

CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 GEOLOGÍA

5.1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

5.1.3 SISMICIDAD



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.



COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL- MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021 – INFORMACIÓN ADICIONAL

Proyecto Segundo refuerzo de red
en el área oriental: Línea de transmisión
La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV

UPME 07 2016

TCE-ET2W-GPB00-0003-1

Control de Cambios SMAYD LTDA

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
30/01/2022	V0	Versión Inicial
01/10/2022	VF	Versión Final
ELABORADO POR: Grupo interdisciplinario SMAYD LTDA	REVISADO POR: A. Fajardo	APROBADO POR: A. Fajardo

Control de Revisiones TCE

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
02/10/2022	VF	Aprobado
ELABORADO POR: SMAYD LTDA	REVISADO POR: L. Montenegro	APROBADO POR: E. Bordinon

CONTENIDO

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	6
5.1. Medio Abiótico	6
5.1.1 Geología	6
5.1.1.1 Geología Regional	6
5.1.1.1.1 Grupo Villeta	6
5.1.1.1.1.1 Formación Trincheras (Kitra)	7
5.1.1.1.1.2 Formación Socotá (Kis)	7
5.1.1.1.1.3 Formación Capotes (Kic)	7
5.1.1.1.1.4 Formación Hiló (Kih)	7
5.1.1.1.1.5 Formación Simijaca (Kss)	12
5.1.1.1.1.6 Formación La Frontera (Ksf)	13
5.1.1.1.1.7 Formación Conejo (Kscn)	14
5.1.1.1.2 Grupo Guadalupe	15
5.1.1.1.2.1 Formación Arenisca Dura (Ksgd)	15
5.1.1.1.2.2 Formación Plaeners (Ksgpl)	15
5.1.1.1.2.3 Formación Labor y Tierna (Kslt)	15
5.1.1.1.3 Formación Guaduas (K2E1g)	19
5.1.1.1.4 Formación Bogotá (Pgbo)	19
5.1.1.1.5 Formación La Regadera (Pgr)	19
5.1.1.1.6 Formación Usme (Pgu)	19
5.1.1.1.7 Formación Tilatá (NgQt)	23
5.1.1.1.8 Formación Río Tunjuelito (Q1tu)	23
5.1.1.1.9 Formación Sabana (Q1sa)	23
5.1.1.1.10 Formación Chía (Q2ch)	23
5.1.1.2 Geología Local	25
5.1.1.2.1 Grupo Villeta	26
5.1.1.2.1.1 Formación Conejo (K2c / Kscn)	26
5.1.1.2.2 Grupo Guadalupe	28
5.1.1.2.2.1 Formación Arenisca Dura (K2d / Ksgd)	28
5.1.1.2.2.2 Formación Plaeners (K2p / Ksgpl)	30

5.1.1.2.2.3 Labor y Tierna (K2t / Kslt).....	32
5.1.1.2.2.3 Formación Guaduas (K2E1g).....	34
5.1.1.2.2.4 Formación Tilatá (N2t / NgQt)	35
5.1.1.2.2.5 Depósitos Fluvioglaciares (Q2c / Qflg).....	36
5.1.1.2.2.6 Formación Río Tunjuelito (Q1tu)	34
5.1.1.2.2.7 Formación Chía (Q2ch)	35
5.1.1.2.2.8 Depósito Aluvial (Qal / Qsch)	36
5.1.2 Geología Estructural	38
5.1.2.1 Marco Estructural Regional de Colombia.....	38
5.1.2.2 Marco Estructural Regional de la Sabana de Bogotá	39
5.1.2.3 Principales Rasgos Estructurales de la región Soacha-Tequendama.....	39
5.1.2.3.1 Falla del Río Tunjuelo.....	39
5.1.2.3.2 Sinclinal de Usme.....	39
5.1.2.3.3 Sistema de Fallas de Soacha.....	40
5.1.2.3.4 Falla de Cajita.....	40
5.1.2.3.5 Falla de Sibaté.....	40
5.1.2.3.6 Falla de Santa Bárbara.....	40
5.1.2.3.7 Sistema de Fallas del Tequendama.....	41
5.1.2.3.8 Sinclinal de Sibaté	41
5.1.2.3.9 Anticlinal de Soacha	41
5.1.2.3.10 Sinclinal de Soacha	41
5.1.2.4 Marco Estructural Local.....	41
5.1.2.4.1 Falla Inferida.....	43
5.1.2.4.2 Falla Cubierta	43
5.1.2.4.3 Falla Inversa o de Cabalgamiento Definida	44
5.1.2.4.4 Falla de Cabalgamiento Cubierta	46
5.1.3 Sismicidad	46
5.1.3.1 Introducción	46
5.1.3.2 Análisis de la Aceleraciones.....	49
5.1.3.3 Catálogo de eventos en un radio de 25 km.....	50
5.1.3.4 Situación frente a la Intensidad Sísmica	51

