



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**



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

ALCALDÍA MAYOR

DE BOGOTÁ D.C.

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1860 DE 2021

MOVILIDAD



Instituto de Desarrollo Urbano

INFORME 2: REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN - RAI

GEOTECNIA

VERSION 2

BOGOTÁ, 2022 – marzo 31

 Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA	ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA.	 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
---	--	---

REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN - RAI

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 0	02/03/22	Emisión Inicial	38
Versión 1	22/03/2022	Atención a observaciones y adición de información proveniente de entidades	58
Versión 2	31/03/2022	Atención a observaciones	57
Versión 3	03/05/2022	Atención a observaciones IDU	57
Ruta almacenamiento			
Z:\P1674 - Regiotram SUR diseños\9.Trabajo\1.Tecnico\Informe 2. RAI\OBSERVACIONES IDU			

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Germán Tapia Especialista	Ing. Carlos Urdaneta Coordinador consultoría	Ing. Oscar Rico Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA




REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. Cristina Bastos de Cunha Especialista	Ing. Diotima Preciado Coordinador de Interventoría	Ing. Abraham Palacios Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
1. OBJETIVOS	6
1.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2. DESCRIPCIÓN DEL CONTRATO	7
3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	9
4.1 REGULACIONES LOCALES	9
5. INFORMACIÓN DE REFERENCIA DISPONIBLE	10
6. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	11
6.1. GEOLOGÍA REGIONAL	11
6.2. GEOLOGÍA LOCAL	17
6.3. DECRETO 523 DE 2010. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE BOGOTÁ	20
6.5. SONDEOS ALREDEDOR DEL CORREDOR	24
6.6. AMENAZAS NATURALES	30
6.7. ANTECEDENTES – IDIGER (CONCEPTOS TÉCNICOS, DIAGNÓSTICOS, CONCEPTOS DE AMENAZA RUINA)	33
7. VISITA DE CAMPO	36
8. INFORMACIÓN SOLICITADA A LAS ENTIDADES	40
9. CONCLUSIONES	57

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Localización del corredor Férreo del Sur	8
Figura 2. Esquema General – Sistemas Regiotram.....	9
Figura 3. Geología de la zona de estudio	12
Figura 4. Panorámica de fallas en el municipio de Soacha.....	15
Figura 5. Fallas geológicas a la altura del municipio de Soacha.....	16
Figura 6. Mapa geológico de la sabana de Bogotá con las principales estructuras geológicas	18
Figura 7. Geomorfología urbana en la ciudad de Bogotá D.C	19
Figura 8. Localización del trazado sobre la zonificación geotécnica de la MCZSB	21
Figura 9. Zonificación de la respuesta sísmica a lo largo del trazado	22
Figura 10. Curvas de recurrencia para PGA - Bogotá D.C	23
Figura 11. Sistema de consulta de la Amenaza Sísmica de Colombia para Soacha	24
Figura 12. Ejemplo de perfil estratigráfico obtenido en SISGEO.....	24
Figura 13. Localización de sondeos consultados alrededor del proyecto	29
Figura 14. Consulta de amenaza por remoción en masa e inundación.....	31
Figura 15. Amenaza por rompimiento de Jarillón	31
Figura 16. Consulta de amenaza por remoción en masa - Soacha	32
Figura 17. Consulta de amenaza por inundación - Soacha	32
Figura 18. Localización de consulta de antecedentes documentados por IDIGER	33
Figura 19. Zonificación de amenaza por remoción en masa en Conceptos Técnicos de IDIGER.....	35
Figura 20. Fotografías en el área de Soacha.....	37
Figura 21. Fotografías a en cercanías al río Tunjuelo.....	38
Figura 22. Fotografía cerca a la Av, primero de mayo.....	39
Figura 23. Fotografía en el barrio Primavera	40
Figura 24. Sondeos cercanos al trazado tomados en la microzonificación	42
Figura 25. Resultados de límite líquido y resistencia a la compresión confinada en sondeos	44
Figura 26. Localización de sondeos ejecutados en la microzonificación sísmica.....	45
Figura 27. Ensayos de límite líquido y resistencia a la compresión confinada en sondeos de la microzonificación sísmica	46
Figura 28. Localización de sondeos - Metro de Bogotá 1999 Consorcio PSI - AIM	47
Figura 29. Resultados de límite líquido y resistencia a la compresión confinada en perforaciones del Metro de Bogotá 1999, consorcio PSI - AIM.....	48
Figura 30. Datos del ensayo SPT en sondeos del Metro de Bogotá 1999, Consorcio PSI- AIM	49
Figura 31. Localización de estaciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá	50
Figura 32. Columna estratigráfica de la zona 1,6 en estudios del Metro de Bogotá.....	51
Figura 33. Columna estratigráfica de la zona 2,1 en estudios del Metro de Bogotá.....	52
Figura 34. Columna estratigráfica de la zona 2,2 en estudios del Metro de Bogotá.....	53

Figura 35. Cálculos de capacidad portante de cimentaciones superficiales realizados en estudios de prefactibilidad del Corredor Férreo del Sur	56
Figura 36. Cálculos de capacidad portante de pilotes realizados en estudios de prefactibilidad del Corredor Férreo del Sur	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de diseño MCZSB	22
Tabla 2. Coeficientes de diseño NSR-10	22
Tabla 3. Listado de proyectos consultados en SISGEO	25
Tabla 4. Sondeos recopilados del portal web SISGEO	25
Tabla 5. Consulta de conceptos emitidos por IDIGER	34
Tabla 6. Información solicitada a entidades	40
Tabla 7. Sondeos cercanos al proyecto empleados en la microzonificación con descripción de estratos	42
Tabla 8. Información geotécnica y de cimentaciones encontrada en algunos puentes sobre el trazado	54

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene la recopilación, revisión, verificación y análisis de información secundaria para el proyecto que tiene como objeto “ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FERROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA”, cumpliendo así con el entregable correspondiente según Anexo Técnico No 1 donde se describe:

“[e]l alcance se enfoca a la ejecución de actividades encaminadas a la recolección de información secundaria y primaria, de ser necesario, para hacer la caracterización desde las diferentes disciplinas de orden técnico, conducente a evaluar las alternativas de trazado del corredor férreo del sur”.

Como referencia básica para el desarrollo del presente informe se toma lo expuesto en los documentos suministrados (Estudios previos IDU-CMA-SGDU-061-2021 y Anexo Técnico No 1), donde se mencionan los diferentes procesos previos realizados, que contienen los antecedentes para el actual estudio.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo la consulta de las fuentes de información secundaria, que permitan lograr un conocimiento general sobre los rasgos geológicos y geotécnicos más relevantes a lo largo del trazado existente, que puedan influenciar significativamente la planeación y ejecución de los trabajos de campo, así como el diseño de las obras de geotecnia para el proyecto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las formaciones geológicas que se presentan a lo largo del trazado y sus alrededores y, con esto, los materiales predominantes.
- Identificar las principales estructuras geológicas alrededor de la zona en la cual se va a desarrollar el proyecto y establecer la influencia que estas pueden generar, así como la manera en la que pueden influir en el diseño de las obras geotécnicas.
- Conocer los perfiles estratigráficos que se han encontrado en cercanías al trazado existente durante el desarrollo de otras exploraciones geotécnicas para otros proyectos.
- Localizar el trazado existente sobre los mapas existentes de amenaza, microzonificación sísmica y planes de ordenamiento territorial.

- Investigar los antecedentes relacionados con amenazas naturales que puedan resultar relevantes para el diseño geotécnico del proyecto.

2. DESCRIPCIÓN DEL CONTRATO

Enmarcados en el contexto del Plan de Desarrollo “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”, adoptado mediante Acuerdo 761 del 11 de junio de 2020, el cual contempla en su artículo 15, el Programa 50. Red de metros que consiste en: “Definir la red de metros como el eje estructurador de la movilidad y de transporte de pasajeros en la ciudad, mediante el avance del ciclo de vida del proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB – Tramo 1 y realizar las actividades, estudios técnicos y contratar la ejecución de la Fase 2 de la PLMB. Realizar las intervenciones en espacio público para la conexión del Regiotram de Occidente con el sistema de transporte público de la ciudad. Apoyar con recursos técnicos, financieros y administrativos la estructuración de todos los proyectos férreos que permiten la integración regional, entre estos los proyectos Regiotram del Norte y Regiotram del sur”, el IDU, adelantó la contratación de LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA.

El INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU mediante RESOLUCIÓN NÚMERO 007702 DE 2021 DEL VEINTE (20) DEL MES DE DICIEMBRE DE 2021, adjudicó el proceso de Concurso de Méritos Abierto No. IDU-CMA-SGDU-061-2021, al proponente CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA, integrado por ARDANUY SUCURSAL COLOMBIA con NIT 900.517.810-4 (50% de participación), ARDANUY COLOMBIA SAS con NIT 900.616.686-1 (50% de participación), por un valor de CINCO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y NUEVE MILLONES SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS ONCE PESOS M/CTE (5.789.756.411,00), incluido IVA y demás impuestos y costos directos e indirectos a que haya lugar.

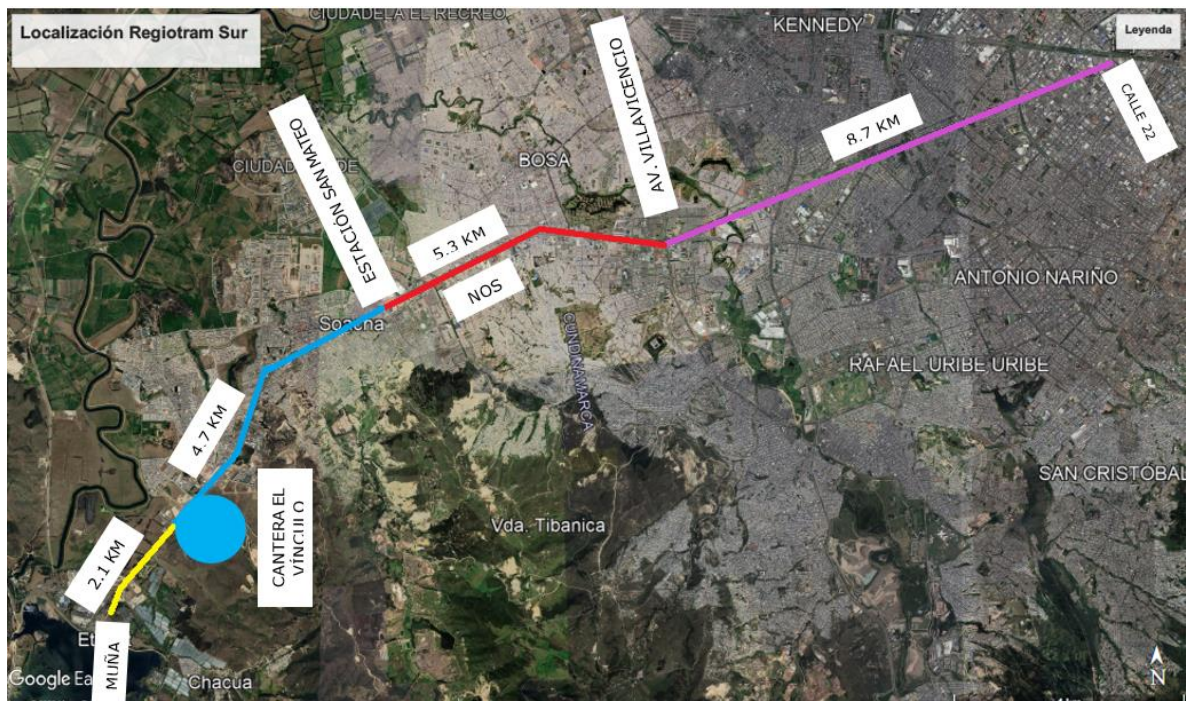
3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto por desarrollar se localiza en la región Bogotá – Cundinamarca, y corresponde al recorrido de corredor férreo del Sur, propiedad del Instituto Nacional de Vías, y cuya titularidad señala que el TRAMO FERREO BOGOTÁ – EL SALTO (CORREDOR DEL SUR) fue transferido por la Empresa Colombiana de Vías Férreas – FERROVÍAS al Instituto Nacional de Vías – INVÍAS, mediante la Escritura Pública No. 2380 otorgada el 11 de septiembre de 2007 en la Notaría 59 del Círculo de Bogotá.

Este proyecto por sus características impacta de manera positiva la población asentada en corredor de influencia Bogotá – Soacha, de tal manera que el Regiotram del Sur prevé con 15 estaciones extender la línea hasta el embalse del Muña, donde existe una zona de

industria pesada y de equipamientos importantes y, a futuro con la planta de tratamiento de Canoas, es el punto ideal para localizar el Centro de Intercambio Modal (CIM).¹

Figura 1. Localización del corredor Férreo del Sur



Fuente: Anexo 1. Anexo Técnico -Elaboración DTP-IDU

El proyecto de Regiotram del Sur en el Distrito, deberá conllevar al mejoramiento de las condiciones urbanas de las áreas aledañas al trazado ferroviario y se prevé que podrá tener 11 estaciones dentro del perímetro urbano de Bogotá y 4 estaciones en el área de la sabana sur de Bogotá, completando una longitud cercana a los 18 kilómetros de extensión, en cinco localidades del distrito:

- Los Mártires, Puente Aranda, Kennedy, Ciudad Bolívar y Bosa.

Igualmente se contextualiza la ubicación del proyecto de manera general dando del esquema general de Regiotram y su integración con otros proyectos de naturaleza similar.

¹1.2. Localización -Anexo 1 Anexo técnico

Figura 2. Esquema General – Sistemas Regiotram



Instituto de Desarrollo Urbano

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Perfil de proyecto “Tren de cercanías – Regiotram Sur - Sabana de Bogotá”
- Capítulos técnicos Consultoría Adenda 2
- Anexo 1 – Anexo técnico consultoría
- Estudios y diseños troncal Avenida 68
- Información básica predial de lotes afectados: IDU, entrega de información alfanumérica solicitada a Catastro Distrital. Bases alfanuméricas y gráficas de Bogotá.

4.1 REGULACIONES LOCALES

- Decreto 555 del 2021 por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá.

- Decreto 523 de 2010 - Microzonificación Sísmica de Bogotá.
- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes del Ministerio de Transporte CCP-2014 Resolución 108 de 26 de enero de 2015 o el que se encuentre vigente.
- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR/10 Ley 400 de 1997 Decreto 926 de 2010, aplicado a edificaciones verticales y estaciones de sistemas de transporte y/o taquillas.
- Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C. – ET-IC_01 adoptado mediante resolución 010910 de 2019, o las que se encuentren vigentes a la fecha de inicio del contrato.
- Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras 2013 – INVÍAS.
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2013 – INVÍAS.
- Manual de Diseño de Cimentaciones Superficiales y Profundas para carreteras 2012_INVIAS.
- Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres, y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres, y se dictan otras disposiciones.

5. INFORMACIÓN DE REFERENCIA DISPONIBLE

La información de referencia disponible, a la cual se pudo acceder, y se realizó el respectivo análisis, se lista a continuación:

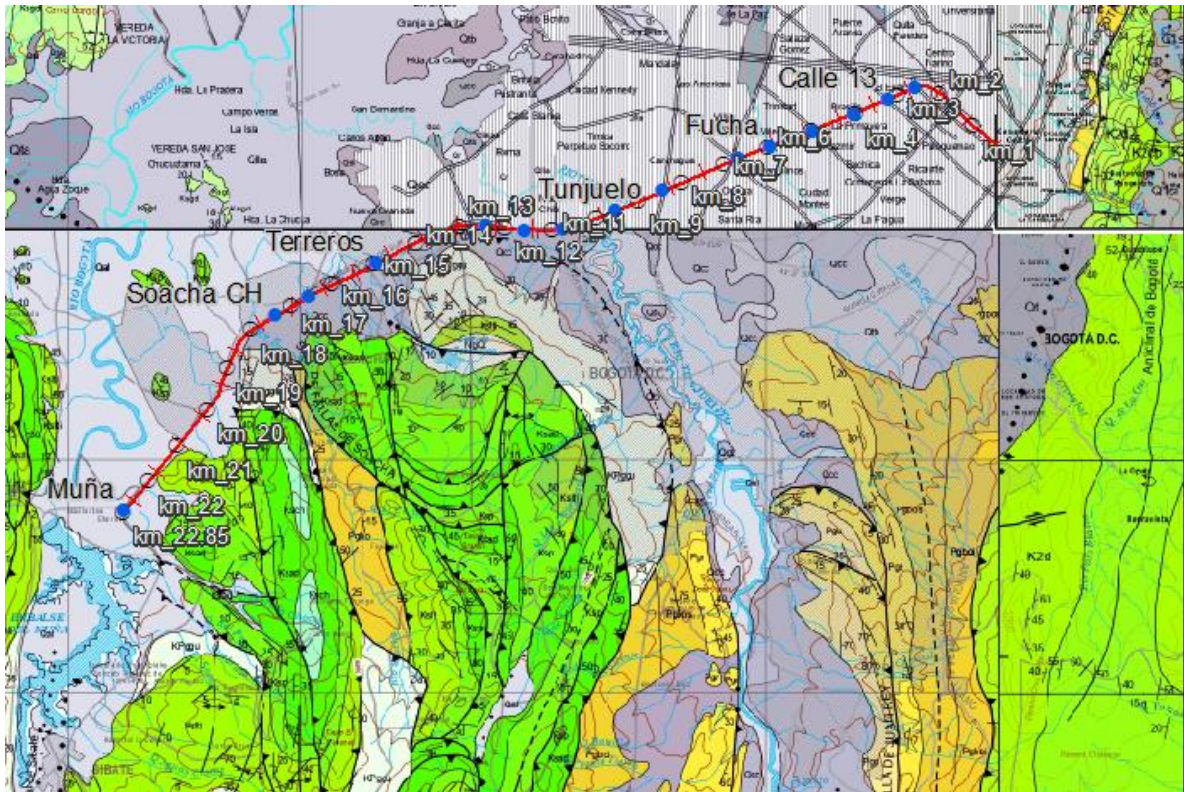
- Decreto 523 de 2010, Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C y mapas de zonificación geotécnica y respuesta sísmica.
- Estudio general de Amenaza sísmica de Colombia 2009 (INGEOMINAS).
- Acuerdo y mapas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá 2020.
- Cartografía base a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para Bogotá y Soacha.
- Cartografía geológica regional y memorias explicativas a escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano.
- Diagnósticos técnicos, conceptos Amenaza Ruina, conceptos de legalización, regularización y actualización vigente de amenaza para desarrollos, manzanas, predios, zonas de cesión, conceptos para planes parciales.
- Ortofotos de la ciudad de Bogotá.
- Información georreferenciada de la Ingeniería de Datos Espaciales del Distrito Capital IDECA.
- Información georreferenciada de la Ingeniería Colombiana de Datos Espaciales ICDE.
- Modelos digitales de elevación con resolución de 30m.
- Columnas estratigráficas provenientes de sondeos realizados en otros estudios geotécnicos.

6. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

6.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El entorno geológico dentro del cual se desarrolla el proyecto se puede consultar a partir de la información reflejada en los mapas geológicos y memorias explicativas de las planchas 227, 228, 246 y 247 del Servicio Geológico Colombiano, en escala 1:100.000; allí es posible identificar las formaciones geológicas existentes en la zona de estudio, así como los rasgos estructurales más importantes, como fallas, plegamientos, rumbos y buzamientos predominantes de las rocas.

A partir del estudio de la cartografía geológica, se puede identificar que el trazado en su totalidad se encuentra localizado sobre depósitos cuaternarios, en su mayoría de origen aluvial (conos, terrazas y llanuras); como se puede observar, en la zona hay corrientes hídricas importantes, como el río Bogotá, río Tunjuelo y río Fucha, con sus respectivos afluentes. Hacia el sur, después del km 15, cerca de Soacha comienzan a aflorar algunas formaciones del Cretáceo Superior y del Paleoceno cercanos a la zona donde se tiene previsto que pase el corredor férreo; lo anterior permite inferir dos cosas: en primer lugar, hasta el km 15, el proyecto se encontrará sobre depósitos aluviales cuaternarios que posiblemente no se encuentren suprayaciendo ningún material rocoso o más competente hasta varios metros por debajo de la superficie (más adelante se verá que de acuerdo con la Microzonificación Sísmica, estos depósitos pueden alcanzar profundidades hasta de 200 m). Por otra parte, después del km 15, esta zona se encuentra más asociada al municipio de Soacha, después de cierta profundidad, posiblemente se comience a encontrar materiales relacionados con las rocas de las formaciones del Cretácico que se encuentran al frente del trazado; lo anterior, influirá directamente sobre los cálculos de capacidad portante, asentamientos y análisis de potencial de licuación a realizar.

Figura 3. Geología de la zona de estudio

Fuente: Servicio Geológico Colombiano

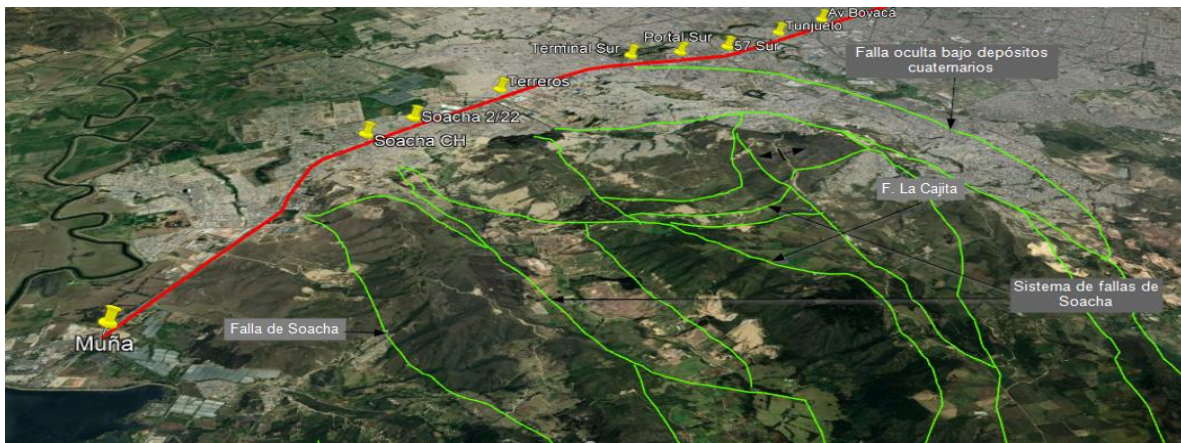
También se puede identificar el sistema de fallas de Soacha, que se encuentra plegando estas rocas, creando pequeños anticlinales. Como se puede observar, algunas fallas de la zona se encuentran cubiertas por los depósitos cuaternarios de los cuales se ha hecho mención; otras fallas geológicas en la zona son la Falla de Bogotá y Falla de Juan Rey, y estructuras importantes como el Anticlinal de Bogotá y el Anticlinal de Usme, que, a pesar de destacarse a nivel regional, no tienen asociada una actividad sísmica importante, y no se ve que puedan afectar al proyecto de alguna manera. A continuación, se hace una recopilación de las descripciones encontradas en las memorias explicativas de estas planchas, respecto a las formaciones geológicas presentes en la zona (sólo se mencionan las que aparecen en la cartografía) y las estructuras más representativas de la región. Cabe mencionar que otros estudios en la zona, como los Planes de Ordenamiento y Manejo de Aguas POMCA's, o el análisis de geología y geomorfología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa en el municipio de Soacha, toman como base la información a la que se está haciendo mención.

- **Formación Sabana:** Esta unidad se encuentra disectada por el río Bogotá y sus afluentes. Agrupa los “depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos, en los valles que desembocan en ellas, y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera”. La Formación Sabana consiste principalmente de arcillas lacustres y hacia los márgenes de la cuenca de Bogotá se incrementan las intercalaciones de arcillas orgánicas, turbas arcillas arenosas y arenas arcillosas. En la parte central de la Sabana de Bogotá, la Formación Sabana está constituida principalmente por arcillas, mientras que hacia el sector de Chía-Cota se encuentran (hacia el techo) intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas relacionadas con sedimentos de los ríos Frío y Bogotá; en la parte más Norte del valle de Sopó-La Calera se encuentran intercalaciones de turba y arenas arcillosas al tope de la formación (Helmens, 1990).
- **Formación Labor y Tierna – Kslti:** Como unidad superior del Grupo Guadalupe, constituye la mayor parte de los cerros que bordean la Sabana de Bogotá. Consta de tres conjuntos: Uno inferior conformado por areniscas cuarzosas, de color gris claro, de poco espesor, de grano fino a medio, ligeramente friables; un conjunto intermedio donde predominan arcillolitas y limolitas silíceas, y un conjunto superior constituido por areniscas cuarzosas, de color gris claro, grano medio a grueso, con estratificación cruzada, moderadamente friables, y en estratos de 0,2 metros a 3,0 metros de espesor. El espesor total de la unidad es variable, así para la región Suroriental de Bogotá oscila entre 235 metros y 290 metros, mientras que para la región Occidental y Noroccidental oscila entre 166 metros y 300 metros. Se considera que se depositó en un ambiente litoral durante el Maastrichtiano temprano a medio. Es importante como acuífero y proporciona la mayor parte de la llamada “arena de peña” para la construcción.
- **Formación Arenisca Dura – Ksad:** Unidad litoestratigráfica que reposa concordante y transicionalmente sobre una unidad monótona de lutitas fisiles y grises de la Formación Chipaque y que es suprayacida por una secuencia monótona de arcillolitas y liditas de la Formación Plaeners. La sección tipo se localiza en el cerro El Cable (Oriente de Bogotá), con un espesor de 449 m y está subdividida en 8 conjuntos constituidos por un 63,8% de areniscas y un 36,2% de limolitas, arcillolitas y liditas. Se reconoce por su morfología abrupta y, en el Sur, constituye los anticlinales de Soacha, Mochuelo y San Miguel. También se encuentra en los alrededores del embalse del Muña, en donde se presenta como una sucesión de areniscas, finas y muy finas. La Formación Arenisca Dura, presenta variaciones de espesor y de facies. En la sección más Oriental presenta un espesor de 407 metros (carretera Guasca – Sueva) y su composición es de arena-lodo y sílice de 70,4:29,6, mientras que al Occidente en la carretera que conduce a Tabío-Subachoque, presenta un espesor de 320 metros y una composición de arena-lodo y sílice de 90,6:9,4. En los alrededores del embalse del Muña – Sibaté, esta formación está constituida por areniscas de cuarzo, grano fino a muy fino, grises claras a oscuras, en capas delgadas a muy gruesas, plano paralelas y no paralelas, onduladas, con delgadas y esporádicas intercalaciones de lodolitas y limolitas de cuarzo.

- **Formación Conejo – Kscn:** Descrita como una secuencia de lutitas que infrayacen rocas de las formaciones Arenisca Dura y Plaeners que afloran en la plancha 191-Tunja. Esta unidad se presenta en las partes Norte, Noroeste, Centro Occidente y Sur de la Sabana de Bogotá. Litológicamente la Formación Conejo está constituida por lutitas grises oscuras a negras, ocasionalmente calcáreas, con intercalaciones delgadas de areniscas de grano fino, calizas, arcillolitas calcáreas, limolitas silíceas y margas. La Formación Conejo presenta un espesor variable, el cual para la parte aflorante en el anticlinal de Bogotá es de 130 m y para el anticlinal de Cheba (Sur de Bogotá) es de 205 m. La unidad se depositó en un ambiente marino poco profundo y se considera de edad Coniaciano - Santoniano.
- **Formación Chipaque – Ksch:** La formación Chipaque se encuentra limitada en su base por la Formación Une y en su techo por la Formación Arenisca Dura. Aflora generando valles amplios, y está compuesta principalmente por una sucesión de lodolitas negras, en capas delgadas, con impresiones de amonitas y una capa de carbón hacia la parte inferior; esta sucesión presenta esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo, finas micáceas, blancas y negras, con cemento silíceo en capas medias y gruesas, con estratificación interna ondulosa y capas delgadas de caliza. El espesor total de la unidad, estimado en cortes geológicos es de 900 m.
- **Formación Bogotá – Pgbo:** Se delimita la unidad en la sección expuesta al Este de la ciudad de Bogotá, entre la base de la Arenisca de El Cacho y la base de la Arenisca de La Regadera. Aflora en el valle del río Tunjuelo y al Sur del Municipio de Soacha, en el valle del río Soacha. Esta unidad se divide en dos partes, una inferior que consta de una secuencia alternante de lodolitas rojas y arenitas líticas y feldespáticas, medias y gruesas, levemente conglomeráticas, grises oscuras y verdosas, en capas gruesas a muy gruesas, convergentes. La parte superior, aunque se presenta cubierta en un alto porcentaje, está conformada por una sucesión monótona de arcillolitas rojas, las cuales sirven como materia prima para las ladrilleras.
- **Formación Guaduas – Kpggu:** Limitada en su parte inferior por la primera arenisca perteneciente al Grupo Guadalupe y en la parte superior por la Arenisca de El Cacho. La Formación Guaduas aflora dentro del Sinclinal de Usme y genera amplios valles separados por pequeñas cuchillas; la Formación Guaduas se puede dividir en tres niveles: uno inferior, con un espesor de 70 m, constituido por arcillolitas grises amarillentas, con intercalaciones de areniscas de cuarzo, finas, en capas medias a muy gruesas, suprayacido por una secuencia alternante de limolitas de cuarzo, en capas delgadas a medias y arcillolitas grises oscuras. La parte media está constituida por areniscas de cuarzo, finas a gruesas, en capas muy gruesas, plano paralelas a ondulosas, con intercalaciones de arcillolitas grises oscuras y amarillentas. Y la parte superior consta de lodolitas rojas, con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo. En este sector no se observa carbones en la unidad. El espesor total de esta formación, estimado en cortes geológicos, es de 500 m.

- **Formación Tilatá – NgQt:** La formación Tilatá aflora en el tramo del Salto del Tequendama al embalse del Muña, donde se presenta como un depósito subhorizontal sobre formaciones cretácicas y paleógenas; está constituida por areniscas conglomeráticas, blancas, mal seleccionadas, semiconsolidadas, en capas gruesas, cuneiformes y onduladas, con intercalaciones de conglomerados con cantos de areniscas, redondeados a subangulares, de hasta 5 cm de diámetro, mal seleccionados y semiconsolidados, y arcillolitas blancas, plásticas, con algunos gránulos y arena gruesa dentro de estas; constantemente la unidad se presenta fuertemente tectonizada.

Figura 4. Panorámica de fallas en el municipio de Soacha



Fuente: Adaptado de Google Earth

Estructuralmente, se destacan las siguientes fallas geológicas:

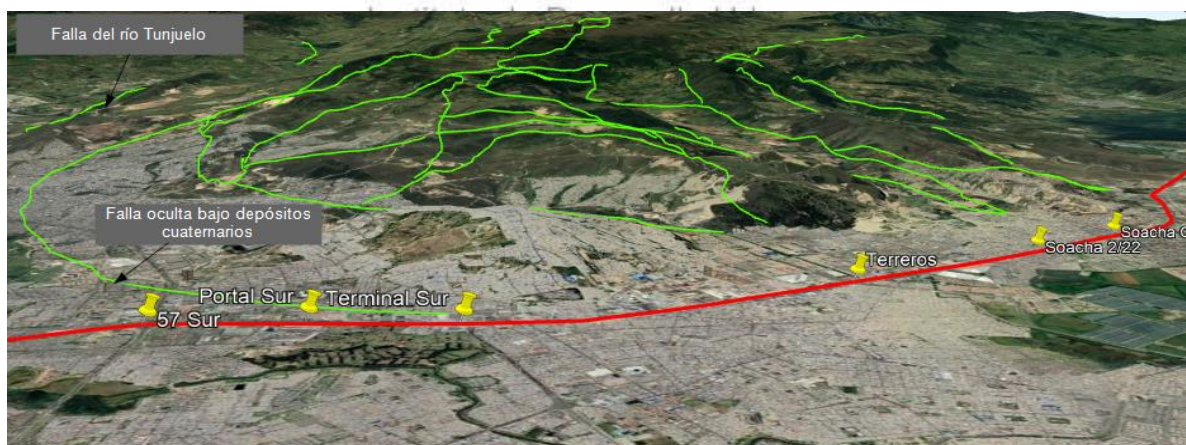
- **Sistema de fallas de Soacha:** Desde el kilómetro 12, hacia el costado Oriental del trazado, comienzan a manifestarse fallas asociadas al sistema de fallas de Soacha. Existe una falla oculta bajo los depósitos cuaternarios, a la altura del terminal del Sur.

Este sistema está localizado al Oriente de la Falla de Sibaté hasta el flanco oriental del Anticlinal de Mochuelo y que involucra además el anticlinal de Soacha y el sinclinal del mismo nombre; está conformado por varias fallas que generan un bloque levantado muy fragmentado con pliegues discontinuos tumbados y con ejes oblicuos. En este sistema se destacan las fallas con dirección Norte-Sur como la de Cajitas y Sibaté y Nor-Oeste como la de Santa Bárbara.

- **Falla de Cajitas:** La Falla Cajitas entra a la sabana bordeando el flanco oriental del sinclinal de Soacha, con un comportamiento inverso de vergencia al Occidente, colocando a las formaciones Labor-Tierna, Plaeners y Arenisca Dura, sobre la Formación Guaduas; de Soacha hacia el Norte, queda cubierta por los depósitos cuaternarios de la Sabana.

- Falla de Sibaté: Se asigna este nombre a la falla localizada al Oriente de la población de Sibaté y marca un cambio morfológico en el contacto del anticlinal de Soacha con el sinclinal de Sibaté. De la localidad de Soacha hacia el Sur tiene un rumbo N10° W, pero hacia el Sur frente a la localidad de Sibaté se bifurca, su trazo principal toma un rumbo N45° E y el segundo N10° E. Se comporta como una falla inversa con vergencia al Occidente, y coloca rocas de la Formación Arenisca Dura o de la Formación Plaeners sobre rocas de la Formación Labor – Tierna o repite esta última. Al Norte de Soacha puede continuar por debajo de los depósitos cuaternarios de la Sabana.
- Falla de Santa Bárbara: Esta localizada al Suroccidente de la Sabana, en la región de Mondoñedo y Soacha y su identificación se logra dentro de las unidades del grupo Guadalupe. El trazo de esta falla tiene una dirección Suroriente Noroeste y presenta un movimiento trascurrente sinextral, se observa en la localidad de Soacha (parte Norte del anticlinal de Soacha), hasta encontrarse con las fallas de Cajitas y afecta al anticlinal de Mochuelo.
- **Falla del río Tunjuelo:** La falla sigue aproximadamente el curso del río Tunjuelito, con un rumbo general de N50° E y un plano inclinado al Occidente; afecta el contacto entre las unidades Regadera y Usme. Está ubicada dentro del sinclinal de Usme, desde el embalse de la Regadera hasta la localidad de Usme, igualmente no se observa una clara afectación de las unidades geológicas afectadas (Regadera y Usme), por lo que su salto no sería muy importante; no obstante, dentro del estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá, reporta indicios moderados de actividad neotectónica, frente a la localidad de Usme.

Figura 5. Fallas geológicas a la altura del municipio de Soacha



Fuente: Adaptado de Google Earth

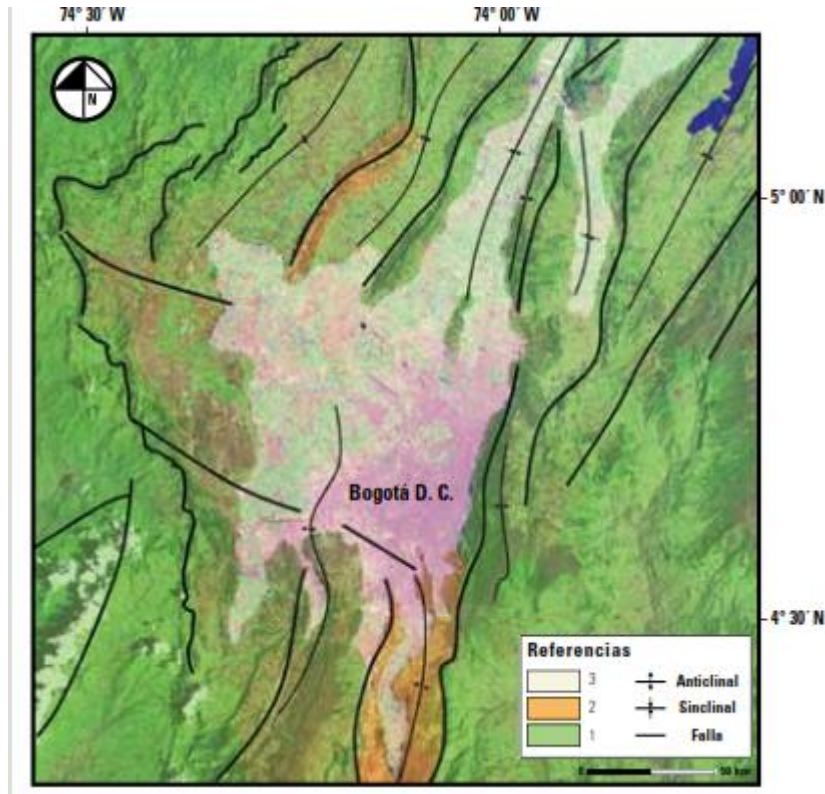
- **Falla de Bogotá:** La Falla de Bogotá bordea los cerros orientales de la Sabana (Monserrate y Guadalupe) y se extiende desde el Páramo de Sumapaz al Sur de la Sabana hasta el Norte de la ciudad de Bogotá y probablemente continué más al Norte fosilizada por los depósitos cuaternarios. Esta falla presenta un rumbo general N100° E y es inversa con vergencia al Occidente; desde el sector de Usme hasta Usaquén, el salto va disminuyendo progresivamente, es así como al Sur cabalgan rocas de la Formación Labor-Tierna sobre rocas de la Formación Bogotá (Usme) y luego sobre las formaciones Cacho y Guaduas hasta desaparecer las evidencias de la falla. En el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, 1996), no se encontraron indicios de actividad reciente, por lo que fue catalogada como de actividad incierta.

