente de los barrios vecinos (Caminos de Esperanza y Fontanar del Río 2), teniendo descarga hacia el pondaje y estación de bombeo Cafam. Esta interferencia es tratada posteriormente (Ver párrafo 0).
- 5.3 Además de las interferencias anteriormente mencionadas, existirá una interferencia en la Estación N° 1, consistente en un colector de aguas pluviales que se proyecta en la actualidad dentro de las obras de la PLMB, el cual se localiza sobre el costado sur de la calle 72, para dar manejo a parte de las aguas provenientes de la cuenca de la quebrada La Vieja. Al no estar a la fecha definido su trazado; este colector no es considerado dentro de los análisis aquí realizados, pero deberá ser estudiado en las etapas posteriores del proyecto.
- 5.4 En la siguiente tabla se presentan las interferencias encontradas en este análisis, las que pueden ser visualizadas en los planos planta perfil del Anexo A (planos referenciados dentro del grupo RAQB014-PROD5-ENT5-RHAC-PP – Acueducto; RAQB014-PROD5-ENT5-RHP-PP – Alcantarillado pluvial; y RAQB014-PROD5-ENT5-RHS-PP – Alcantarillado sanitario).

Tabla 5-1. Inventario y características de interferencias redes húmedas

Id	Red	Nombre	Abscisa	Sección	Diám (m)/(pulg)	Base (m)	Altura (m)	Material
1	RED MATRIZ	ZONA BAJA SUR	K01+344.46	CIRCULAR	0.6m/24"			CCP
2	RED MATRIZ	AV QUITO-STALUCIA-ZBAJASUR	K02+460.12	CIRCULAR	0.9m/36"			CCP

Id	Red	Nombre	Abscisa	Sección	Diám (m)/(pulg)	Base (m)	Altura (m)	Material
3	RESIDUAL		K02+956.02	CIRCULAR	1.4m/56"			CONCRETO REFORZADO
4	RESIDUAL	INTERCEPTOR DERECHO SALITRE	K02+962.83	RECTANGULAR		1.5	1.4	CONCRETO REFORZADO
5	PLUVIAL	CANAL SALITRE	K02+984.25	TRAPEZOIDAL		18	3 (talud: 1v:1h)	
6	RESIDUAL	INTERCEPTOR IZQUIERDO SALITRE	K03+003.02	CIRCULAR	1.2m/48"			CONCRETO REFORZADO
7	RESIDUAL	BOMBEO BAJO	K03+013.73	RECTANGULAR		1.25	1.2	CONCRETO REFORZADO
8	RED MATRIZ	AMCAS-ESC.MLTR-PTEARANDA	K03+445.90	CIRCULAR	1.05m/42"			CCP
9	PLUVIAL		K04+068.27	CIRCULAR	1.3m/52"			CONCRETO REFORZADO
10	RESIDUAL	INTERCEPTOR RIO NUEVO	K04+463.63	RECTANGULAR		1.4	1.2	LADRILLO
11	RED MATRIZ		K04+753 - K05+573	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
12	RED MATRIZ		K04+843.47	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
13	RED MATRIZ		K05+454.29	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
14	RED MATRIZ	ZONA BAJA NORTE	K05+793.21	CIRCULAR	1.95m/78"			CCP
15	RED MATRIZ		K06+113- K07+208	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
16	RED MATRIZ		K06+187.48	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
17	RESIDUAL		K06+365- K06+753	CIRCULAR	0.35m/14"			PVC
18	RESIDUAL		K06+365.41	CIRCULAR	0.35m/14"			GRES

Id	Red	Nombre	Abscisa	Sección	Diám (m)/(pulg)	Base (m)	Altura (m)	Material
19	RED MATRIZ		K06+760.26	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
20	RED MATRIZ		K07+152.55	CIRCULAR	0.4m/16"			CCP
21	RED MATRIZ		K08+241.91	CIRCULAR	0.6m/24"			CCP
22	PLUVIAL	COLECTOR CIUDAD DE CALI	K08+633- K09+473	CIRCULAR	1.8 - 1.95m/ 72-78"			CONCRETO REFORZADO
23	RED MATRIZ	AV. BOYACA - TIBABUYES.	K09+320.54	CIRCULAR	0.6m/24"			CCP
24	PLUVIAL	COLECTOR CIUDAD DE CALI	K09+437.02	CIRCULAR	1.95m/78"			LADRILLO
25	RESIDUAL	INTERCEPTOR SALITRE	K09+489.03	RECTANGULAR		4	1.8	CONCRETO REFORZADO
26	PLUVIAL	CANAL SALITRE	K09+508.13	TRAPEZOIDAL		12	3 (talud: 1v:1h)	CONCRETO
27	RESIDUAL	INTERCEPTOR SUBA	K10+185.97	CIRCULAR	0.8m/32"			CONCRETO SIN REFUERZO
28	PLUVIAL		K10+190.47	CIRCULAR	2m/80"			CONCRETO REFORZADO
29	RESIDUAL		K10+564.23	CIRCULAR	0.7m/28"			CONCRETO SIN REFUERZO
30	PLUVIAL		K10+567.67	CIRCULAR	1.2m/48"			CONCRETO REFORZADO
31	PLUVIAL		K11+201.19	CIRCULAR	1.2m/48"			CONCRETO REFORZADO
32	RESIDUAL		K11+542.89	CIRCULAR	0.9m/36"			CONCRETO SIN REFUERZO
33	RESIDUAL		K12+087.83	CIRCULAR	0.7m/28"			CONCRETO SIN REFUERZO
34	PLUVIAL		K12+099.96	CIRCULAR	1.8m/72"			CONCRETO REFORZADO