5.1.3.5 Situación frente a la zonificación de Amenaza Sísmica.....	1
--	---

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
--	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1. Geología local. Área por unidad	25
Tabla 5-2 Torres Ubicadas por Formación Geológica	38
Tabla 5-3. Longitud por tipo de fallamiento	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Columna Estratigráfica Formación Trincheras.....	8
Figura 5-2 Columna Estratigráfica Formación Socotá	9
Figura 5-3 Columna Estratigráfica Formación Capotes	10
Figura 5-4 Columna Estratigráfica Formación Hilo	11
Figura 5-5 Columna Estratigráfica Formación Simijaca	12
Figura 5-6 Columna Estratigráfica Formación La Frontera	13
Figura 5-7 Columna Estratigráfica Formación Conejo	14
Figura 5-8 Columna Estratigráfica Grupo Guadalupe – Fm. Arenisca Dura.....	16
Figura 5-9 Columna Estratigráfica Generalizada Grupo Guadalupe - Fm. Plaeners.....	17
Figura 5-10 Columna Estratigráfica Generalizada Grupo Guadalupe - Fm. Labor y Tierna.....	18
Figura 5-11 Columna Estratigráfica de la Formación Guaduas	20
Figura 5-12 Columna Estratigráfica de la Formación Bogotá	21
Figura 5-13 Columna Estratigráfica de la Formación La Regadera	22
Figura 5-14 Columna Estratigráfica de la Formación Tilatá	24
Figura 5-15 Localización de la Formación Conejo en el área de influencia.....	27
Figura 5-16 Localización de la Formación Arenisca Dura en el área de influencia	29
Figura 5-17 Localización de la Fm Plaeners en el área de influencia.....	31
Figura 5-18 Localización de Fm Labor y Tierna en el área de influencia	33
Figura 5-19 Localización de la Formación Guaduas en el área de influencia	34
Figura 5-20 Localización de la Formación Tilatá en el área de influencia	35
Figura 5-21 Localización de los depósitos Fluvioglaciares en el área de influencia.....	34

Figura 5-22 Localización de los depósitos de la Fm Río Tunjuelito en el área de influencia	35
Figura 5-23 Localización de los depósitos de la Fm Chía en el área de influencia	36
Figura 5-24 Localización de los depósitos Aluviales en el área de influencia	37
Figura 5-25 Principales Rasgos Estructurales en la Zona de Estudio	42
Figura 5-26 Falla Inferida.....	43
Figura 5-27 Falla Cubierta	44
Figura 5-28 Falla Inversa o de Cabalgamiento definida.....	45
Figura 5-29 Falla Inversa o de Cabalgamiento Cubierta.....	46
Figura 5-30 Localización de sismos registrados en el SGC (2022)	50
Figura 5-31 Localización de sismos en un radio de 30 km (Geoportal SGC, 2022)	51
Figura 5-32 Intensidad Sísmica Observada	1
Figura 5-33 Intensidad Sísmica Esperada	1
Figura 5-34 Amenaza Sísmica	51
Figura 5-35 Intensidad Sísmica esperada.....	51

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5-1 Bloques volcados de la Formación Conejo	26
Fotografía 5-2 Grupo Guadalupe – Formación Arenisca Dura	29
Fotografía 5-3 Muestra de mano Fm Arenisca Dura.....	30
Fotografía 5-4 Grupo Guadalupe – Formación Plaeners	31
Fotografía 5-5 Muestra de mano Fm Plaeners	32
Fotografía 5-6 Grupo Guadalupe – Formación Labor y tierna	33
Fotografía 5-7 Depósito de la formación Tilatá en el área de influencia.....	36
Fotografía 5-8 Sector Chicaque. Depósito fluvioglaciario	36
Fotografía 5-9 Afloramiento depósito Fluvioglaciario	36
Fotografía 5-10 Depósito Aluvial. Cerca industria Vidriera	37
Fotografía 5-11 Depósitos de bloques cauce del Río Bogotá – Acceso Nueva Esperanza	37

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1. Medio Abiótico

5.1.1 Geología

El área sobre la cual se localiza la infraestructura, obras y/o actividades objeto de la modificación N°2 de la Licencia Ambiental del Proyecto “Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de Transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 Kv”, otorgada por ANLA mediante Resolución No. 170 de 2021 (en adelante Modificación 2), corresponde a una franja de terreno ubicada entre los municipios de San Antonio del Tequendama y Soacha, en el departamento de Cundinamarca; con lo que se complementa el proyecto licenciado previamente el cual abarca en su extensión total desde la vertiente este de la Cordillera Occidental, pasa sobre la Cordillera Central, el Valle Medio del Magdalena para culminar su recorrido en el flanco oeste de la Cordillera Oriental.