6.2. GEOLOGÍA LOCAL

A continuación, se hace un breve resumen de la geología de la sabana de Bogotá.

La Sabana de Bogotá es una cuenca sedimentaria ubicada sobre una serie de anticlinales y sinclinales con rumbo N-NE, destacándose entre estos los anticlinales de Bogotá, Soacha y Sopó, y los sinclinales de Sisga, Subachoque, Suesca, río Frío, Usme y Zipaquirá. En el área metropolitana de Bogotá, estas estructuras solo se presentan hacia los cerros, dejando aflorar diferentes unidades estratigráficas, compuestas por rocas sedimentarias que abarcan, en tiempo geológico, desde el Cretáceo Superior hasta el Paleógeno Inferior, las cuales constituyen el basamento de la cuenca; rellenando de manera parcial estas, se presenta una sucesión de sedimentos de tipo fluvial y lagunar que abarcan, en tiempo geológico, el lapso Mioceno Superior - Holoceno. Esta sucesión sedimentaria conforma la Sabana de Bogotá. En la base de esta sucesión afloran sedimentos de origen fluvial denominados formación Tilatá, los cuales están compuestos por arenas y gravas con diferentes episodios de aportes fluviales derivados de ríos trenzados y con alta energía.

Figura 6. Mapa geológico de la sabana de Bogotá con las principales estructuras geológicas

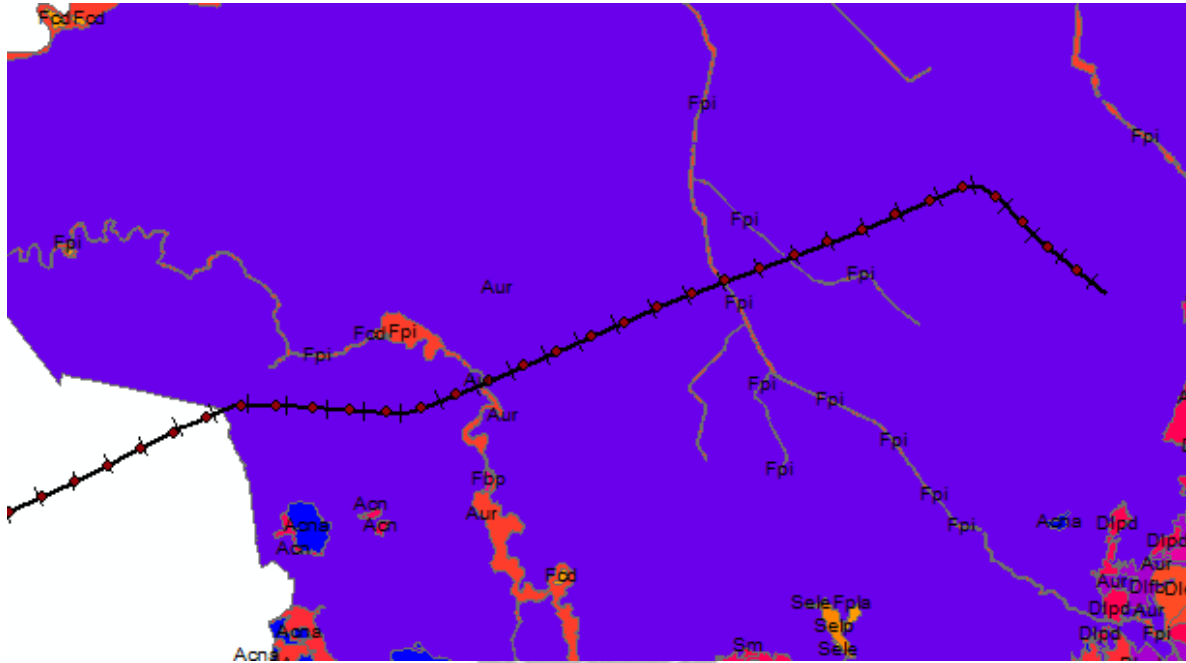


Fuente: Gómez & Otros (2015)

DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

6.2.1. GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo con la geomorfología urbana, el trazado se encuentra sobre una zona denominada como “zona urbanizada”, en donde las geoformas se han alterado a un punto tal que no se le puede aplicar una clasificación y una nomenclatura. Se observan en pequeños tramos, áreas correspondientes a áreas de inundación “Fpi”, asociados al río Tunjuelo y el río Fucha.

Figura 7. Geomorfología urbana en la ciudad de Bogotá D.C

Fuente: datosbogota.gov.co

El área correspondiente al municipio de Soacha se ubica sobre la vertiente Occidental de los cerros de la parte Sur de la Sabana de Bogotá, localizada hacia el centro de la Cordillera Oriental, cuyo levantamiento definitivo se inició hace aproximadamente 4 millones de años, generando un relieve irregular, montañoso, de origen estructural. Las geoformas de origen estructural generaron en la región donde se ubica el municipio de Soacha, un relieve montañoso dominado principalmente por pendientes estructurales y fallas, cuya expresión está claramente definida por escarpes, facetas, quiebres de pendiente y silletas.

En la Era Cuaternaria, la resistencia de las capas de roca, principalmente de arenisca, se vio afectada por cambios climáticos acentuados, que modificaron el paisaje, dando lugar al desgaste de las crestas montañosas, suavizándolas y redondeándolas, generando a su vez procesos erosivos y movimientos en masa, los cuales contribuyeron al modelado de la superficie terrestre. Durante este proceso se generaron nuevas geoformas de origen denudativo y agradacional. En la parte plana, los procesos de erosión pluvial y depositación fluvio lacustre, dieron origen a geoformas que ocupan extensas zonas planas, (vereda Bosatama, Canoas y casco urbano de Soacha). De otra parte, la actividad antrópica, especialmente las actividades minera, agrícola y urbanización espontánea, modificaron en forma sustancial la morfología del paisaje natural, generando nuevas formas y nuevos procesos que modifican constantemente el terreno y muchas veces se convierten en amenazas para sus habitantes.

En el municipio de Soacha, se destacan tres tipos de morfología:

- Sectores montañosos con predominio de pendientes altas, donde afloran principalmente rocas del Cretáceo y del Terciario, pertenecientes al Grupo Guadalupe y a la Formación Guaduas, respectivamente localizadas hacia el Oriente de la zona y algunos cerros aislados al Occidente.
- Zonas suavemente inclinadas a planas, donde se tienen básicamente depósitos Cuaternarios de distinto origen, pero especialmente de origen fluviolacustre, asociados con la actividad de los ríos Bogotá, Soacha y Tunjuelito, y con antiguas lagunas que ocuparon la Sabana de Bogotá (INGEOMINAS, 2004). Estas geoformas se presentan al Suroccidente y Noroccidente del casco urbano. En esta zona se encuentra el trazado del proyecto.
- Zonas asociadas a actividad antrópica, sobre los anteriores paisajes, que han generado geoformas recientes, especialmente relacionadas con la actividad minera sobre la zona montañosa al Oriente. También se presentan explanaciones, cuerpos artificiales de agua, canales y rellenos al Occidente sobre la zona plana, asociadas con la actividad ganadera y procesos de urbanización.

6.3. DECRETO 523 DE 2010. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE BOGOTÁ

Se localizó el trazado preliminar sobre los mapas de la microzonificación sísmica de Bogotá (2010), lo cual permitió obtener las zonas geotécnicas dentro de las cuales se desarrollará el proyecto, así como la respuesta sísmica y, a su vez, los coeficientes para la elaboración de los espectros sísmicos de respuesta.

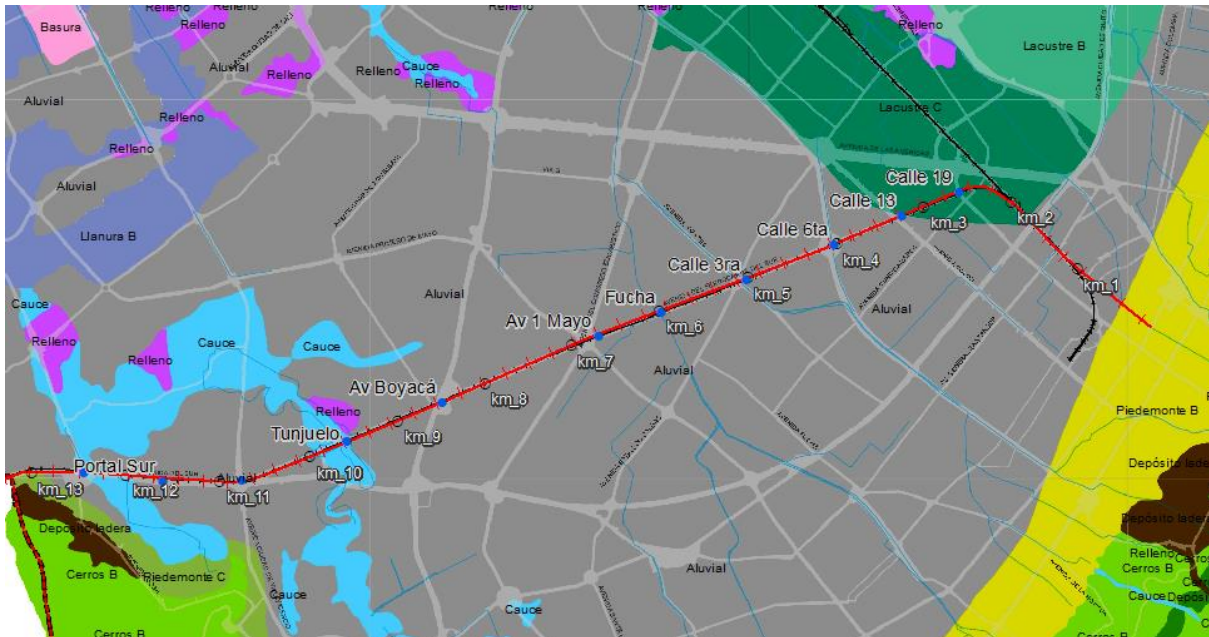
- **Zonificación geotécnica:** De acuerdo con el mapa de zonificación geotécnica, el trazado pasa por tres unidades:

Aluvial: Corresponde a terrazas aluviales bajas y complejos de conos aluviales; está conformado por suelo aluvial grueso a medio, principalmente de arenas arcillosas sueltas a compactas; son suelos de mediana a alta capacidad portante poco compresibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a cielo abierto.

Lacustre C: Corresponden a suelos lacustre-aluvial de planicie, conformados por arcillas arenosas firmes. Son suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles.

Cauce: Asociados a causas activos, se encuentran en zonas de piedemonte y planicie, conformados principalmente por gravas arenosas sueltas a compactas. Son suelos de mediana capacidad portante, susceptibles a licuación y problemas de estabilidad de taludes.

Figura 8. Localización del trazado sobre la zonificación geotécnica de la MCZSB



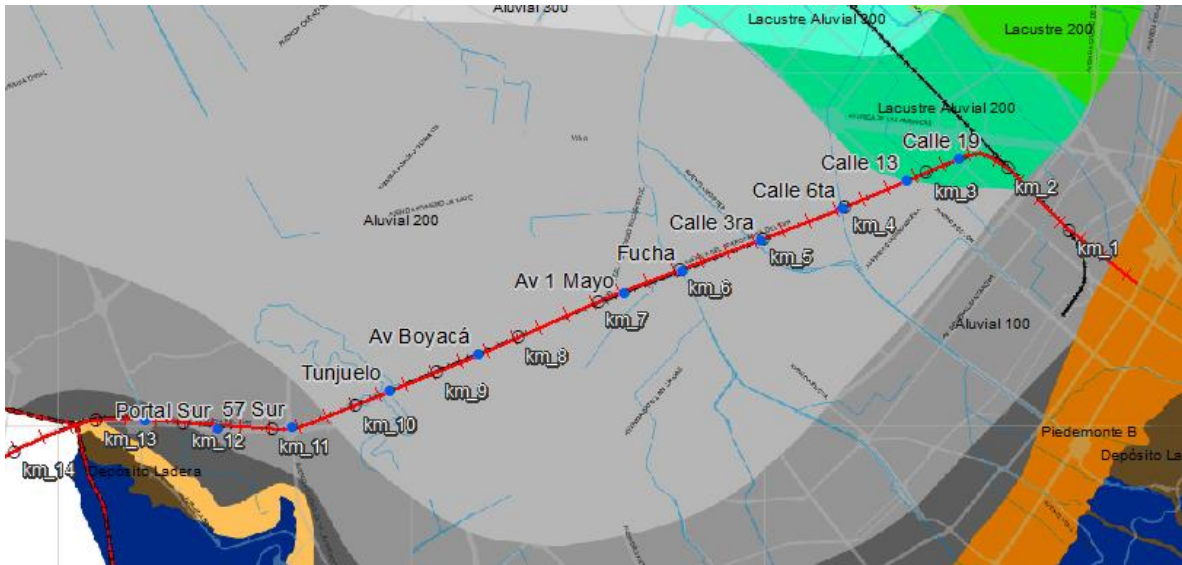
Fuente: Microzonificación sísmica de Bogotá D.C

Como se puede ver en la Figura 8, la mayoría del trazado se encuentra sobre la unidad “Aluvial”, y aproximadamente 1,5 km sobre la unidad “Lacustre C”; en estos 1,5 km, las principales características corresponden a suelos de alta compresibilidad, mientras que, en el resto del trazado, los suelos pueden ser potencialmente licuables y presentar problemas de estabilidad de taludes y de excavaciones.

Respuesta sísmica

De acuerdo con la clasificación de respuesta sísmica, el trazado pasa a través de 4 zonas: Aluvial-50, Aluvial-100, Aluvial-200 y lacustre aluvial-200.

Figura 9. Zonificación de la respuesta sísmica a lo largo del trazado



Fuente: Microzonificación sísmica de Bogotá D.C

A continuación, se muestran los coeficientes de respuesta sísmica para la construcción del espectro de respuesta para un periodo de retorno de 475 años:

Tabla 1. Coeficientes de diseño MCZSB

Zona	Fa (475)	Fv (475)	TC (s)	TL (s)	Ao (475) (g)
Aluvial-50	1,35	1,8	0,85	3,5	0,20
Aluvial-100	1,20	2,1	1,12	3,5	0,18
Aluvial-200	1,05	2,1	1,28	3,5	0,16
Lacustre Aluvial-200	1,10	2,8	1,63	4,0	0,17

6.4. ESTUDIO GENERAL DE AMENAZA SÍSMICA PARA COLOMBIA

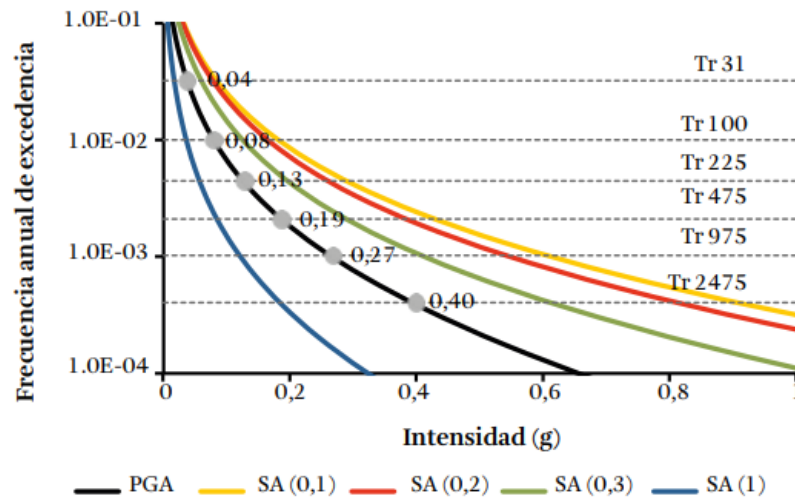
Para las zonas que se encuentran por fuera de la microzonificación sísmica de Bogotá, se asignan los coeficientes de aceleración establecidos en el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (INGEOMINAS, 2009), los cuales se resumen a continuación:

Tabla 2. Coeficientes de diseño NSR-10

	Aa	Av	Zona de amenaza sísmica
Bogotá D.C	0,15	0,2	Intermedia
Soacha	0,15	0,2	Intermedia

Estos parámetros se encuentran vigentes, y son los que recoge actualmente la NSR-10. Sin embargo, en vista de que esta norma está en proceso de actualización, es posible que, en fases posteriores, estos coeficientes cambien, por tal razón, se hizo la consulta del modelo general de Amenaza Sísmica de Colombia, a cargo del Servicio Geológico Colombiano, publicado en el año 2020. En este documento, el valor de A_a cambia de 0,15 a 0,19 como se muestra en la Figura 10 de los espectros de amenaza uniforme para Bogotá, para un periodo de retorno de 475 años.