Id	Red	Nombre	Abscisa	Sección	Diám (m)/(pulg)	Base (m)	Altura (m)	Material
35	PLUVIAL		K12+951.32	CIRCULAR	1.7m/68"			CONCRETO REFORZADO
36	RED MATRIZ		K13+673.56	CIRCULAR	0.4m/16"			PVC
37	RESIDUAL		K13+675.58	CIRCULAR	1m/40"			CONCRETO REFORZADO
38	PLUVIAL	CANAL CAFAM	K13+909.92	RECTANGULAR		2.5	2.15	CONCRETO REFORZADO
39	RESIDUAL		K13+915.59	CIRCULAR	0.75m/30"			CONCRETO SIN REFUERZO
40	RESIDUAL	IRB TORCASALITRE	K14+115.96	CIRCULAR	2.75m/110"			CONCRETO REFORZADO
41	PLUVIAL		K14+120.59	CIRCULAR	1.5m/60"			CONCRETO REFORZADO
42	RED MATRIZ		K14+536.27	CIRCULAR	0.4m/16"			PVC
43	RED MATRIZ		K14+715-K14+875	CIRCULAR	0.4m/16"			PVC
44	PLUVIAL		K14+742.10	CIRCULAR	1.2m/48"			CONCRETO REFORZADO
45	PLUVIAL		K14+987.78	CIRCULAR	1m/40"			CONCRETO REFORZADO
46	PLUVIAL		K14+990.04	CIRCULAR	1.8m/72"			CONCRETO REFORZADO
47	RESIDUAL		K14+990.03	CIRCULAR	1m/40"			CONCRETO REFORZADO
48	PLUVIAL		K15+370-K15+870	CIRCULAR	1-1.1m/40-44"			CONCRETO REFORZADO
49	PLUVIAL		K15+761.39	CIRCULAR	1.2m/48"			REVESTIMIENTO EN CONCRETO CON BALDOSAS

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

## Clasificación de las interferencias

- 5.7 Las interferencias de las redes húmedas se definen en planta a partir de su ubicación con respecto al trazado del corredor de la SLMB y con respecto a la ubicación de las estaciones, pudiendo ser de tipo transversal cuando las redes se cruzan oblicua o transversalmente con la línea del metro o con las estaciones, o tipo paralela cuando estas avanzan adyacentes sobre la proyección de la línea del metro.
- 5.8 En el tipo de interferencia transversal con la línea de Metro, existe la necesidad de relocalizar la red, cuando el cruce no sólo es en planta, sino también en perfil, imposibilitando la continuidad de la red húmeda. En el caso de interferencia de redes con las estaciones, siempre se considera su relocalización sea cual sea la tipología del tramo de la SLMB.
- 5.9 Cuando la interferencia es paralela, ya sea con la línea o con la Estación, se considera la relocalización de la red por fuera de la franja de intersección. (Ver Tabla 6-1).
- 5.10 Bajo los anteriores criterios, en la Tabla 5-2, se clasifican las interferencias y las acciones a realizar en cada caso. En dicha Tabla se observa que, de las 49 interferencias identificadas, se debe realizar traslado de redes en 18 interferencias (6 en red matriz, 8 en alcantarillado pluvial y 4 en alcantarillado residual), aspecto que es tratado en la siguiente sección.
- 5.11 Por otra parte, para todos los casos de interferencias, ya sea que requieran o no relocalización, debe tenerse en consideración el monitoreo de la red durante la etapa de construcción.

**Tabla 5-2. Clasificación de interferencias y acciones a realizar**

Id	Red	Abscisa	Tipo interferencia	Con línea de metro	Con Estación	Distancia bordes externos tubería . túnel (m)	Requiere relocalización
1	RED MATRIZ	K01+344.46	TRANVERSAL	NO	NO	4.65	NO
2	RED MATRIZ	K02+460.12	TRANVERSAL	NO	NO	3.17	NO
3	RESIDUAL	K02+956.02	TRANVERSAL	NO	NO	6.67	NO
4	RESIDUAL	K02+962.83	TRANVERSAL	NO	NO	6.39	NO
5	PLUVIAL	K02+984.25	TRANVERSAL	NO	NO	6.04	NO
6	RESIDUAL	K03+003.02	TRANVERSAL	NO	NO	5.48	NO
7	RESIDUAL	K03+013.73	TRANVERSAL	NO	NO	6.24	NO
8	RED MATRIZ	K03+445.90	TRANVERSAL	NO	NO	2.94	NO
9	PLUVIAL	K04+068.27	TRANVERSAL	NO	NO	3.72	NO
10	RESIDUAL	K04+463.63	TRANVERSAL	NO	NO	3.49	NO
11	RED MATRIZ	K04+753 - K05+573	PARALELA	NO	NO	VARIABLE	NO
12	RED MATRIZ	K04+843.47	TRANVERSAL	NO	NO	6.64	NO