La Geología presentada como parte de la modificación 2 hace que el proyecto alcance parte del altiplano Cundiboyacense, en la Sabana de Bogotá; cuya geología se compone predominantemente de rocas sedimentarias de edades Cretácicas, Terciarias y Cuaternarias.

El estudio geológico se basó en visitas de campo para el levantamiento y verificación de la información preexistentes y consultada en las referencias bibliográficas analizadas, la observación, el análisis de muestras de mano y el apoyo con información de sensores remotos.

5.1.1.1 Geología Regional

La zona de estudio se encuentra enmarcada en el flanco oeste de la Cordillera Oriental; como se mencionó anteriormente, la cordillera oriental se encuentra conformada por una secuencia sedimentaria de ambientes marino profundo, marino somero y continental; la cual fue levantada y plegada, debido al proceso orogénico andino.

En el sector del estudio afloran rocas Cretácicas pertenecientes al Grupo Villeta, al grupo Guadalupe y a la formación Guaduas, y rocas y unidades de edad terciaria y cuaternaria de las formaciones Bogotá, La Regadera, Usme, Tilatá, Rio Tunjuelito, Sabana y Chía.

5.1.1.1.1 Grupo Villeta

El grupo Villeta representa rocas de ambiente marino profundo a somero depositadas desde el Barremiano tardío hasta el Coniaciano; corresponden a una alternancia de Shales, limolitas y areniscas con variaciones laterales de facies, presentes entre la cuenca del Putumayo y la parte septentrional de la cordillera oriental, aunque al respecto, Julivert (1968) recomienda restringir el uso del término Villeta, “y en cambio aplicar las nomenclaturas existentes para cada región”; la designación del nombre Villeta se atribuye a Hettner en 1892. Por otra parte, el Grupo Guadalupe corresponde principalmente a rocas de ambiente marino restringido de arco de isla, cuya edad se extiende desde el Campaniano hasta el Maastrichtiano; su nombre fue usado por Hettner en 1892 por su localidad tipo en el cerro Guadalupe, uno de los cerros tutelares al oriente de Bogotá; la formación guaduas representa un ambiente transicional entre marino somero y continental, las demás formaciones terciarias y cuaternarias representan un ambiente principalmente fluvial continental.

De igual manera, este Grupo ha sido definido en la literatura como sucesiones de Lutitas negras de edad cretácica en diversas regiones del país, como se mencionó anteriormente el nombre "Villeta" con el que se designó, se atribuye a HETTNER (1892); Ulloa et al. (1993), ha dividido al Grupo en siete unidades distintas comenzando por la Formación Trincheras que suprayace a las rocas de la formación La Naveta, y terminando con la formación Conejo, que infrayacen a las rocas del grupo Guadalupe, Formación Arenisca Dura. A continuación, se presenta una breve reseña de las formaciones que componen el Grupo Villeta:

5.1.1.1.1.1 Formación Trincheras (Kitra)

Cáceres y Etayo (1969) denominaron así a una secuencia de 325 m, en su localidad tipo, compuesta en general por intercalaciones de lodolitas con limolitas de cuarzo y calizas biomicríticas, en la parte media; y areniscas de grano fino a medio con estratificación paralela, ondulosa y lenticular, hacia la parte superior de la secuencia.

En cuanto al ambiente, se ha inferido uno de plataforma somera, siliciclástica y calcárea, con aguas claras bien oxigenadas lo que se infiere por la presencia de abundante fauna bentónica. Para este primer miembro de la unidad se levantó una sección por la quebrada El Tigre, la cual se propone como sección de referencia principal; allí afloran los 320 m superiores, consistentes en lodolitas no calcáreas, de color negro (N2-N3), con intercalaciones de calizas biomicríticas y cuarzoarenitas de grano fino (Acosta & Hulloa, Memoria Explicativa, 2001), tal como se aprecia en la Figura 5-1.

5.1.1.1.1.2 Formación Socotá (Kis)

Cáceres y Etayo (1969), denominaron Formación Socotá a una sucesión de areniscas calcáreas con laminación plana-paralela a ondulosa, lutitas de color gris y lutitas y margas fosilíferas. Las secciones de referencia para los Miembros Socotá y Capotes se encuentran en la Quebrada Socotá, basados en fósiles, se calculó una edad correspondiente al Aptiano tardío y un ambiente de depósito es de plataforma interna, abanicos submarinos y turbiditas, como se observa en la Figura 5-2.