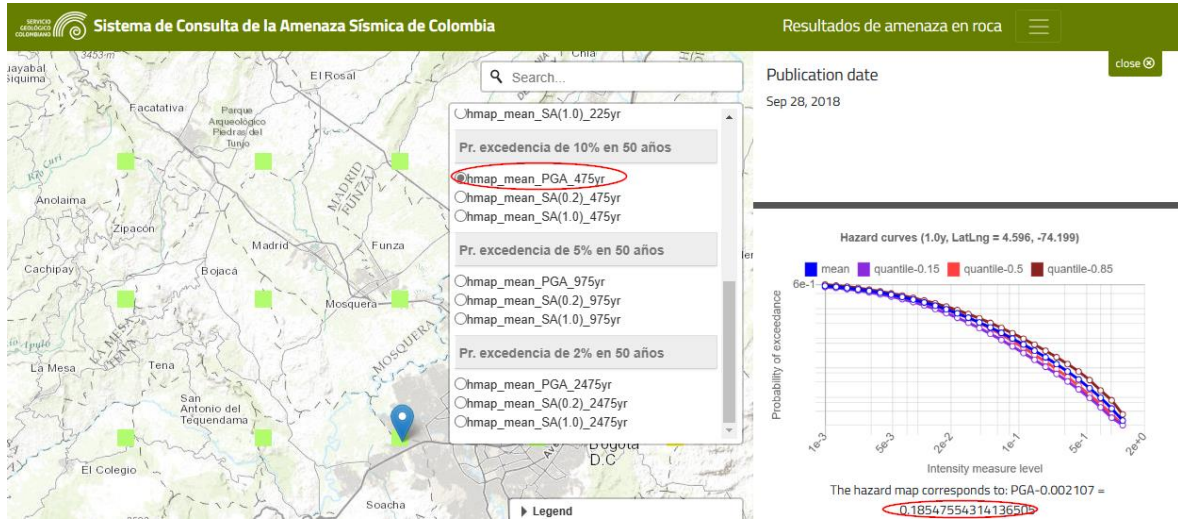
Figura 10. Curvas de recurrencia para PGA - Bogotá D.C



Fuente: Modelo General de Amenaza Sísmica para Colombia - SGC

Del mismo modo, para el municipio de Soacha, se hizo la consulta en el Sistema de Consulta de la Amenaza Sísmica de Colombia, del Servicio Geológico Colombiano, encontrando un valor similar.

Figura 11. Sistema de consulta de la Amenaza Sísmica de Colombia para Soacha

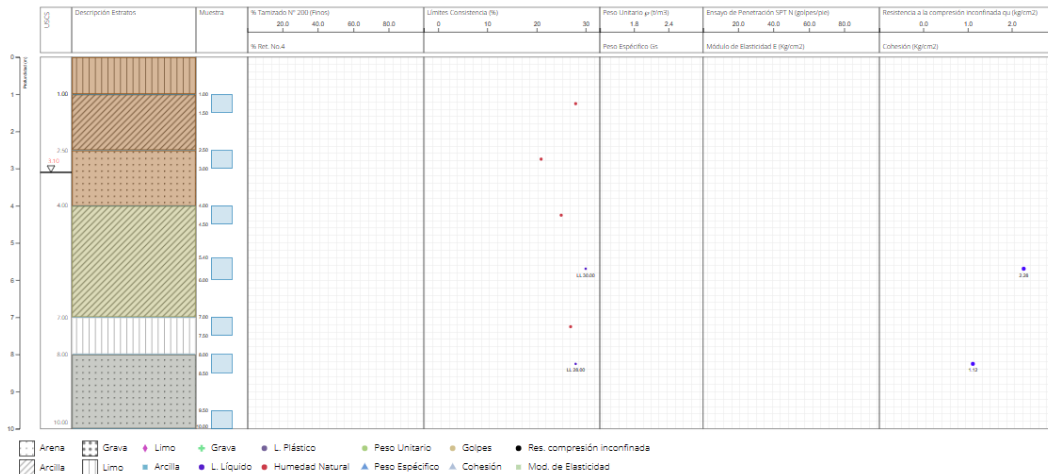


Fuente: <https://amenazasismica.sgc.gov.co>



6.5. SONDEOS ALREDEDOR DEL CORREDOR

Con el objetivo de complementar la información proveniente de la cartografía geológica disponible, se consultó el portal SISGEO, de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en donde se cuenta con las columnas estratigráficas asociadas a sondeos geotécnicos realizados en el desarrollo de otros proyectos. La Figura 12 muestra la información disponible para cada sondeo en el portal.

Figura 12. Ejemplo de perfil estratigráfico obtenido en SISGEO



Fuente: SISGEO

 <p>Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA</p>	<p>ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA.</p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	--	--

Cada uno de estos sondeos ofrece información sobre la estratificación, límites de consistencia, resistencia a la compresión confinada y profundidad del nivel freático.

Los proyectos consultados se listan en la Tabla 3, y sus respectivos sondeos se descargaron en el anexo 1.

Tabla 3. Listado de proyectos consultados en SISGEO

Listado de Proyectos consultados
<ul style="list-style-type: none"> - PARQUE NACIONAL - CASABLANCA - SECTOR CENTRO NARIÑO CASABLANCA - C.C.A. CASINO BODEGA No.15 ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES - MOLINOS SAN LUIS ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES - COLECTOR CARTAGENITA - URBANIZACION TORREMOLINOS SUPERMANZANA 1 - INTERSECCIONES VIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTA - URBANIZACION "LA ALEJANDRA" - URBANIZACION VILLA DEL RÍO - RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3 - CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA - LINEA EXPRESA A CAZUCA - URBANIZACION GECOLSA - BOX CULVERT-EMISARIO FINAL ISMAEL PERDOMO - MURO DE CONTENCION CEMENTERIO EL APOGEO - LINEA ABASTESIMIENTO SOACHA - SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO URBANIZACION NUEVO COLON SOACHA - PORTAL DE CASALINDA SOACHA - MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SANTA FE DE BOGOTÁ

Los sondeos analizados se recogen en la tabla, y se muestran en la Figura 13, como se puede ver, se seleccionaron los más cercanos al corredor.

Tabla 4. Sondeos recopilados del portal web SISGEO

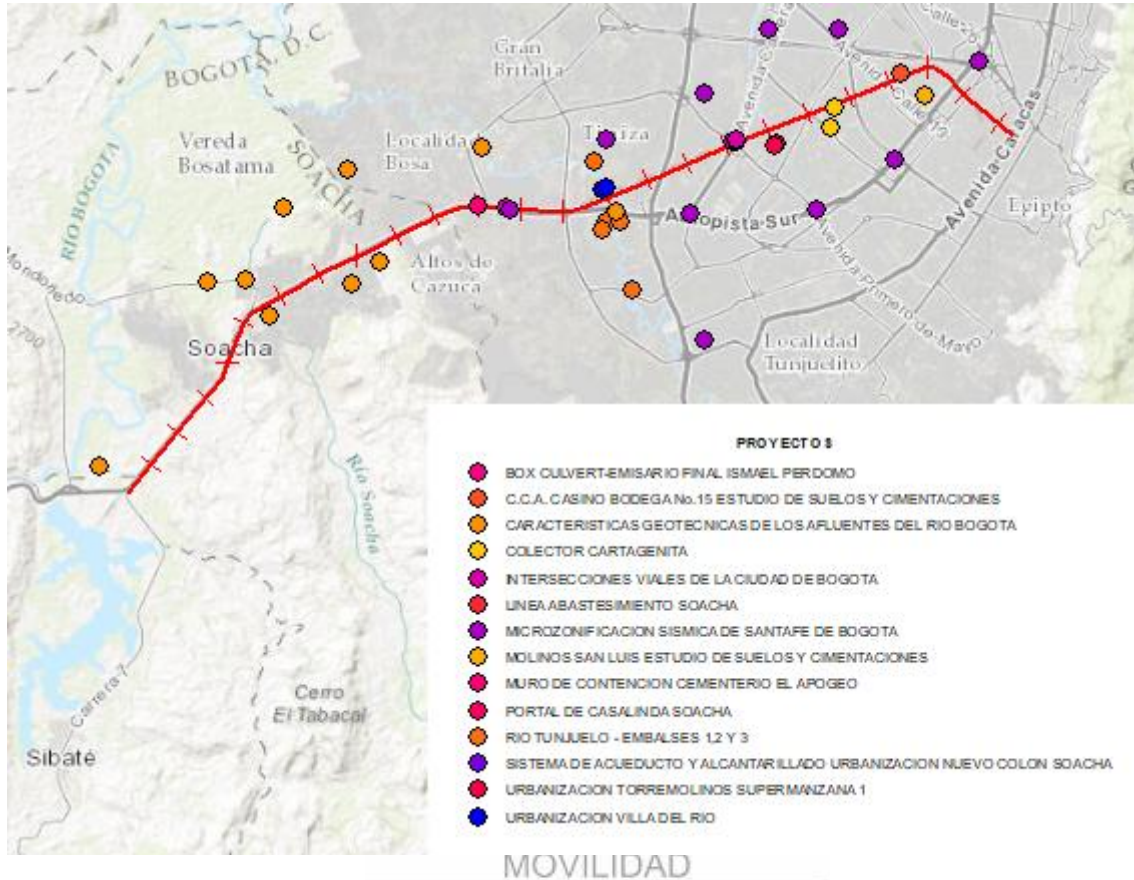
Título	Tipo	Profundidad (m)	Sondeo No	Nombre	Localización
C.C.A. CASINO BODEGA No.15 ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES	PERFORACION CON TALADRO	10	1	S-1	102959 N 97830 E
MOLINOS SAN LUIS ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES	PERFORACION CON TALADRO	25	1	S-1	102472 N, 98352 E
COLECTOR CARTAGENITA	BARRENO MANUAL	8	4	B-4C	101795 N, 96410 E
COLECTOR CARTAGENITA	BARRENO MANUAL	8	3	B-3C	101795 N, 96305 E
URBANIZACION TORREMOLINOS SUPERMANZANA 1	BARRENO MANUAL	5,4	5	SLos	101425 N, 95163 E
URBANIZACION TORREMOLINOS SUPERMANZANA 1	BARRENO MANUAL	5,2	1	SLos	101402 N, 95112 E

Título	Tipo	Profundidad (m)	Sondeo No	Nombre	Localización
URBANIZACION TORREMOLINOS SUPERMANZANA 1	BARRENO MANUAL	5,4	3	SLos	101375 N, 95130 E
INTERSECCIONES VIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20,4	48	3	101487 N, 94230 E
INTERSECCIONES VIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20,1	46	1	101455 N, 94285 E
INTERSECCIONES VIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20	47	2	101500 N, 94310 E
URBANIZACION VILLA DEL RÍO	BARRENO MANUAL	7	6	SLos	100432 N, 91387 E
URBANIZACION VILLA DEL RÍO	BARRENO MANUAL	7	10	SLos	10462 N, 91481 E
RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3	PERFORACION CON TALADRO	5	10	S10	99,934 N, 91666 E
RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3	BARRENO MANUAL	5	5	S5	99752 N, 91474 E
RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3	BARRENO MANUAL	5	6	S6	99752 N, 91778 E
RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3	BARRENO MANUAL	3,8	8	S8	99570 N, 91386 E
RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3	BARRENO MANUAL	5	18	S18	101032 N, 91210 E
RÍO TUNJUELO - EMBALSES 1,2 Y 3	BARRENO MANUAL	5	2	S2	98274 N, 92070 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	75	S-124	94471 N, 80573 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	75	S-124	94471 N, 80573 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	69	S-72	98483 N, 83741 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	70	S-73	98443 N, 82914 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	109	S-71	97702 N, 84257 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	106	S-63	98397 N, 86005 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	103	S-60	98878 N, 86596 E

Título	Tipo	Profundidad (m)	Sondeo No	Nombre	Localización
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	12	65	S-66	100037 N, 84562 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	104	S-61	100887 N, 85933 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	9,7	90	S-132	99980 N, 91687 E
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS AFLUENTES DEL RÍO BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	10	95	S-127	101327 N, 88819 E
BOX CULVERT-EMISARIO FINAL ISMAEL PERDOMO	BARRENO MANUAL	6,5	7	S-9	100063 N, 89322 E
MURO DE CONTENCION CEMENTERIO EL APOGEO	BARRENO MANUAL	10	2	S-2	100087 N, 88740 E
MURO DE CONTENCION CEMENTERIO EL APOGEO	BARRENO MANUAL	10	2	S-2	100087 N, 88740 E
LINEA ABASTESIMIENTO SOACHA	APIQUE	3,5	5	A-5	99735 N, 87706 E
LINEA ABASTESIMIENTO SOACHA	APIQUE	3,5	3	A-3	99433 N, 87859 E
LINEA ABASTESIMIENTO SOACHA	APIQUE	3,5	4	A-4	99293 N, 87777 E
SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO URBANIZACION NUEVO COLON SOACHA	BARRENO MANUAL	5	1	S1	99379 N, 87098 E
SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO URBANIZACION NUEVO COLON SOACHA	BARRENO MANUAL	4,5	2	S2	99356 N, 86998 E
SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO URBANIZACION NUEVO COLON SOACHA	BARRENO MANUAL	3,5	5	S5	99306 N, 87115 E
SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO URBANIZACION NUEVO COLON SOACHA	BARRENO MANUAL	3,5	6	S6	99252 N, 87060 E
PORTAL DE CASALINDA SOACHA	BARRENO MANUAL	5	20	B-22	98535 N, 85280 E
PORTAL DE CASALINDA SOACHA	BARRENO MANUAL	5	4	B-4	98637 N, 85290 E
PORTAL DE CASALINDA SOACHA	BARRENO MANUAL	5	3	B-3	98615 N, 85200 E
PORTAL DE CASALINDA SOACHA	BARRENO MANUAL	5	2	B-2	98572 N, 85170 E

Título	Tipo	Profundidad (m)	Sondeo No	Nombre	Localización
PORTAL DE CASALINDA SOACHA	BARRENO MANUAL	5	1	B-1	98537 N, 85125 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20	39	N - 39	103200 N, 99500 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20,16	38	N - 38	103900 N, 96500 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	50	23	N - 23	103900 N, 95000 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20	42	N - 42	101100 N, 97700 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	100	43	N - 43	100000 N, 96000 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20,5	24	N - 24	102500 N, 93600 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	50	28	N - 28	99900 N, 93300 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	139	27	N - 27	101500 N, 91500 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20	29	N - 29	100000 N, 89400 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	20	29	N - 29	100000 N, 89400 E
MICROZONIFICACION SISMICA DE SANTAFE DE BOGOTA	PERFORACION CON TALADRO	50	45	N - 45	97200 N, 93600 E

Figura 13. Localización de sondeos consultados alrededor del proyecto



MOVILIDAD
Fuente: Ardanuy Ingeniería
Instituto de Desarrollo Urbano

Especial mención se hace a los sondeos de la microzonificación sísmica, que comprenden profundidades entre 20 y 50 m, y cuya información fue corroborada por los hallazgos en los demás proyectos. Se puede notar que los estratos son predominantemente arcillosos. Cabe resaltar que no es frecuente encontrar materiales totalmente arenosos, o totalmente arcillosos, sino que en la mayoría de los casos, hay un material predominante con presencia de otro material; es así como, la mayoría de los estratos están conformados por arcillas limosas, o arcillas arenosas, así como arenas arcillosas, sin embargo, predominantemente, se pudo ver que el comportamiento de los materiales tiene una tendencia marcada hacia el de suelos finos, con altos índices de plasticidad, y resistencia a la compresión confinada en la mayoría de los casos, menor a los 2 kg/cm².

Hacia el inicio del trazado, se encuentran suelos con presencia de algunas gravas e intercalaciones de arena arcillosa hacia los 8 m de profundidad; hacia el Norte, son suelos de alta plasticidad, con límites líquidos superiores al 70% en muchos casos, que tienden a aumentar en profundidad, aproximadamente hasta los 15 m. Hacia al Oriente los materiales tienden a ser menos plásticos, como se puede evidenciar en el sondeo N-43, en donde, por

debajo de los 40 m comienza a predominar la presencia de arena en los estratos, por lo tanto, los límites reducen en la medida en que aumenta la profundidad. Antes de la intersección con la Avenida Boyacá, se registran valores de resistencia a la compresión confinada menores a los 2,0 kg/cm² en la mayoría de los casos. En cercanías a la Avenida Boyacá, persiste el mismo patrón anteriormente mencionado: hacia el Oriente, una mayor presencia de arenas, que se acentúa por debajo de los 30 m, mientras que hacia el Occidente la presencia de arenas es menor, sin embargo, a esta altura, la plasticidad es similar, aunque al Occidente se encontraron límites líquidos mayores al 100% entre los 10 y los 14 m. En la medida en que se avanza hacia el Sur, en algunos casos, se obtienen ensayos de resistencia a la compresión confinada ligeramente mayores, que rozan los 3,0 kg/m².

En el parque Metropolitano Timiza se encuentran materiales predominantemente arenosos, con resistencias que oscilan entre 0,57 y 4,29 kg/cm², sin embargo, siguen presentando porcentajes altos de arcilla, que, en algunos casos, influyen notablemente en la plasticidad de algunos de los estratos, dándole límites líquidos por encima del 100%, antes de los 10 m de profundidad y entre el 50 y el 100% entre los 60 y los 100 m. Finalmente, sobre la Autopista Sur, los sondeos muestran presencia persistente de arenas limosas en todo el perfil, intercaladas con arcillas de alta plasticidad.

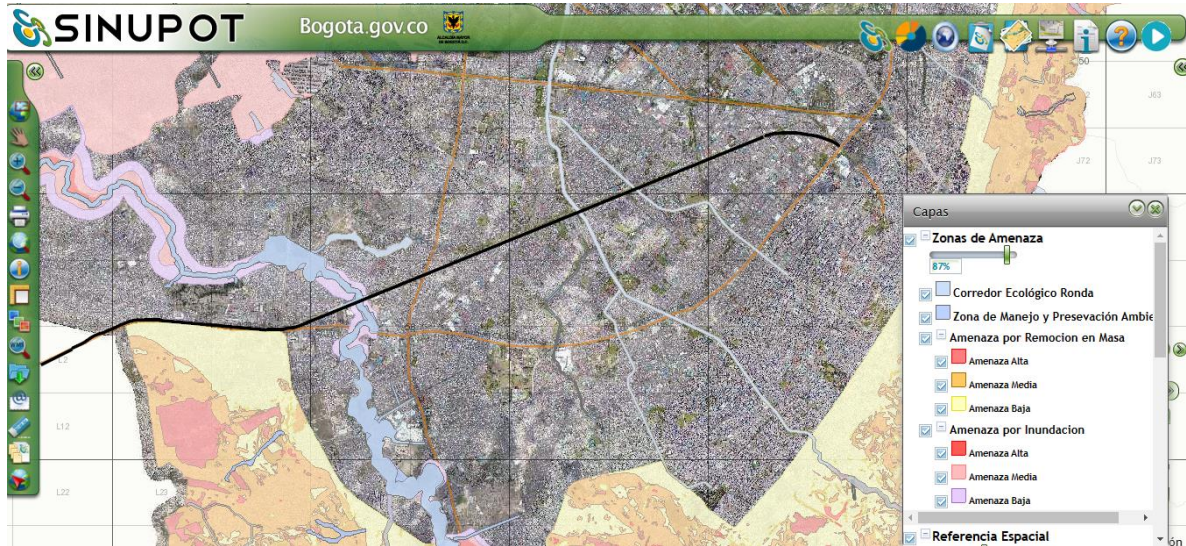
Hacia el Embalse El Muña, se encuentran limos orgánicos con arena, hasta 2,50 m de profundidad, de allí en adelante comienzan los estratos de arcilla limosa. Se puede decir que aproximadamente a la altura del terminal de transportes del Sur y hacia el municipio de Soacha, se encuentran materiales con una menor plasticidad, en la mayoría de los casos, con límites líquidos cercanos al 40%, con limos arcillosos de espesor entre 1 y 3 m, y arcillas limosas en profundidades mayores; con la diferencia de que hacia Soacha, hasta los 10 m, los materiales predominantes son arcillas limosas, mientras que hacia Bogotá, después de los 6 m, frecuentemente hay presencia de arenas.