Id	Red	Abscisa	Tipo interferencia	Con línea de metro	Con Estación	Distancia bordes externos tubería . túnel (m)	Requiere relocalización
13	RED MATRIZ	K05+454.29	TRANVERSAL	NO	NO	5.68	NO
14	RED MATRIZ	K05+793.21	TRANVERSAL	NO	NO	2.55	NO
15	RED MATRIZ	K06+113-K07+208	PARALELA	NO	SÍ	VARIABLE	SÍ
16	RED MATRIZ	K06+187.48	TRANVERSAL	NO	NO	4.12	NO
17	RESIDUAL	K06+365-K06+753	PARALELA	NO	NO	VARIABLE	NO
18	RESIDUAL	K06+365.41	TRANVERSAL	NO	NO	2.14	NO
19	RED MATRIZ	K06+760.26	TRANVERSAL	NO	NO	4.48	NO
20	RED MATRIZ	K07+152.55	TRANVERSAL	NO	NO	4.65	NO
21	RED MATRIZ	K08+241.91	TRANVERSAL	NO	SÍ	4.83	SÍ
22	PLUVIAL	K08+633-K09+473	PARALELA	NO	SÍ	VARIABLE	SÍ
23	RED MATRIZ	K09+320.54	TRANVERSAL	NO	SÍ	5.52	SÍ
24	PLUVIAL	K09+437.02	TRANVERSAL	NO	NO	3.38	NO
25	RESIDUAL	K09+489.03	TRANVERSAL	NO	NO	1.16	NO
26	PLUVIAL	K09+508.13	TRANVERSAL	NO	NO	2.38	NO
27	RESIDUAL	K10+185.97	TRANVERSAL	NO	NO	2.13	NO
28	PLUVIAL	K10+190.47	TRANVERSAL	NO	NO	1.56	NO
29	RESIDUAL	K10+564.23	TRANVERSAL	NO	NO	3.63	NO
30	PLUVIAL	K10+567.67	TRANVERSAL	NO	NO	4.48	NO
31	PLUVIAL	K11+201.19	TRANVERSAL	NO	NO	7.66	NO
32	RESIDUAL	K11+542.89	TRANVERSAL	NO	NO	11.2	NO
33	RESIDUAL	K12+087.83	TRANVERSAL	NO	NO	2.71	NO
34	PLUVIAL	K12+099.96	TRANVERSAL	NO	NO	1.26	NO
35	PLUVIAL	K12+951.32	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
36	RED MATRIZ	K13+673.56	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
37	RESIDUAL	K13+675.58	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
38	PLUVIAL	K13+909.92	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
39	RESIDUAL	K13+915.59	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
40	RESIDUAL	K14+115.96	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
41	PLUVIAL	K14+120.59	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
42	RED MATRIZ	K14+536.27	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ

Id	Red	Abscisa	Tipo interferencia	Con línea de metro	Con Estación	Distancia bordes externos tubería . túnel (m)	Requiere relocalización
43	RED MATRIZ	K14+715- K14+875	PARALELA	SÍ	NO	< 0	SÍ
44	PLUVIAL	K14+742.10	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
45	PLUVIAL	K14+987.78	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
46	PLUVIAL	K14+990.04	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
47	RESIDUAL	K14+990.03	TRANVERSAL	SÍ	NO	< 0	SÍ
48	PLUVIAL	K15+370- K15+870	PARALELA	SÍ	SÍ	< 0	SÍ
49	PLUVIAL	K15+761.39	TRANVERSAL	NO	NO	10.04 (Abajo)	NO

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

Nota: La distancia entre bordes externos entre la tubería y el túnel indicada como < 0, hace referencia a que hay una interferencia directa con el túnel

## Criterios para el diseño de redes húmedas a relocalizar

- 5.12 La proyección de las redes húmedas a relocalizar se realiza bajo los criterios que se enuncian a continuación.
- Redes matrices de acueducto
- 5.13 Las redes proyectadas deben generar las mismas pérdidas hidráulicas o menores que la red existente en el tramo de intervención.
- 5.14 Las pérdidas se calculan como la suma de las pérdidas por fricción más las pérdidas menores o por accesorios. Las pérdidas por fricción se estiman con la expresión de Darcy-Weisbach y las pérdidas menores como el producto de la cabeza de velocidad por un coeficiente de pérdida de cada accesorio.
- 5.15 El caudal de diseño se estima por continuidad asumiendo una velocidad en la tubería existente de 2.50 m/s (velocidad máxima admisible para redes matrices de acuerdo con Norma NS-033 Criterios para diseño de red matriz, de la EAAB).
- Redes troncales de alcantarillado pluvial
- 5.16 Para las redes troncales de alcantarillado los caudales se estiman con el método lluvia-escorrentía del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS) y el análisis hidráulico se realiza bajo la suposición de flujo gradualmente variado con el complemento hidráulico incorporado en el software Autodesk Civil 3D: Autodesk Storm and Sanitary Analysis.

- 5.17 El modelo hidrológico parte de la precipitación máxima correspondiente a un período de retorno de 10 años, la cual para el sector del Juan Amarillo y La Conejera corresponde a 50 mm, asumiendo una duración de 3 horas y la distribución temporal indicada en la Norma NS-085 v4.1. La lluvia efectiva se estima por el método del Número de curva, asumiendo un valor de CN=80.
- 5.18 El hidrograma unitario del SCS se calcula a partir de un tiempo de concentración estimado como la suma del tiempo en el pozo inicial de la cuenca (15 minutos) más los tiempos de recorrido en la red hasta el punto de cierre, considerando en cada tramo un caudal que produce una relación  $y/D=0.80$ .
- Redes troncales de alcantarillado residual
- 5.19 Para las redes de alcantarillado sanitario, las redes proyectadas fueron diseñadas a partir del cálculo de caudales sanitarios con base a la proyección de las poblaciones asentadas en esta zona a 2030, conforme a las proyecciones del DANE y de los resultados del censo poblacional de 2018. Para este caso se seleccionó el caudal más alto entre el caudal de diseño y el caudal de dilución, el cual contempla el uso combinado de los alcantarillados conforme con lo indicado en el numeral 4.3.2.3 de la Norma NS-085 de la EAAB como se puede consultar en las memorias de cálculo de caudales del sistema sanitario. Con base a lo anterior, se realizó un prediseño de los interceptores a relocalizar procurando mantener el trazado y los diámetros existentes para las interferencias 37 y 39 (Tabla 5-1 y 5-2), y entregando al interceptor principal de la zona (IRB Torca-Salitre).

## Relocalización de las redes húmedas

- 5.20 Los cálculos de las redes a relocalizar se presentan en el Anexo B, mientras que su localización y traslado se observa en los Planos del Anexo A (grupo de planos RAQB014-PROD5-ENT5-RHI-PR). A partir de esta información se resume la siguiente descripción de las relocalizaciones proyectadas.

Las 18 interferencias con redes húmedas que exigen relocalización, se tiene:

Seis (6) con redes matrices de acueducto.

ocho (8) con redes troncales de alcantarillado pluvial

Cuatro (4) con redes troncales de alcantarillado sanitario.

- Redes matrices de acueducto (6 interferencias)

**Tabla 5-3. Solución interferencias de Red Matriz que exigen relocalización**

Id	Abscisa	Descripción de la solución	Plano diseño
15	K06+113- K07+208	Se afectan 130 m de la red matriz de 16", la cual se reemplaza por una red de 18" y longitud 220 m, de modo que la nueva red quede alejada del corredor de la SLMB.	PR-9
21	K08+241.91	Se retiran 113 m de la red existente en 24", reemplazándola por 265 m de nueva red de 30".	PR-9

Id	Abscisa	Descripción de la solución	Plano diseño
23	K09+320.54	Interferencia similar a la anterior, en que se reemplazan 44 m de red de 24" por nueva red de 33" en una longitud de 116 m.	PR-9
36	K13+673.56	Interferencia en la Avenida ALO de la red matriz de 16" en una longitud de 43 m, la cual es reemplazada por una nueva red de 18" y longitud 48.50 m.	PR-9
42	K14+536.27	Red matriz de 16" afectada en una longitud de 127 m, reemplazada por una red de 18" y longitud 154 m.	PR-9
43	K14+715- K14+875	Red matriz de 16" que se recorta en su longitud de 160 m a 154 m, por lo que se disminuyen sus pérdidas y se mantiene diámetro de 16".	PR-9

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- Redes troncales de alcantarillado pluvial (8 interferencias)
- 

**Tabla 5-4. Solución interferencias de Red Troncal Pluvial que exigen relocalización**

Id	Abscisa	Descripción de la solución	Plano diseño
22	K08+633- K09+473	Red paralela al corredor de la SLMB que afecta 254 m del colector existente en diámetros entre 1.80 y 1.95 m. Se proyecta nueva red por vías públicas aledañas, con longitud de 359 m y conservando los diámetros y la cuenca originales del colector. (Colector Ciudad de Cali).	PR-7
35	K12+951.32	Esta interferencia, junto con las interferencias 38 y 41, son afluentes del humedal Juan Amarillo y, dado el nivel de interferencia, no es posible mantener las redes hacia dicha cuenca, existiendo necesidad de transferirlas al río Bogotá directamente, mediante la proyección del colector derecho (en el sentido del abscisado de la SLMB), con longitud total de 2.910 m y dimensiones entre 1.60 m de diámetro y un box culvert final de 2.50 m de base y 2.0 m de altura, el cual entrega al pondaje Fontanar y, posteriormente, mediante bombeo se descarga al río Bogotá.	PR-1
38	K13+909.92		PR-2
41	K14+120.59		PR-2
44	K14+742.10	Los colectores de las interferencias 44, 45 y 46 pertenecen a la cuenca del humedal La Conejera y para evitar profundizar el colector derecho, se solucionan mediante un nuevo colector izquierdo con diámetros entre 1.20 y 1.80 m y longitud de 350 m que entrega al box culvert del colector derecho aguas abajo.	PR-3 y PR-5
45	K14+987.78		PR-3 y PR-5
46	K14+990.04		PR-3 y PR-5
48	K15+370- K15+870	Este colector hace parte de la cuenca del pondaje Fontanar y se traslada por interferir con el corredor de la SLMB,	PR-4 y PR-6