6.6. AMENAZAS NATURALES

Se consultó el portal SINUPOT, con el objetivo de identificar la zonificación de las amenazas por remoción en masa e inundación. La zona sobre la que se desarrolla el trazado es plana, por lo tanto, no hay riesgo de fenómenos de remoción en masa; hacia las afueras de la ciudad, frente al trazado, la zonificación de amenaza por deslizamientos es de amenaza baja. Esta zona que se ha clasificado se encuentra aproximadamente a 70 m del trazado.

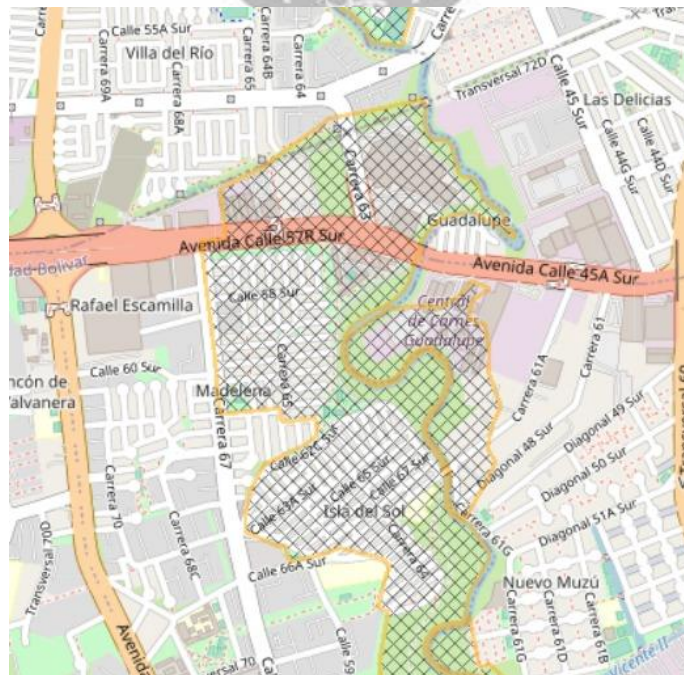
Respecto a la amenaza por inundación, se observa que hay una zonificación asociada al río Tunjuelo, la cual es de amenaza baja en la zona donde se cruza con el trazado.

Figura 14. Consulta de amenaza por remoción en masa e inundación



Fuente: SINUPOT

Figura 15. Amenaza por rompimiento de Jarillón

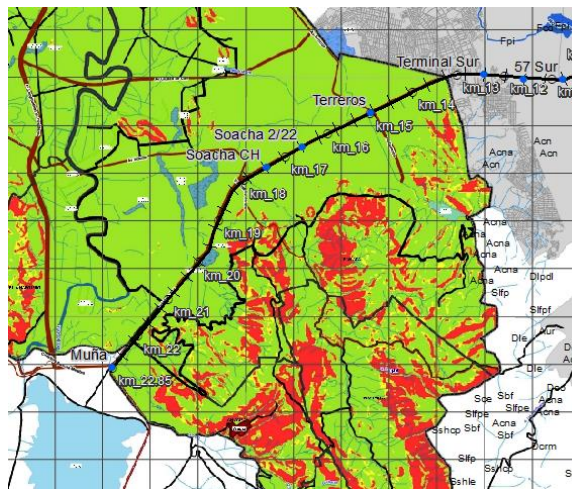


Fuente: Geoportal - SIRE

Del mismo modo, se consultó el Geoportal del SIRE, en donde se pudo localizar una zona de amenaza de inundación por rompimiento de Jarillón a la altura del río Tunjuelo, como se observa en la Figura 15. Amenaza por rompimiento de Jarillón.

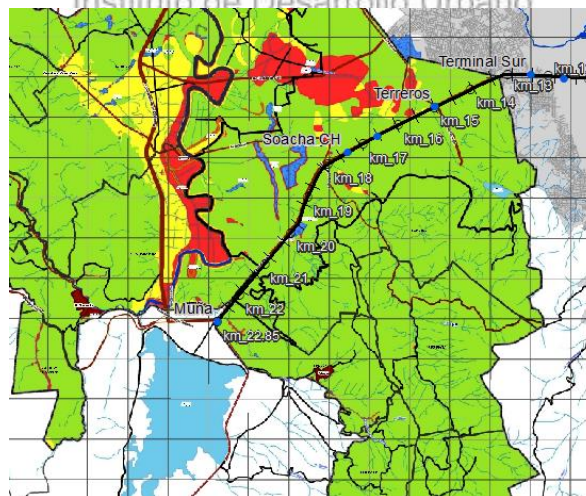
Para el municipio de Soacha, se hizo la consulta de los mapas de amenaza por remoción en masa y por inundación, adoptado para la formulación del POT del año 2020, en donde, para ambos casos, el trazado se encuentra en zona de amenaza baja como se observa en la Figura 16 y Figura 17.

Figura 16. Consulta de amenaza por remoción en masa - Soacha



Fuente: Alcaldía Municipal de Soacha

Figura 17. Consulta de amenaza por inundación - Soacha

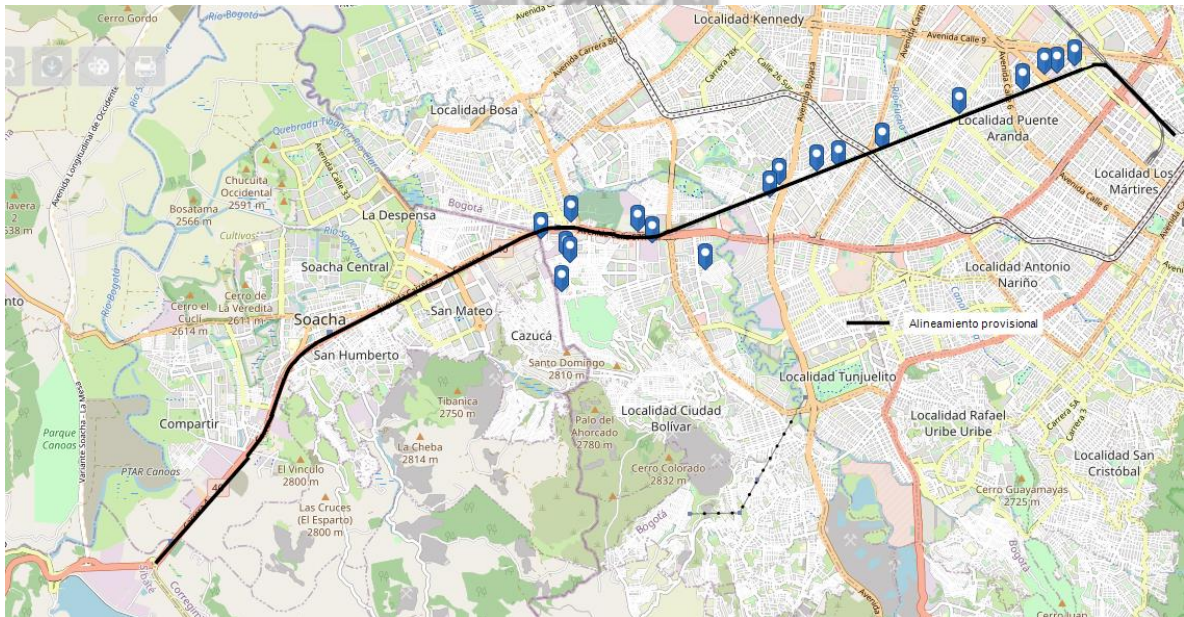


Fuente: Alcaldía Municipal de Soacha

6.7. ANTECEDENTES – IDIGER (CONCEPTOS TÉCNICOS, DIAGNÓSTICOS, CONCEPTOS DE AMENAZA RUINA)

A través del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático SIRE, se accedió a diferentes documentos emitidos por el Instituto Distrital para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático IDIGER, como son conceptos de Amenaza Ruina, Diagnósticos Técnicos, y Conceptos Técnicos para la Regularización y Actualización de la Amenaza Vigente para Predios y Planes Parciales. El objetivo de recolectar esta información es identificar antecedentes importantes en cercanías al trazado, que puedan relacionarse con amenazas naturales en la zona, como pueden ser, zonas con fenómenos de remoción en masa, daños en infraestructura por eventos sísmicos o asentamientos excesivos, así como revisar la información secundaria recopilada en estos documentos, que pueda servir como complemento a la información que aquí se ha consultado hasta el momento. La Figura 18 muestra la localización de los predios o manzanas para las cuales fueron emitidos estos documentos. Los documentos se encuentran en el Anexo 2.

Figura 18. Localización de consulta de antecedentes documentados por IDIGER



Fuente: Geoportal - SIRE

La Tabla 5 muestra los documentos revisados. En esta se hace referencia a los documentos CT-8681, CT-8847, DI-14921, DI-15356 y DI-15490, los cuales se encuentran cerca al área del proyecto, pero no se encontró el documento en el portal SIRE, sin embargo, se mencionan por su cercanía.



	<p>ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA.</p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
---	---	---

Tabla 5. Consulta de conceptos emitidos por IDIGER

Conceptos Amenaza Ruina - CAR	CT Legalización, Regularización y Actualización Amenaza Vigente	CT - Plan Parcial Amenaza vigente	Diagnósticos Técnicos
CAR-1584	CT-8340	CT-3734	DI-6598
CAR-1747	CT-8681		DI-10108
CAR-1782	CT-8847		DI-10892
CAR-2030			DI-11227
CAR-2047			DI-11405
CAR-227			DI-14921
CAR-2275			DI-15356
CAR-2342			DI-15490

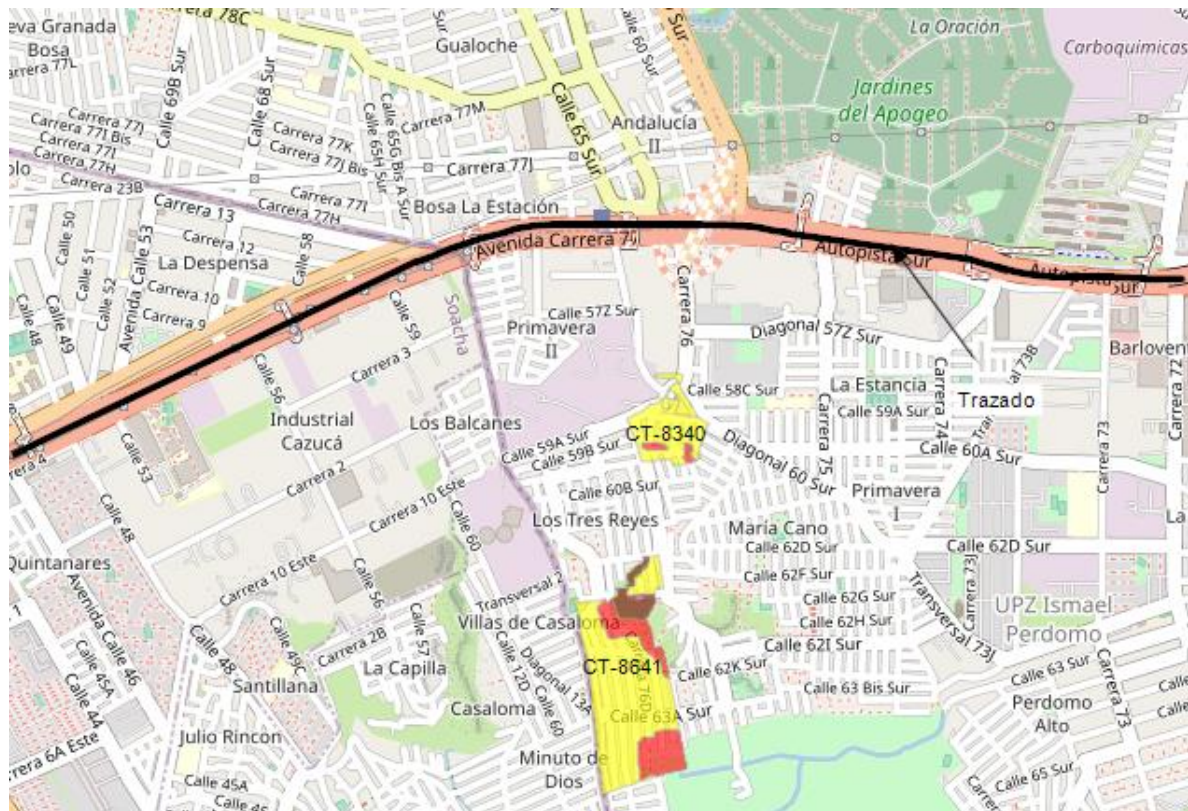
En los conceptos Amenaza Ruina, se encontró que las estructuras visitadas no presentaron fallas a nivel estructural que puedan ser atribuidas a algún evento sísmico o cualquier otro fenómeno de origen geotécnico, sino que los problemas son atribuidos más a la configuración estructural, ya que en la mayoría de los casos, se trató de muros en bloque de arcilla sin confinamiento o, en el peor de los casos, por materiales de recuperación, sin embargo, en los conceptos CAR 2342 (Calle 13 No,42 – 60) y CAR 1584 (Calle 60 Sur No, 77G-38), del 2013 y 2009 respectivamente, se valoró como “amenaza ruina” los muros de cerramiento de estos predios, debido a fisuraciones excesivas y desplomes que podrán poner en riesgo la integridad de los transeúntes; se hace énfasis en el estado de estos predios, toda vez que podrían deberse a condiciones asociadas con asentamientos excesivos.

Instituto de Desarrollo Urbano

Por medio del concepto técnico CT-8340, del año 2018, se hizo la actualización de las condiciones de amenaza y riesgo por movimientos en masa para los predios del barrio San Isidro, sector Cerrito I, localizado hacia la zona Noroccidental de la localidad de Ciudad Bolívar. En dicho documento, se presentan algunas descripciones de interés relacionadas con la geología de la zona. Se localiza la manzana sobre la formación Guaduas, la cual ha sido descrita con anterioridad; del mismo modo, se identifican a escala local, depósitos cuaternarios coluviales y suelos antrópicos de relleno y botadero. Se hace referencia a la Falla de Terreros y la Falla de Mochuelo, así como la Falla de Perdomo que se encuentra entre estas dos; las discontinuidades en taludes rocosos corresponden a planos de estratificación secos, continuos, separados, ligeramente abiertos y sin rellenos; la rugosidad de las paredes es ondulada a rugosa, las pendientes predominantes en el barrio son suaves (12° a 29°) hacia el Sur y moderadas a fuertes (12°-45°) hacia zonas que limitan con antiguos frentes de explotación minera.

La Figura 19 muestra la clasificación de la amenaza por movimientos en masa definida en el CT-8340 y hacia el Sur, en el CT-8681, del cual no se obtuvo el documento emitido.

Figura 19. Zonificación de amenaza por remoción en masa en Conceptos Técnicos de IDIGER



Por otra parte, el concepto CT-3734, del año 2002, analiza las condiciones de riesgo por inundación y desbordamiento del río Tunjuelo para el predio “Portal Transmilenio Bosa”, localizado junto al cementerio Jardines El Apogeo, sobre la Autopista Sur, con Carrera 72D, en una zona plana de llanura aluvial del río en mención, donde predominan los materiales finos debido al poco poder erosivo de la corriente. Como conclusión del concepto técnico, el predio se ubica en una zona de amenaza baja por inundación, sin embargo, se recomendó la construcción de un sistema de drenaje para evitar el empozamiento de aguas lluvias.

Los diagnósticos técnicos consultados, hacen referencia a estructuras de avanzada edad, sin mantenimiento y con malos procesos constructivos, por tal razón, no se encontró información, en estos documentos, que permitiera asociar los daños encontrados a fenómenos de origen geotécnico.

7. VISITA DE CAMPO

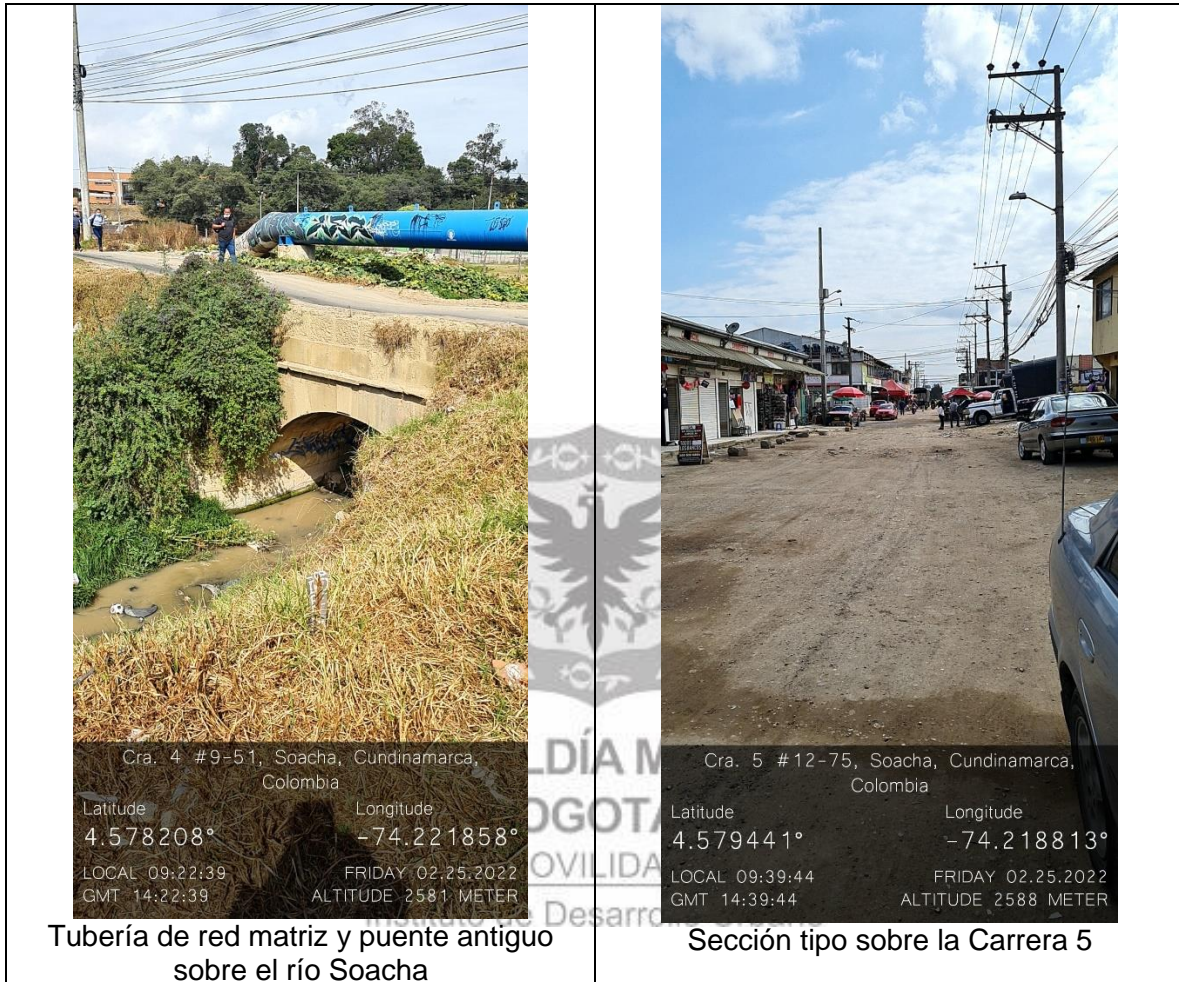
El día 25 de febrero se efectuó la visita de campo al corredor en compañía de los profesionales de las diferentes especialidades; en este caso se levantó información relevante para el componente de Geotecnia. En Soacha (con más cercanía a los cerros orientales de baja altura), el trazado se ubica en zonas de pendiente baja a nula sobre suelos duros o piedemonte de ladera, sobre suelos conformados por gravas y arenas en matriz (hacia el alineamiento del corredor), lacustres o arcillas blandas en el movimiento del alineamiento hacia el río Bogotá y hacia el centro de Bogotá y suelos aluviales compuestos de arenas arcillosas correspondiente a los depósitos del río Tunjuelo y río Soacha.