	relocalizándolo en una longitud de 425 m, con un diámetro de 1.0 m0	
--	---	--

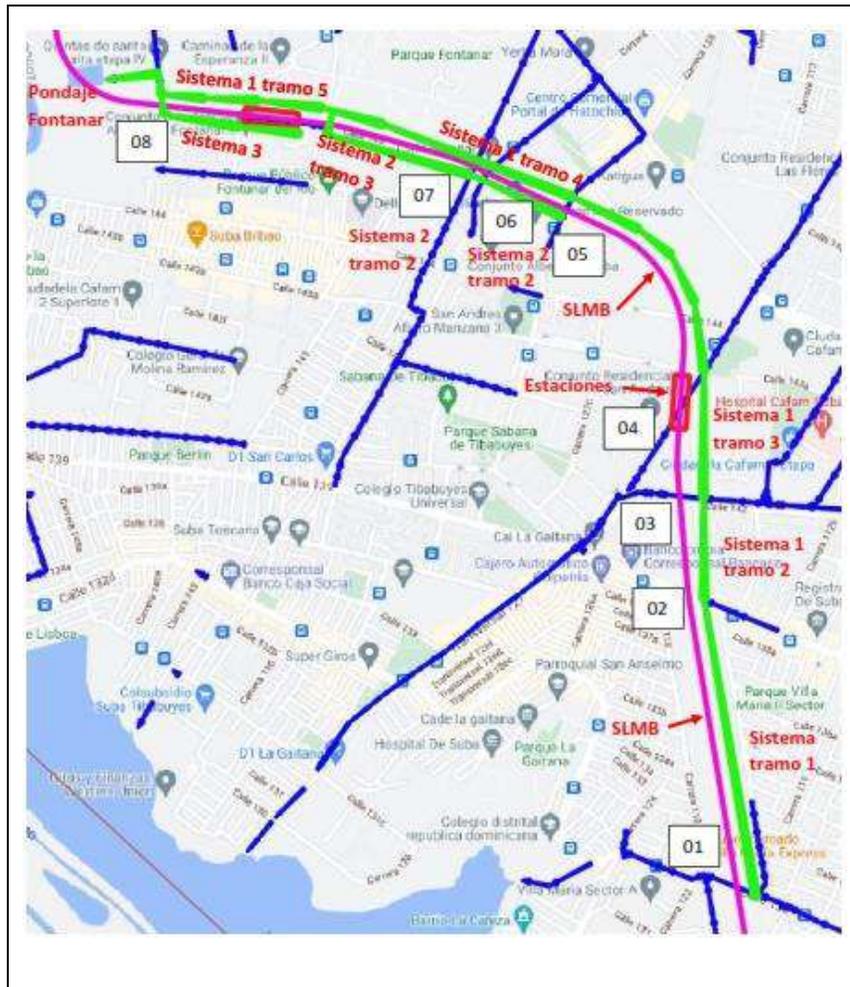
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

Pondaje Fontanar:

El pondaje Fontanar es intervenido por ser punto receptor de los colectores pluviales relocalizados que son interrumpidos por la SLMB en el tramo de la avenida ALO.

Los 8 sistemas afectados se observan en la Figura 5-1 y se caracterizan en la Tabla 5-5.

**Figura 5-1. Sistemas pluviales afectados por la SLMB en la avenida ALO**



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

Para la solución de estas interferencias se analizaron diferentes alternativas, entre otras las siguientes:

- Colector único por el costado derecho de la SLMB, descartada por resultar en mayores profundidades de recubrimiento del colector.
- Conducir interferencias 1, 2, 3 y 4 al humedal Juan Amarillo y las restantes interferencias al pondaje, descartada por no llegar con cota al humedal Juan Amarillo e imposibilidad de cruce con la misma línea del SLMB.

**Tabla 5-5. Características sistemas pluviales afectados por la SLMB**

Inter.	Nombre/ Cuenca	Díam. Existente (m)	Sistema proyectado	Dimensión proyectada (m)
1	Calle 132/Juan Amarillo	1.60	1 tramo 1	1.60
2	/Juan Amarillo	1.50	1 tramo 2	1.80
3	Canal Cafam/Juan Amarillo	2.50x2.15	1 tramo 3	2.00x1.50
4	Compartir/Juan Amarillo	1.50	1 tramo 4	2.00x2.00
			1 tramo 5	2.50x2.00
5	/Humedal Conejera	1.00	2	1.20
6	/Humedal Conejera	1.00	2	1.20
7	Colector Compartir-Yolanda/Humedal Conejera	1.80	2	1.80
8	/Pondaje Cafam/Río Bogotá	1.0	3	1.00

Nota: Para los box culvert se indica base x altura

Como se observa en la Figura 5-1, la alternativa finalmente seleccionada consiste en tres nuevos sistemas de alcantarillado. El primero por el costado derecho de la SLMB, el cual recoge los sistemas 2 y 3 localizados por el costado izquierdo de la SLMB (Ver Tabla 5-5).

Como se observa en el Anexo B de Memorias de cálculo de los colectores de la Av. ALO, los tres sistemas conducen al pondaje un caudal de 9.49 m<sup>3</sup>/s, equivalente a un volumen de 64.151 m<sup>3</sup>, los cuales se bombean mediante 3 bombas de un caudal y potencia total de 6.0 m<sup>3</sup>/s y 1.050 HP respectivamente, requiriendo un almacenamiento de 11.859 m<sup>3</sup>, el cual es menor a los 15.000 m<sup>3</sup> del pondaje Fontanar, asegurando así que no se requiera ampliar la capacidad del pondaje (15.000 m<sup>3</sup>).

Con esta capacidad de bombeo, no se requerirá aumentar la capacidad del pondaje, pudiendo suprimir su descarga hacia el pondaje Cafam; no obstante, en las siguientes fases del proyecto se tendrá que estudiar esta solución cuando se cuente con más información para socializarla con la Empresa de Acueducto de Bogotá.

- Redes troncales de alcantarillado residual (4 interferencias)

**Tabla 5-6. Solución interferencias de Red Troncal Residual que exigen relocalización**

Id	Abscisa	Descripción de la solución	Plano diseño
37	K13+675.58	Interceptor que se trasvasa al Interceptor del Río Bogotá (IRB) mediante una nueva tubería de 319 m de longitud y diámetros	PR-9

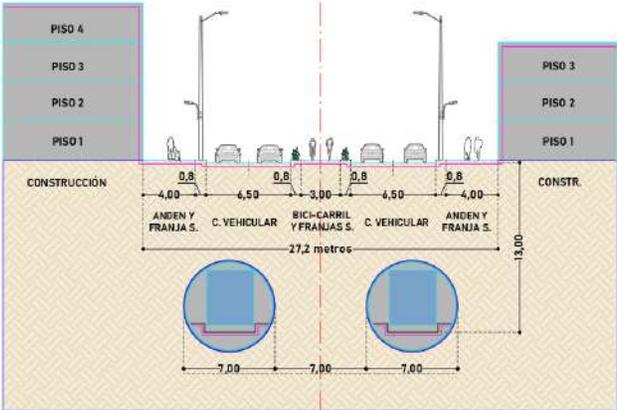
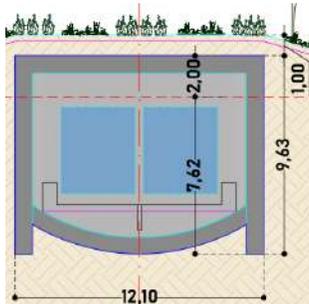
Id	Abscisa	Descripción de la solución	Plano diseño
		entre 1.00 y 1.10 m, lo que permite profundizarlo para cruzar bajo la línea 2 del Metro de Bogotá.	
39	K13+915.59	Interceptor que se trasvasa al IRB mediante una tubería de 0.75 m de diámetro y longitud 306 m.	PR-9
40	K14+115.96	<p>Esta interferencia corresponde al Interceptor del Río Bogotá (IRB) Torca-Salitre, el cual conduce las aguas de las cuencas Torca y de la localidad de Usaquén hasta la Planta de Tratamiento del Salitre. Esta cruza a gran profundidad, pasando bajo la línea 2 del Metro sin problema, pero se ve afectado por ser el único colector que puede captar las aguas residuales de las interferencias 37, 39 y 47.</p> <p>En etapas posteriores del Proyecto se deberá verificar la capacidad de este interceptor para recibir los interceptores indicados, teniendo en consideración las condiciones a saturación de los desarrollos urbanísticos de Torca y Usaquén.</p>	No se modifica
47	K14+990.03	Interceptor que se relocaliza dirigiéndolo hacia el Interceptor del Río Bogotá (IRB) por vía pública, mediante una tubería de 1.0 m de diámetro y 835 m de longitud.	PR-8

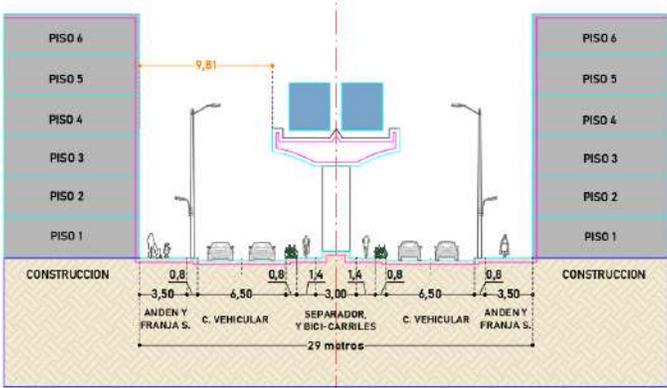
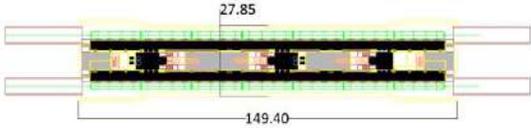
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

# 6 Obras de drenaje

6.1 Con el objeto exclusivo de ser consideradas dentro de las cantidades de obra, se incluyen las siguientes obras de drenaje en función de la tipología proyectada para la SLMB.

Tabla 6-1. Obras de drenaje evaluadas dentro de las cantidades de obra

Tipología	Obras de drenaje
<p>Línea Metro tramos 1 a 6 (Bitubular). Ancho aferente 21 m</p> 	<p>El drenaje para la tipología subterránea del metro se compone de dos tubos, en cada uno con los siguientes elementos:</p> <p>Tubería de drenaje PVC 12” para aguas de infiltración y generadas dentro de cada túnel con cajas de acceso y limpieza cada 80 m. Estas tuberías van a lo largo de cada túnel descargando en las estaciones y puntos bajos del trazado vertical, donde se realizará tratamiento primario (Tanque de almacenamiento, trampa de grasas y desarenador) y bombeo hacia la superficie.</p>
<p>Línea Metro tramo 7 semienterrado Av. ALO. Ancho aferente 12.1 m</p> 	<p>Al igual que en el caso anterior, el drenaje se realiza mediante tubería de PVC 12” con cajas de acceso y limpieza cada 80 m y descarga en Estaciones y puntos bajos de este tramo. .</p>
<p>Línea Tramo 8 A Avenida Suba. Ancho aferente 10 m</p>	<p>Para la sección elevada se emplean imbornales o pases de 4” con bajante de 4” adosada a las columnas y con descarga a</p>