El corredor férreo actual presenta rellenos viales y antrópicos no controlados ingenierilmente de espesores variables que pueden ir desde 2 m hasta 6 m de espesor (asociado a bateas o cambios de pendiente a ejes hídricos intermedios o pasos viales).

En el contexto geotécnico se distinguen los siguientes sitios de análisis:

- Soacha - Área Muña: Para el inicio del sistema férreo existen dos posibles áreas de patio taller, una cercana al embalse y el otro sobre la Autopista Sur al costado oriente. El sitio 1 cercano al embalse saldrá probablemente a nivel. El sitio 2 junto a la Autopista Sur debe salir elevado o subterráneo para lograr tomar el costado occidental de la Autopista Sur (es decir sentido sur – norte) para tomar el eje antiguo del corredor férreo. En esta zona, este corredor y a partir desde este punto, el corredor no está identificado y se encuentra en parte ocupado por la Autopista y por tanto debe desplazarse a nivel sobre la Carrera 4B.
- Soacha – Uniminuto: Universidad de Cundinamarca, río Soacha. Este punto cruza la Calle 9 para desplazarse sobre la Carrera 5. Se presenta cercanía con urbanizaciones de edificios de 6 pisos, viviendas de ladrillo convencional y estructuras antiguas de adobe sobre rellenos antrópicos y vía destapada o sin estructura vial consolidada. Se debe tener en cuenta el tema de vibración en suelos de mala calidad técnica y una sección compleja por presencia de redes y espacio público. Este trayecto termina en la Calle 22 donde el tramo se pierde sobre la Autopista Sur.

Figura 20. Fotografías en el área de Soacha



Fuente: Ardanuy Ingeniería

- Villa del Río – río Tunjuelo. El corredor férreo que viene desde Soacha se encuentra inmerso dentro del desarrollo vial. Se identifica antes de llegar a Villa del Río la Estación Bosa la cual se encuentra hacia el costado Oriente de la Autopista Sur. En este punto, geotécnicamente se presentan los suelos aluviales de la margen izquierda del río Tunjuelito y los depósitos de ladera, piedemonte asociado a los cerros orientales de Soacha y Bogotá, cambiando de rumbo en este punto. El trazado hacia el portal del Sur y su sección sobre la Autopista Sur no es aún claro y debe definirse posteriormente. El cruce sobre el río Tunjuelito debe revisarse dependiendo de las condiciones ambientales de sus márgenes y ronda hídrica.

Figura 21. Fotografías a en cercanías al río Tunjuelo



Fuente: Ardanuy Ingeniería

- Cruce Avenida Boyacá. El corredor férreo se mantiene desde este punto y hasta el final con ocupación en este caso de viviendas a mayor proximidad y posiblemente con ocupación. Se requiere analizar si es un cruce elevado o subterráneo el cual, en los dos casos, es largo por el ancho de la Avenida.
- Cruce Avenida Primero de Mayo – Avenida 68. En este cruce confluye el Metro (elevado), el puente vehicular de la Primero de Mayo y el Transmilenio, a nivel, de la avenida 68. El corredor férreo existe y por tanto se debe resolver mediante una estación principal que permita acceso a los diferentes sistemas. En este caso un paso subterráneo debe evaluar la confluencia de cimentaciones profundas de puentes existentes y redes. A nivel de geotecnia se presenta la influencia de suelos depositados por el río Fucha y el río Tunjuelito los cuales presentan transición hacia el Norte con suelos lacustres. Estos suelos aluviales son susceptibles a licuación, condición a evaluar en el estudio (numeral 5.9 Decreto 523 de 2010, Alcaldía de Bogotá). Los espesores varían hacia los cerros desde aluvial 200 hasta aluvial 50.

Figura 22. Fotografía cerca a la Av. primero de mayo



Fuente: Ardanuy Ingeniería

- Glorieta Calle 3ra, Calle 6 y Calle 13. Se presenta un paso a nivel de la glorieta y doble vía en la Calle 6. Se debe evaluar su desarrollo sea subterráneo o superficial. El cruce de la Calle 13, donde pasa el Transmilenio, corresponde a la zona de Lacustre C o paso de aluvial 200 a suelos arcillosos y limosos de alta compresibilidad.

Figura 23. Fotografía en el barrio Primavera



Fuente: Ardanuy Ingeniería



- Avenida NQS. Este punto debe ser analizado para cruzar en estructura elevada o subterránea dependiendo además de cómo se empalma con la Estación de la Sabana.

8. INFORMACIÓN SOLICITADA A LAS ENTIDADES

Como complemento a la información obtenida de los portales de información mencionados en este informe, se ha establecido una comunicación directa con distintas entidades, a las que se les ha hecho la solicitud de información que no se encuentra disponible. La Tabla 6 resume las entidades a las que se ha elevado dicha petición y la información solicitada.

Tabla 6. Información solicitada a entidades

ENTIDAD	INFORMACIÓN SOLICITADA	ESTADO DEL TRÁMITE
ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA	Mapas de amenazas naturales vigentes anexas al Plan de Ordenamiento Territorial POT del municipio de Soacha	Respuesta recibida: Se suministraron las capas GIS con los mapas base del POT actual

	<p>ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA.</p>	
---	--	---

IDIGER	Registros de perforaciones realizadas en el marco de los estudios para la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá,	Respuesta recibida: Se suministró una base de datos geotécnica con información sobre los sondeos empleados para la microzonificación
EMPRESA FÉRREA REGIONAL	Estudios geotécnicos elaborados para el proyecto Regiotram de Occidente	Respuesta recibida parcialmente: Se suministró el documento empleado para la estructuración, pero no los anexos donde se encuentran los registros de exploración
Secretaría Distrital de Ambiente	Caracterización de los suelos, así como las intervenciones más recientes en las rondas hídricas de los ríos Tunjuelo, Fucha y Terreros	Sin respuesta
Terminal de transportes S, A,	Estudios geotécnicos que se hayan realizado en la terminal del Sur	Sin respuesta
EMPRESA METRO DE BOGOTÁ	Estudios geotécnicos y registros de perforaciones elaborados para la primera línea del metro de Bogotá	Respuesta recibida: Se suministró el link y las instrucciones para acceder a la información solicitada
IDU	Estudios geotécnicos para troncales de Transmilenio, puentes y vías cercanas al trazado	Respuesta recibida: Se suministró el link y las instrucciones para acceder a la información solicitada

A continuación, se resume la información obtenida de las entidades.

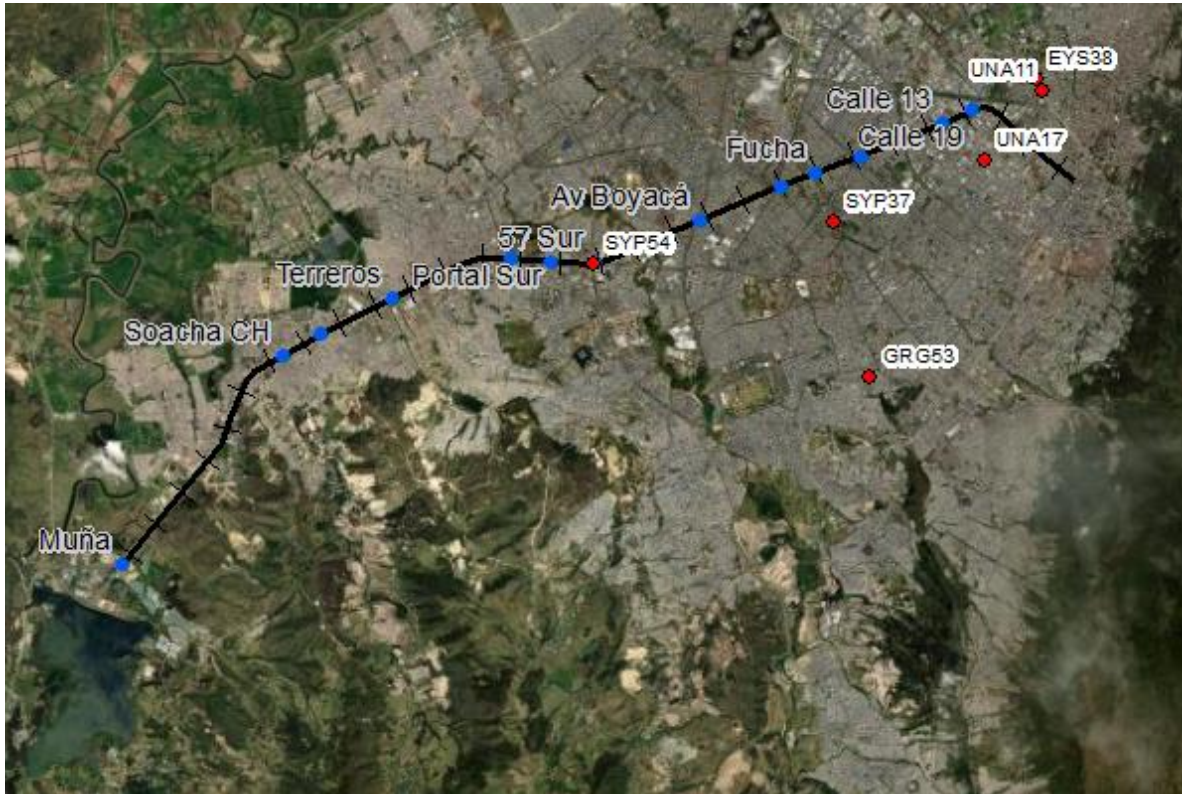
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL INSTITUTO DISTRITAL PARA LA GESTIÓN DE RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO – IDIGER

Por parte del IDIGER, se obtuvo una base de datos de sondeos empleados en el marco de la microzonificación sísmica de Bogotá; esta base de datos consta de información sobre la localización de las perforaciones, tipo y profundidad, los estratos hallados, y las muestras obtenidas, junto con algunos resultados de clasificación y de resistencia en algunos casos; también se cuenta con ensayos geofísicos. Se hace énfasis en la información sobre límites líquidos y resistencia a la compresión inconfiada, ya que esta puede dar mayores indicios sobre la presencia de suelos altamente compresibles, expansivos y de baja resistencia.

La información se divide en dos tipos: Por un lado, sondeos de otros proyectos que se emplearon para complementar los estudios, y por otro, sondeos realizados en el marco del proyecto de microzonificación.

De los sondeos de otros proyectos, que fueron empleados en la microzonificación, se tomaron los más cercanos al trazado como se muestra en la Figura 24.

Figura 24. Sondeos cercanos al trazado tomados en la microzonificación



Fuente: Ardanuy Ingeniería

En la Tabla 7 se hace una recopilación de la estratigrafía encontrada en estos sondeos, junto con algunos resultados de laboratorio para tener en cuenta.

Tabla 7. Sondeos cercanos al proyecto empleados en la microzonificación con descripción de estratos

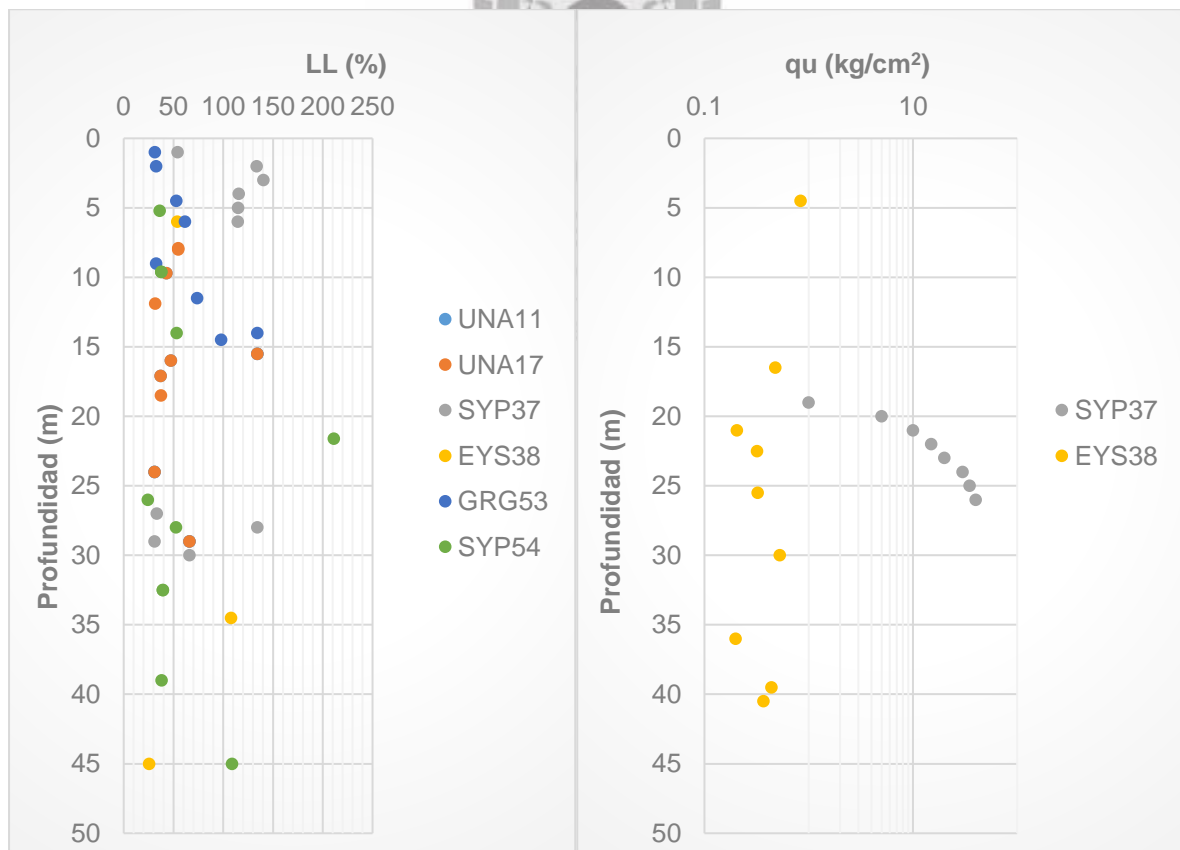
ID_ESTUDIO	NOMBRE_ESTUDIO	Profundidad (m)	Descripción de los estratos
UNA11	PUENTE VEHICULAR AV NQS POR CALLE 26	38	Estrato de arcilla de 4 m de espesor seguido por estratos limo arcillosos de 4m a 20 m de profundidad, de baja plasticidad en la parte superior e inferior. De 20m a 33 m se encuentra una arena fina limosa y a 33 m de profundidad se encuentra roca arcillolita. Predominantemente, los estratos son de baja plasticidad a excepción de los 15,5 m y 29m. Las velocidades de onda oscilan entre 140 m/s hacia los 30 m y 199 m/s a 13 m.

ID_ESTUDIO	NOMBRE_ESTUDIO	Profundidad (m)	Descripción de los estratos
UNA17	PUENTE VEHICULAR AV, NQS POR CALLE 13	50	Estratos de arcilla con presencia de arena y algunos lentes granulares hasta los 17 m, de 17 m a 50 m, se encuentran suelos granulares con presencia de arcillas de alta resistencia. Se presentan suelos con límites líquidos de 134% a 15,5 m de profundidad. La velocidad de onda se encuentra entre 140 m/s y 270 m/s.
SYP37	EMPRESA DE ACUEDUCTO YA ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E348	48	Intercalaciones de estratos de arcilla limosa y limo arenosa, con espesores variables entre 2 y 8m, y estratos de arena fina limosa con espesores entre 2 y 4 m. A 30 m de profundidad se encuentra un estrato de turba y limo orgánico. A 41 m de profundidad se presenta un limo arenoso, seguido por un estrato de arena fina limosa. La mayoría de los ensayos de límite líquido presentan resultados por encima del 100%. Entre 15m y 33m se presentan ensayos de penetración estándar con menos de 10 golpes/pie.
EYS38	MIRADOR DE TAKAY - E439	50	De 2,5 m a 4,0 m, se presenta un estrato de limo arenoso, de 4,0 a 7,0m, un estrato de arcilla, los dos de baja plasticidad. A partir de 7,0 m, hasta 34 m, hay intercalaciones de limos, en su mayoría de baja plasticidad, de consistencia firme a dura, y arenas muy compactas con espesores que oscilan los 2 m. Se encuentra un estrato importante a los 11,50 m de profundidad, con un espesor de 15 m, de 43 a 50 m, se encuentra un estrato de arena arcillo-limosa de 1,5 m de espesor y un estrato de arcilla limosa de 5,5 m. Predominantemente los estratos son de baja plasticidad, salvo a 6 m, y 45 m, en donde se encuentran límites líquidos de 54% y 108% respectivamente. La resistencia a la compresión inconfiada de las muestras se encuentra por debajo de los 100 kPa, entre 4,5 m y 40,5 m de profundidad. Los primeros 10 m se presentan velocidades de onda de 120 m/s, luego presenta valores de 187 m/s y decrece hasta 142 m/s a una profundidad de 21,5 m. De 30 a 43 m de profundidad, se registró una velocidad de onda de 98 m/s.
GRG53	SUB ESTACION SAN CARLOS	18	Limos de baja plasticidad los primeros 3,40 m, seguidos por arcillas de alta plasticidad entre 3,4 m y 9 m, luego, un estrato de arcilla de baja plasticidad de 1,5 m de espesor, y de 10,5 a 17,4 m, se presentan estratos de limo con arena y limos orgánicos, estos últimos con espesor de 0,5 m a 12,5 m de profundidad y 3 m a 14,4 m de profundidad. Las arcillas presentan límites líquidos de 53% y 61,6 %, mientras que los limos al final de la perforación presentan límites líquidos entre 74% y 134%.