Tipología	Obras de drenaje
	<p>sumidero o pozo del sistema de alcantarilla pluvial de la ciudad.</p>
<p>Estaciones subterráneas y estación superficial 11. Ancho aferente promedio 27.85 m</p> 	<p>Los edificios de Estaciones subterráneas se drenan mediante sistemas convencionales a nivel de superficie (costos incluidos dentro de los edificios) y a nivel subterráneo mediante rejillas o sumideros localizados en la estación para captar y dirigir el agua hacia estructuras de almacenamiento y tratamiento primario, para ser bombeado posteriormente hacia al sistema de alcantarillado.</p> <p>La estación superficial 11 se drenará mediante sistemas convencionales de drenaje. Los Costos se encuentran incluidos en los costos de los edificios.</p>

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

## 7 Costos

- 7.1 Para las redes húmedas proyectadas como solución a las interferencias, se estimaron los costos directos asociados al traslado y relocalización de cada tipo de red, considerando grupos de costos correspondientes a las actividades de instalación y construcción de los sistemas. Entre los grupos de costos expuestos se tienen preparación del terreno, excavaciones, construcción de estructuras, instalación de tuberías, rellenos y reconstrucción de áreas afectadas, etc. El valor de los costos fueron estimados a partir de la consulta y recopilación de información de bases datos y estudios relacionados con construcción y relocalización de redes hidrosanitarias; a saber las fuentes de información fueron: bases de datos del IDU del Sistema de información de precios 2020-2021: Precios Unitarios de Referencia 2020-II +Mano de Obra 2021 y Precios Unitarios de Referencia 2020-I; Costos CAPEX del estudio de Ingeniería de Valor de la PLMB; base de datos de costos redes hidrosanitarias de la Secretaría de Infraestructura Física SIF de la Gobernación de Antioquia; y consulta directa a proveedores.
- 7.2 A continuación, se muestra el resultado de esta estimación para redes de alcantarillado sanitario y pluvial que puede ser consultadas dentro de los anexos a este documento.

Tabla 7-1. Costos directos de traslado de redes de alcantarillado sanitario

TRASLADO DE REDES ALCANTARILLADO SANITARIO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VR/PARCIAL
1	PRELIMINARES	\$ 290,431,224
2	EXCAVACIONES PARA REDES	\$ 80,972,097
3	RELLENOS PARA REDES	\$ 2,787,096,335
4	GEOTEXTILES	\$ 178,064,016
5	ENTIBADOS	\$ 1,365,729,323
6	TRANSPORTE DE MATERIAL SOBRANTE	\$ 697,473,315
7	CONCRETO PARA OBRAS DE RECUBRIMIENTO	\$ 1,347,521,136
8	TUBERÍAS	\$ 1,483,562,021
9	REDES LOCALES	\$ 48,183,302
SUBTOTAL		\$ 8,279,032,770

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- 7.3 La información presentada en la Tabla 7-2, incorpora los costos asociados a la construcción de las redes pluviales propuestas: colector ALO de 3,76 km y de la red del colector Av. Ciudad de Cali de 0.36 km de línea desviada. Adicionalmente, fue incluido el valor de la implementación del sistema de bombeo desde el pondaje Fontanar hacia el río Bogotá, bajo condiciones que no requerirían ajustes en el volumen de almacenamiento en esta estructura.

**Tabla 7-2. Costos directos de traslado de redes de alcantarillado pluvial**

TRASLADO DE REDES ALCANTARILLADO PLUVIAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VR/PARCIAL
1	PRELIMINARES	\$ 478,003,081
2	EXCAVACIONES PARA REDES	\$ 145,528,662
3	RELLENOS PARA REDES	\$ 983,239,169
4	GEOTEXILES	\$ 66,144,843
5	ENTIBADOS	\$ 1,716,189,514
6	TRANSPORTE DE MATERIAL SOBRANTE	\$ 1,332,887,583
7	CONCRETO PARA OBRAS DE RECUBRIMIENTO	\$ 1,321,877,950
8	CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS EN CONCRETO	\$ 7,424,889,658
9	TUBERÍAS Y SISTEMA DE BOMBEO	\$ 7,760,332,319
10	REDES LOCALES	\$ 75,744,435
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 21,304,837,212</b>

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- 7.4 Complementando los costos de las redes hidrosanitarias, en la Tabla 7-3 se muestran los costos de traslado de las líneas de la red matriz, los cuales son menores por no comprometer tuberías de más de 0.60 m de diámetro.

**Tabla 7-3. Costos directos de traslado de redes matrices de acueducto**

TRASLADO DE REDES MATRICES DE ACUEDUCTO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	VR/PARCIAL
1	PRELIMINARES	\$ 222,520,497
2	EXCAVACIONES PARA REDES	\$ 9,286,858
3	RELLENOS PARA REDES	\$ 178,652,755
4	GEOTEXILES	\$ 37,082,047
5	ENTIBADOS	\$ 263,378,933
6	TRANSPORTE DE MATERIAL SOBRANTE	\$ 140,862,689
7	CONCRETO PARA OBRAS DE RECUBRIMIENTO	\$ 394,156,357
8	TUBERÍAS	\$ 624,670,769
9	REDES MENORES	\$ 24,757,727
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 1,895,368,632</b>

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- 7.5 Finalmente, la Tabla 7-4 recopila los costos de cada red hidrosanitaria analizada y expone el costo total asociado al traslado de redes hidrosanitarias para el proyecto.

**Tabla 7-4. Costos directos totales de traslado de redes húmedas**

TRASLADO DE REDES HIDROSANITARIAS		
-----------------------------------	--	--

ITEM	DESCRIPCIÓN	VR/PARCIAL
1	TRASLADO DE REDES ALCANTARILLADO SANITARIO	\$ 8,279,032,770
2	TRASLADO DE REDES ALCANTARILLADO PLUVIAL	\$ 21,304,837,212
3	TRASLADO DE REDES MATRICES DE ACUEDUCTO	\$ 1,895,368,632
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 31,479,238,615</b>

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

- 7.6 El costo total del traslado y relocalización de todas las redes húmedas afectadas con la construcción de la SLMB, alcanza un monto igual a \$31,479,238,615.
- 7.7 El costo por kilómetro de línea de metro de \$1,947,436,418, donde este indicador para las redes de alcantarillado sanitario es de \$512,175,346/km, de \$1,318,005,698 para las redes de alcantarillado pluvial y de \$117,255,374/km para las redes matrices del acueducto.

## 8 Conclusiones

- 8.1 A partir del trazado en planta y altimetría definido para la SLMB, así como la ubicación de las estaciones proyectadas, se realizó el análisis de interferencias de redes húmedas a lo largo del corredor, considerando redes matrices de acueducto y redes troncales de alcantarillado pluvial y sanitario.
- 8.2 De este análisis, se identificaron 49 interferencias, de las cuales 18 de ellas implicaron relocalización de redes, las cuales fueron proyectadas y predimensionadas siguiendo la normatividad vigente de la EAAB.
- 8.3 Entre las interferencias relocalizadas, resalta las de la Avenida ALO, donde la SLMB rompe totalmente los esquemas de las redes, en especial la de los alcantarillados pluvial y sanitario, los cuales por encontrarse cerca de su entrega final requieren una modificación total de las cuencas existentes. Para el caso de las aguas residuales se transfieren áreas de los interceptores del Juan Amarillo al Interceptor del Río Bogotá, mientras que para las aguas pluviales se transvasan aguas de las cuencas de los humedales Juan Amarillo y Conejera al río Bogotá.
- 8.4 En la modificación del alcantarillado pluvial por las interferencias de la Avenida ALO, se proyectan tres nuevos sistemas de alcantarillado que conducen las aguas de escorrentía al pondaje Fontanar, rebasando ampliamente su capacidad actual de almacenamiento, por lo que se hace necesario la proyección de una estación de bombeo que disponga las aguas y volúmenes en exceso al río Bogotá directamente.
- 8.5 En relación con las restantes interferencias, generadas entre estaciones y redes, pues la SLMB es subterránea y no afecta las redes superficiales, el traslado se realiza por vías y corredores disponibles en las zonas de intervención del proyecto.
- 8.6 Aunque las líneas de alcantarillado y acueducto proyectadas como solución fueron diseñadas conforme con la normatividad de la EAAB para el diseño de redes, estas estarán sujetas a la evaluación minuciosa de esta misma entidad para determinar su viabilidad técnica en etapas posteriores del proyecto, cuando se conozcan con mayor detalle a partir de levantamientos topográficos las características de los sistemas hidrosanitarios existentes como lo son cotas de la tubería, profundidad de pozos, estado físico de estructuras hidráulicas, capacidades reales de estructuras y tuberías, topografía, etc.; pues en esta etapa de prefactibilidad se parte de la información del Sistema de Información Geográfica del Acueducto, la cual si bien es una excelente herramienta de trabajo, presenta inconsistencias y faltantes que inciden en el análisis de las interferencias.
- 8.7 Por otra parte y para contabilizar redes de drenaje en la línea propiamente, para el manejo del agua al interior de los túneles y estaciones, se estableció como solución la construcción de obras de drenaje conformadas por sistemas de alcantarillado a lo largo de la línea del metro, plantas de tratamiento primario de las aguas captadas y sistemas de bombeo en las 10 estaciones

subterráneas que se proyectan. Las características de estas obras se establecieron a partir del reconocimiento de mecanismos usuales de manejo de aguas subterráneas; sin embargo, cuando se reconozcan características hidrogeológicas del corredor en mayor detalle, se deberá llevar a cabo estudios de riesgo de inundación e infiltración que permitan dimensionar redes y requerimientos reales de los puntos de tratamiento y bombeo de agua.

- 8.8 Igualmente, y sólo para efectos de presupuesto, se han inventariado y contabilizado las redes menores de acueducto y locales de alcantarillado pluvial y sanitario, asumiendo su reemplazo en las mismas condiciones de la red existente.
- 8.9 Los costos de redes internas y de drenaje en estaciones, edificaciones y Patio taller se consideran dentro de los costos generales de construcción, por lo que no son evaluados dentro de este Estudio.
- 8.10 Para finalizar se resalta nuevamente y recomienda cuidadosos análisis en etapas futuras del proyecto de las interferencias de la red matriz de Tibitoc-Casablanca en la Avenida Boyacá (la cual no se afectó dentro de este Estudio), así como las interferencias en la Avenida ALO, las cuales modifican sustancialmente los esquemas de drenaje de la zona.

## 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

---

2

### Fecha

---

18-05-2021