ID_ESTUDIO	NOMBRE_ESTUDIO	Profundidad (m)	Descripción de los estratos
SYP54	TRANSMILENIO AV VILLAVICENCIO-SOACHA	100	Se presentan estratos orgánicos entre 2m y 3m de espesor, a profundidades de 13 m, 25 m, 42 m, y 48 m. Los demás estratos están compuestos por intercalaciones de arcilla predominantemente de baja plasticidad y arena limosa. A los 62 m de profundidad se presentan estratos de grava de 25 m de espesor, y a partir de los 87 m, se encuentra la roca. A 21,6 m y 45 m se encontraron muestras con límites líquidos de 211% y 109%.

La Figura 25 resume los resultados de límite líquido y resistencia a la compresión confinada, esta última sólo se realizó a las muestras de dos de las perforaciones mencionadas.

Figura 25. Resultados de límite líquido y resistencia a la compresión confinada en sondeos



Fuente: Ardanuy Ingeniería

Los sondeos que se realizaron en el marco de la microzonificación, suministrados por la entidad, son sondeos mecánicos a rotación con profundidad entre 50 y 120 m. En la Figura 26 se muestra la localización de los sondeos realizados, de los cuales se resumen las principales características físicas y mecánicas obtenidas en los más cercanos al trazado.

Figura 26. Localización de sondeos ejecutados en la microzonificación sísmica



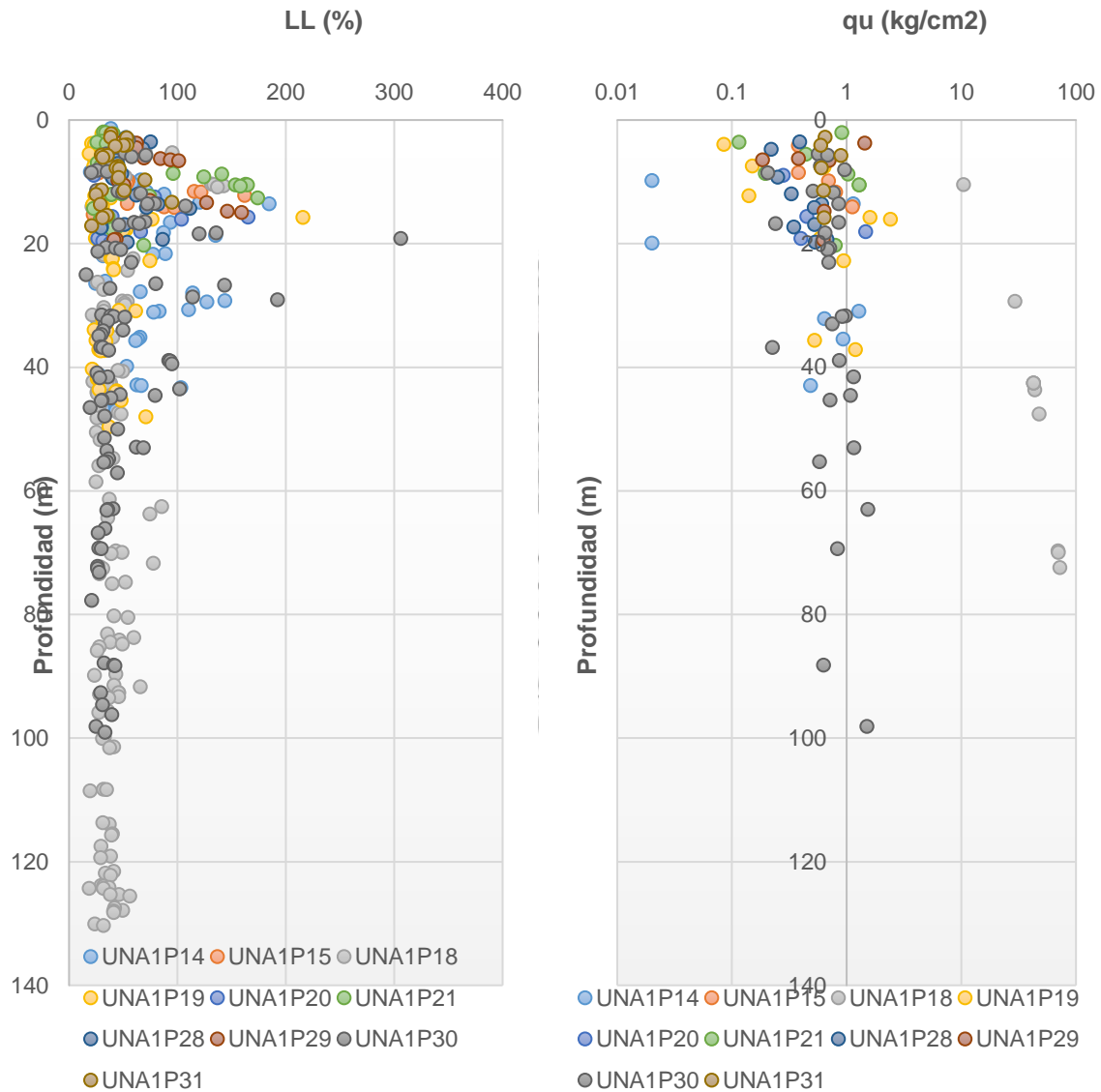
Instituto de Desarrollo Urbano

Fuente: Ardanuy Ingeniería

Las columnas estratigráficas que se hallaron en los sondeos están conformadas principalmente por intercalaciones de estratos de arcilla limosa con arena fina, o combinaciones de estos materiales con diferentes proporciones. En algunos sondeos como P14, P19, P30 y P31, se identificaron estratos de turba color negro, con espesores entre 2 y 4 m a diferentes profundidades. De las muestras obtenidas, la gran mayoría corresponde a arcillas, siendo el 60% de las muestras, clasificadas como CL y el 25% como CH; de las muestras restantes, el 5% fue clasificada como MH, 2% como ML, MH-CH 3% y 5% como CL-ML. Se localizaron las muestras para las que se obtuvieron límites líquidos mayores al 100%, ya que con estos hay una probabilidad muy alta de que sean altamente compresibles, encontrando que estas muestras se encuentran a profundidades entre 10 y 15 m en algunos sondeos. La resistencia a la compresión inconfiada de las muestras en la mayoría de los casos es menor a 1 kg/cm², a excepción de la exploración P18, en donde entre los 45 y los 100 m de profundidad, las resistencias van en aumento, desde los 43

kg/cm², hasta los 100 kg/cm². La Figura 27 resume los resultados de límite líquido y resistencia a la compresión inconfiada en estos sondeos.

Figura 27. Ensayos de límite líquido y resistencia a la compresión inconfiada en sondeos de la microzonificación sísmica



Fuente: Ardanuy Ingeniería

Se cuenta con los sondeos para la estructuración del metro de Bogotá, realizados en el año 1999 por el consorcio PSI- AIM, los cuales se muestran en la figura 28.

Figura 28. Localización de sondeos - Metro de Bogotá 1999 Consorcio PSI - AIM



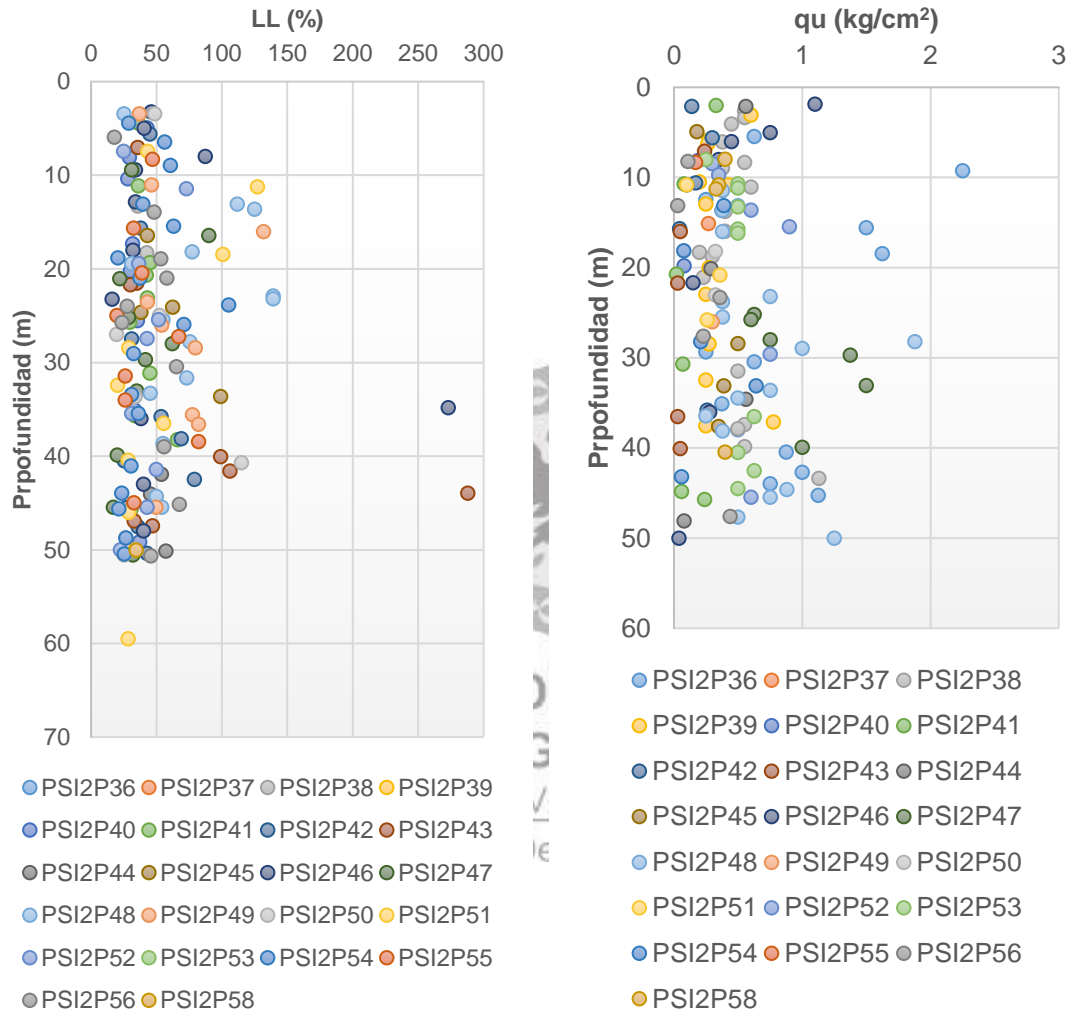
Fuente: Ardanuy Ingeniería

Los sondeos tienen profundidades de 50 m, a excepción del sondeo PSIP2P54 en donde se tomaron datos de SPT hasta 70 m.

Como se observa en la Figura 29, los límites líquidos obtenidos tienden a localizarse en su mayoría por debajo del 50%, dando indicios de que las arcillas existentes sean predominantemente de baja plasticidad. La resistencia a la compresión inconfiada se encuentra por debajo de 1 kg/cm², y no se observa un incremento sustancial con la profundidad, sin embargo, en la Figura 30 sí se ve un incremento del número de golpes/pie con la profundidad.

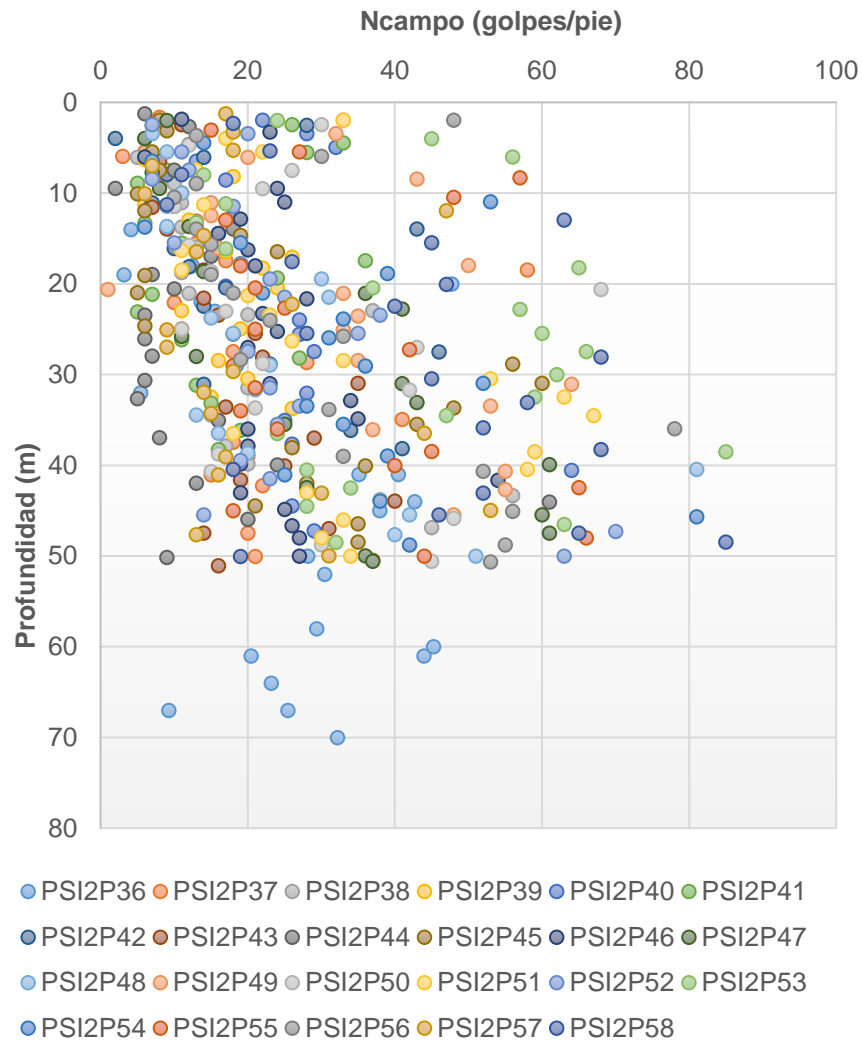
Instituto de Desarrollo Urbano

Figura 29. Resultados de límite líquido y resistencia a la compresión inconfina en perforaciones del Metro de Bogotá 1999, consorcio PSI - AIM



Fuente: Ardanuy Ingeniería

Figura 30. Datos del ensayo SPT en sondeos del Metro de Bogotá 1999, Consorcio PSI- AIM

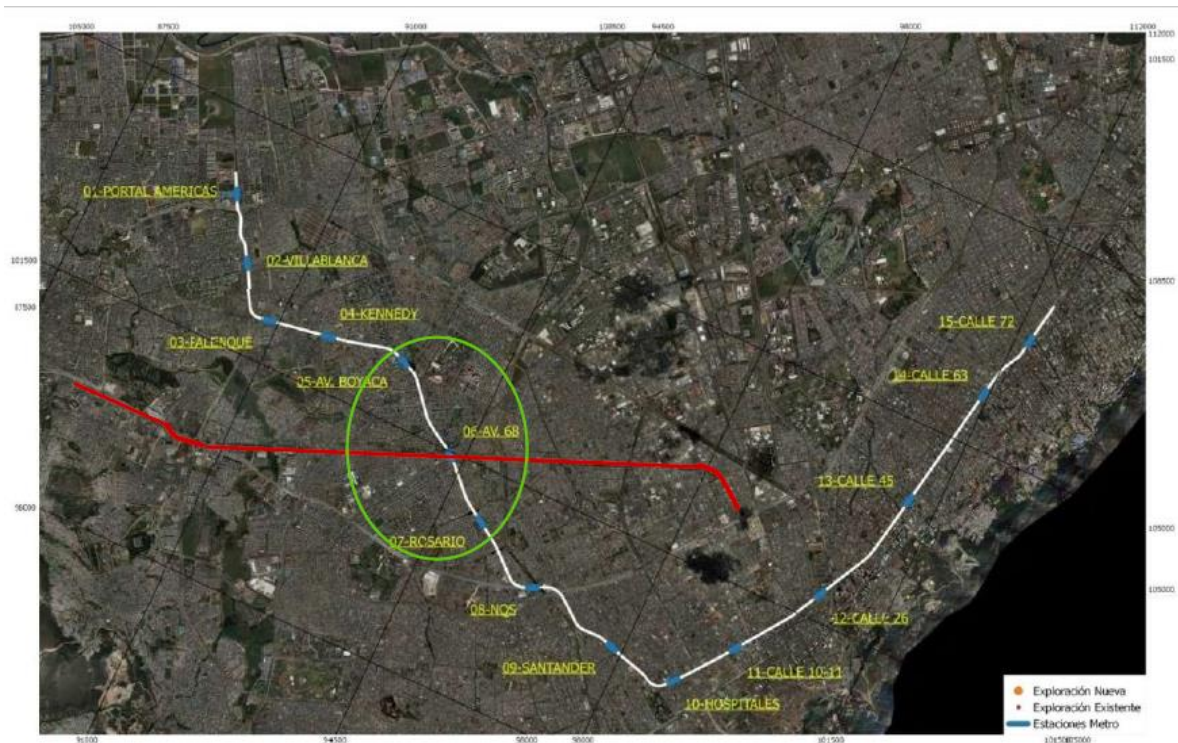


Fuente: Ardanuy Ingeniería

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LA EMPRESA METRO DE BOGOTÁ

A partir del programa de investigaciones geotécnicas suministrado por la empresa Metro de Bogotá, se identificaron los puntos de exploración más cercanos al trazado, los cuales se encuentran sobre las estaciones Av. Boyacá, Av. 68 y Rosario, como se muestra en la Figura 31.

Figura 31. Localización de estaciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá



Fuente: Adaptado de Empresa Metro de Bogotá

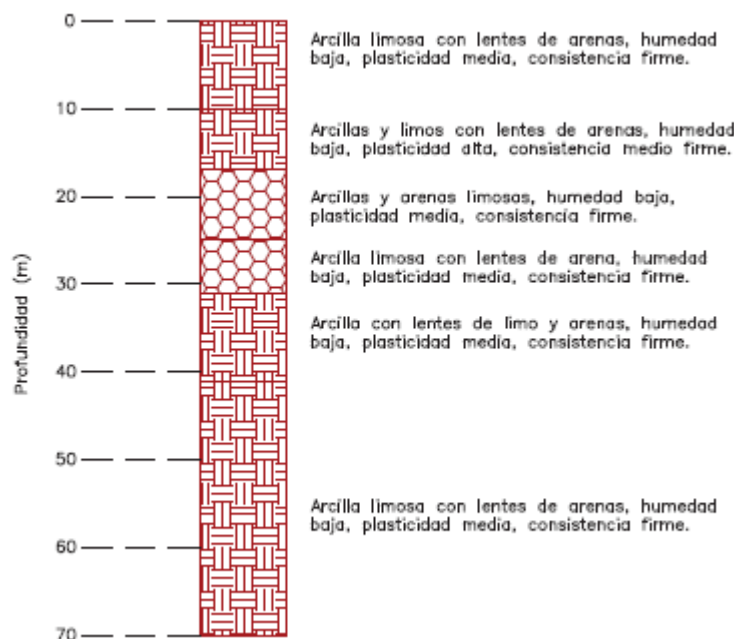
Estas estaciones se encuentran también sobre la zona de respuesta Aluvial 200, con zonificación geotécnica de aluvial. Estos depósitos se caracterizan por intercalaciones de materiales cohesivos (limos y arcillas) blandos y granulares sueltos a medianamente densos. Se encontró que la resistencia no aumenta con la profundidad, por tal razón, las cimentaciones profundas se diseñaron para trabajar por fricción con un aporte por punta limitado. El trazado se dividió en zonas geotécnicamente homogéneas: los sitios cercanos al trazado que se mencionaron con anterioridad se encuentran dentro de las Zonas 1,6, 2,1, 2,2, definidas en el estudio. Las propiedades físicas y mecánicas asignadas a cada una de estas zonas homogéneas se presentan en el anexo 5.

A continuación, se hace una breve descripción de cada una de las zonas identificadas en cercanías al trazado, con algunos datos físicos y geomecánicos que se pueden apreciar en

el anexo 5. Del mismo modo, se muestran en la Figura 32, Figura 33 y Figura 34, las columnas estratigráficas asignadas a cada zona.

- Zona 1,6: Perfil predominantemente arcillo limoso con algunos lentes de arena. Las arcillas presentan plasticidad media a alta y consistencia media a firme. La resistencia a la compresión confinada se encuentra con mayor frecuencia entre 0 y 0,5 kg/cm², N de campo alrededor de los 20 golpes/pie, lo cual da como resultado, ángulos de fricción por encima de los 25°. El coeficiente de compresibilidad se encuentra por debajo de 0,5, con esfuerzos de preconsolidación que rondan los 2 kg/cm² entre 10 y 15 m de profundidad; a esta profundidad, los suelos son sobreconsolidados de acuerdo con los ensayos de laboratorio. De acuerdo con el estudio, para esta zona, con pilotes de 1 m de diámetro, se alcanza una resistencia por fuste de 350 ton (resaltando, como se había mencionado anteriormente, que el aporte por punta no es significativo).

Figura 32. Columna estratigráfica de la zona 1,6 en estudios del Metro de Bogotá

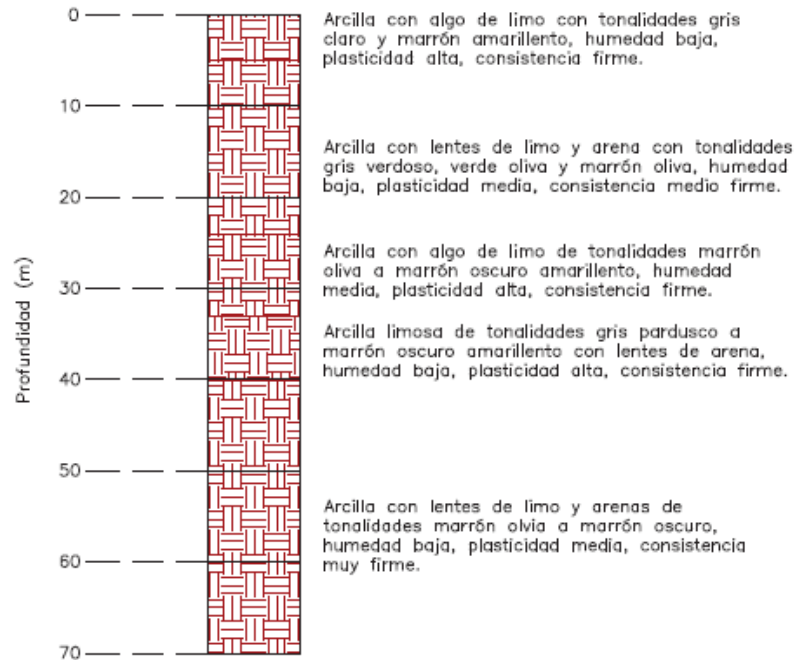


Fuente: Empresa Metro de Bogotá

- Zona 2,1: Este perfil estratigráfico cuenta con una mayor presencia de arcillas de plasticidad media a alta y consistencia firme en la mayoría de los casos; hay presencia de limos y algunos lentes de arena en menor proporción que en la zona 1,6. Del mismo modo, los resultados del SPT son un poco más altos con tendencia a presentarse por encima de los 20 golpes/pie; a partir de correlaciones, los ángulos de fricción presentan valores mayores a 30°. La resistencia a la compresión confinada se encuentra predominantemente por debajo de 0,7 kg/cm². El

coeficiente de compresibilidad está por debajo de 0,5; entre 5 y 15 m, y a 25 m los estratos son normalmente consolidados. Con pilotes de 1 m de diámetro se alcanzan resistencias de 350 ton.

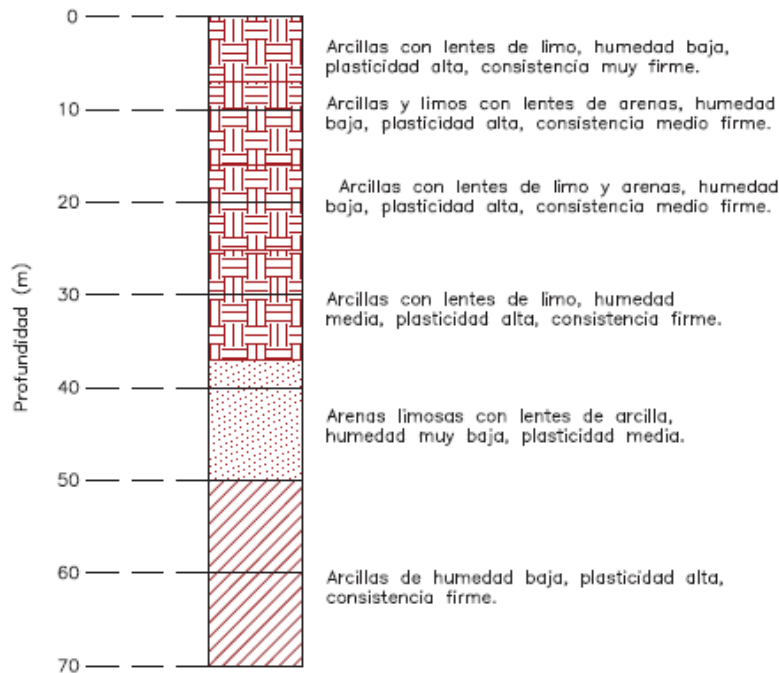
Figura 33. Columna estratigráfica de la zona 2,1 en estudios del Metro de Bogotá



Fuente: Empresa Metro de Bogotá

- Zona 2,2: Los primeros 37 m presenta estratos arcillosos con lentes de limo y/o arena: Tienen alta plasticidad y consistencia firme a muy firme. De 37 a 50m de profundidad, se presentan arenas limosas con lentes de arcilla, humedad muy baja y plasticidad media en dichos lentes. A partir de los 50 m, son arcillas de alta plasticidad y humedad firme. En gran parte de los datos, el N de campo se encuentra cercano a los 20 golpes/pie, y predominantemente, la resistencia a la compresión confinada está por debajo de los 0,5 kg/cm². Los coeficientes de compresibilidad obtenidos se encuentran por debajo de 0,4, con esfuerzos de preconsolidación menores a 1,6 kg/cm². De acuerdo con los ensayos de consolidación unidimensional, los estratos son normalmente consolidados. A 70 m de profundidad se alcanzan 350 ton de resistencia por fuste, con pilotes de 1 m.

Figura 34. Columna estratigráfica de la zona 2,2 en estudios del Metro de Bogotá



Fuente: Empresa Metro de Bogotá

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LA EMPRESA FÉRREA REGIONAL

A través de la empresa Férrea Regional se accedió al informe para la estructuración del proyecto Regiotram de Occidente. La información encontrada en el documento contiene generalidades respecto a la investigación geotécnica que se llevó a cabo, pero aún no ha sido posible obtener los registros de sondeos y apiques ejecutados. Esta información puede servir como referencia para la zona de inicio del trazado.

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU

Por medio del repositorio del Instituto de Desarrollo Urbano, se pudo acceder a la documentación contractual de diferentes puentes vehiculares y peatonales que se encuentran a lo largo del trazado, especialmente sobre la Autopista Sur. Se resume en la Tabla 8, la información relacionada con perfiles estratigráficos y cimentaciones que se encontró.



 Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA	ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-CUNDINAMARCA.	 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
---	--	--

Tabla 8. Información geotécnica y de cimentaciones encontrada en algunos puentes sobre el trazado

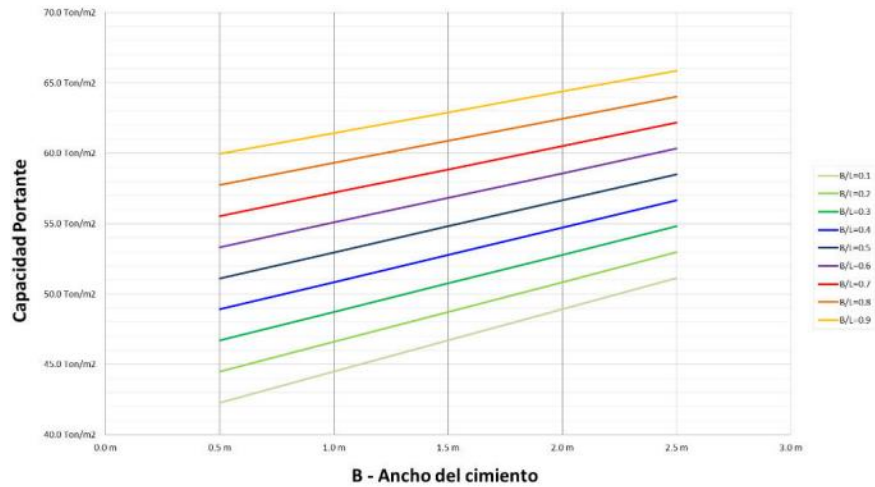
CÓDIGO PUENTE	UBICACIÓN	Resumen de la información encontrada
22142939 y 22142768	Autopista Sur por Avenida Villavicencio - 2 Puentes vehiculares y 1 de Transmilenio	<p>No se cuenta con las perforaciones, pero se tienen los planos de las estructuras, de los cuales se pudo extraer las dimensiones de las cimentaciones, las cuales pueden servir como referencia. Los estribos se encuentran cimentados sobre grupos de 3 pilotes de 80 cm de diámetro y 30 m de profundidad, con separaciones de 2,40 m. Las pilas están cimentadas sobre grupos de 4 pilotes de 80 cm de diámetro y 26,5 m de longitud separados a 2,40 m de centro a centro. Los cabezales de los pilotes tienen espesores de 1,20 m. Todos los pilotes son en concreto reforzado. Maneja luces entre 25 y 36 m.</p>
22145011	Avenida del Sur por KR 72 D	<p>No se cuenta con el registro de las perforaciones, pero se tiene el perfil estratigráfico empleado para proyectar el reforzamiento de la cimentación y la estructura del puente. El perfil está conformado por arena arcillosa hasta los 3,70 m de profundidad, seguida de limos hasta 12,5 m, un estrato de arena gruesa de 3 m, y estratos de limo arcilloso hasta 20 m. La cimentación inicialmente estaba conformada por zapatas de 2,80x2,80m, con espesor de 50 cm, y se reforzó con 8 micropilotes de 20 cm de diámetro separados 1,65 m entre sí y con una profundidad de 15 m, vinculados a través de una nueva zapata con dimensiones de 3,9x3,9 m y espesor de 1 m, que cubre la zapata existente.</p>

22160180	Centro comercial Centro mayor	Se cuenta con perforaciones de 30 m de profundidad, en donde se encontraron intercalaciones de arcillas y arenas limosas. Los valores del N de campo rondan los 10 golpes/pie hasta una profundidad de 4,4 m; a partir de esta profundidad, comienza a incrementar, rondando valores entre 15 y 20 golpes/pie. Entre 17 y 19 m se obtiene rechazo, por debajo de esta profundidad se vuelve a valores entre 10 y 20 golpes/pie. Entre 28,4 m y 29,2 m de profundidad se encuentra un estrato de turba con límite líquido por encima de 120%. Los límites líquidos de las arcillas están entre 60% y 100%. Se registraron resultados del ensayo de resistencia a la compresión inconfiada alrededor de 1 kg/cm ² salvo a 10 m de profundidad, en donde se obtuvieron valores cercanos a 250 kg/cm ² .
----------	----------------------------------	--

También se encontró la información técnica obtenida en los estudios de prefactibilidad del corredor férreo del sur. En este estudio se hicieron perforaciones para estaciones de 6 m de profundidad (3 por estación). Se encontró en el componente de geotecnia que, a partir de correlaciones se les asignó a los suelos de Avenida Ferrocarril del sur una resistencia al corte no drenada de 0,91 kg/cm², y unos parámetros de resistencia a largo plazo de 0,27 kg/cm² de cohesión, y un ángulo de fricción de 30°. Así mismo, se determinó un coeficiente de compresibilidad de 0,477, coeficiente de expansión de 0,048 y módulo de elasticidad de 197 kg/cm². Se definió una única zona geotécnica para todo el corredor.

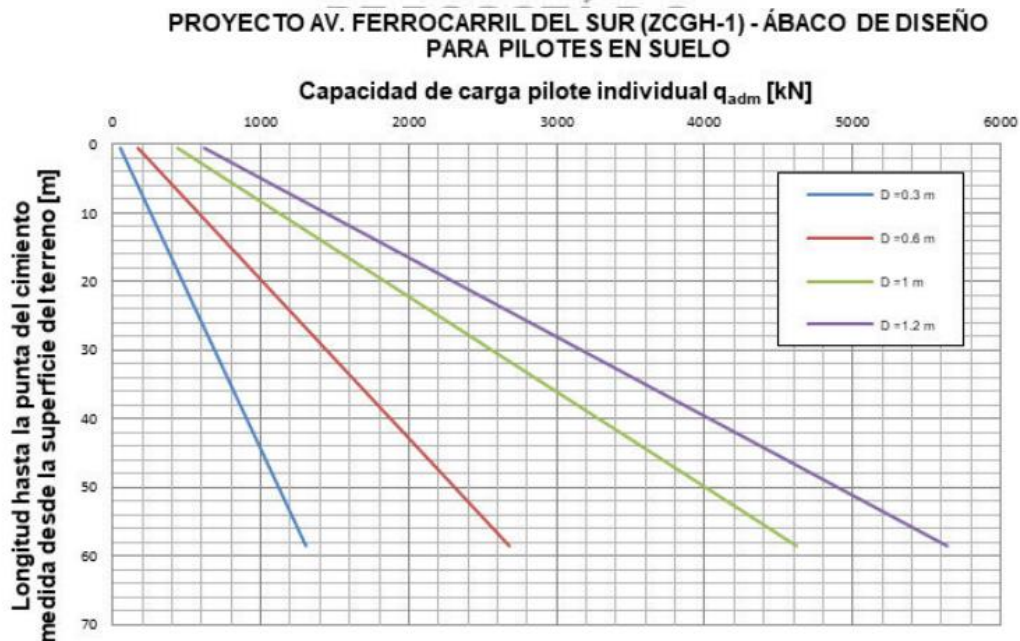
Del mismo modo, se encontraron los cálculos de capacidad portante para cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas, los cuales se muestran en la Figura 35 y Figura 36.

Figura 35. Cálculos de capacidad portante de cimentaciones superficiales realizados en estudios de prefactibilidad del Corredor Férreo del Sur



Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU

Figura 36. Cálculos de capacidad portante de pilotes realizados en estudios de prefactibilidad del Corredor Férreo del Sur



Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LA ALCALDÍA DE SOACHA

A través de la Alcaldía de Soacha se pudieron obtener los shapefiles de los mapas utilizados como insumo para la actualización del POT; se suministró una gran cantidad de mapas, sin embargo, los mapas de amenaza por remoción en masa y por inundación aún se encuentran en revisión.

9. CONCLUSIONES

- El trazado se encuentra localizado en su totalidad sobre depósitos de origen cuaternario, principalmente aluvial, asociado a los ríos Fucha, Tunjuelo y Bogotá, junto con sus afluentes. Los materiales presentes en la zona son predominantemente arcillas limosas y, en algunos puntos, se presentan intercalaciones con estratos arenosos de poco espesor.
- Se identificaron suelos con altos límites líquidos en la mayoría de los casos, lo cual da indicios de que se presenten suelos altamente compresibles. Otra de las condiciones geotécnicas importantes, es la susceptibilidad de los suelos a presentar fenómenos de licuefacción.
- No se identificaron amenazas por remoción en masa, ni inundaciones a lo largo del trazado.
- A la altura del municipio de Soacha, se encuentran materiales rocosos del Cretáceo y Paleógeno, altamente fracturados por el fallamiento de la zona; estos materiales se encuentran aproximadamente a 70 m del trazado planteado y tienen una zonificación baja a intermedia de amenaza por movimientos en masa.
- La zona sobre la que se desarrolla el proyecto corresponde a una zona de amenaza sísmica intermedia, con coeficientes de aceleración en superficie A_0 entre 0,15 y 0,2g para un periodo de retorno de 475 años.
- Se identificaron cruces importantes a la altura de la Calle 13, Calle 6, glorieta en la Calle 3, río Fucha, Av. 1 de mayo, Av. Boyacá, río Tunjuelo y Calle 57 Sur, los cuales probablemente requieran que se plantee una solución, ya sea mediante pasos elevados o subterráneos.