5.1.1.1.1.3 Formación Capotes (Kic)

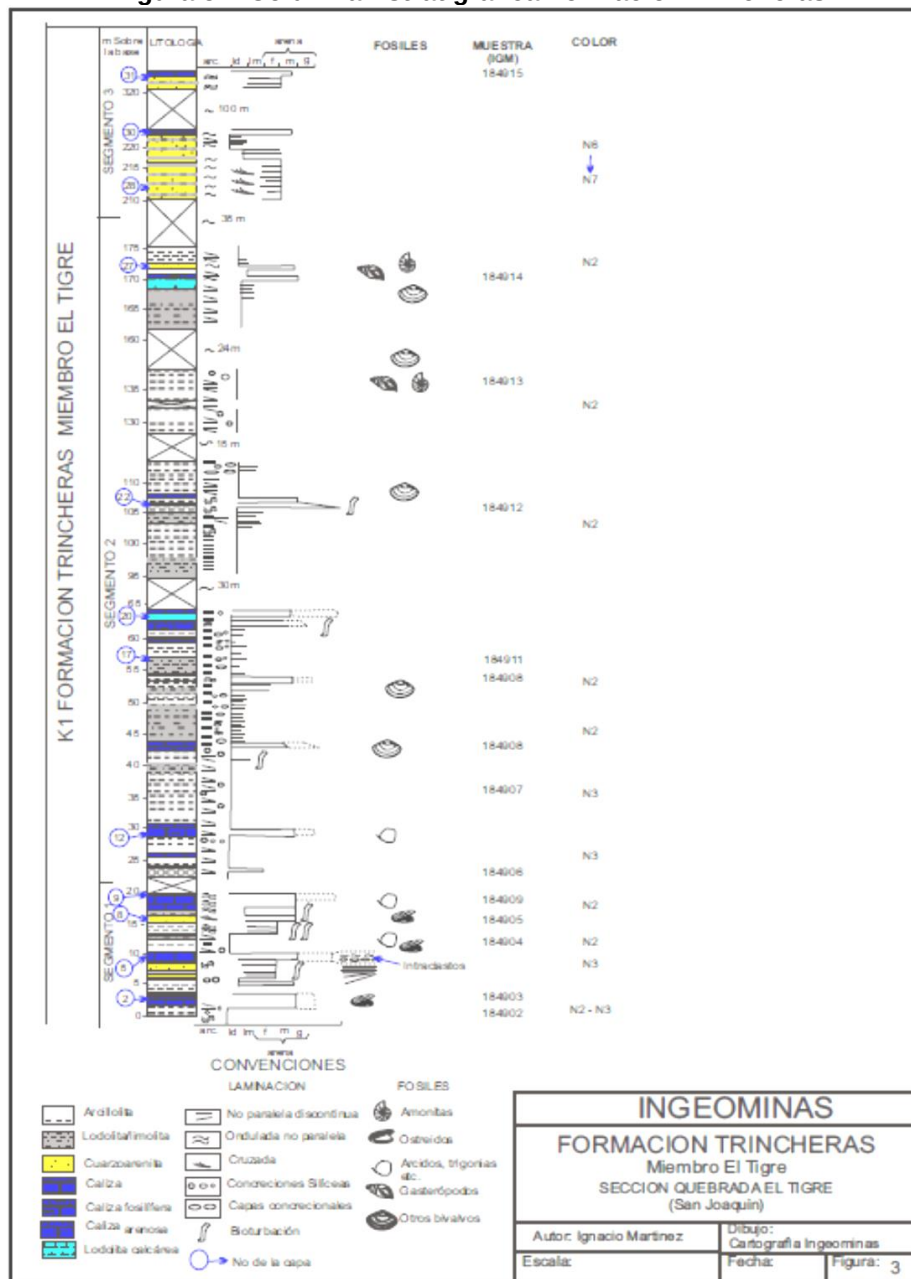
Según Etayo y Serna (1979), la Formación Capotes está compuesta por “lodolitas calcáreas laminadas, de color negro, y lodolitas no calcáreas con intercalaciones de capas de delgadas a medias de calizas concreciónales, con laminación plano-paralela, turboglifos y contenido de yeso”; la edad asignada por Etayo (1979) es Albiano temprano y se infiere, tras el análisis, un ambiente marino profundo en una cuenca cerrada, en la Figura 5-3 se observa la columna estratigráfica de la formación, levantada en el área de Vergara-Cerínza-Pacho.

5.1.1.1.1.4 Formación Hiló (Kih)

Fue designada como Horizonte de Hilo por Hubach (1931) y luego Cáceres y Etayo (1969), le dieron la categoría de formación. Esta se encuentra limitada, en la base por el Miembro Capotes, y en el techo por la unidad de lodolitas ind denominadas, y su sección de referencia se encuentra en la vía Anapoima-Apulo (Etayo y Serna 1979); Acosta (1993) redefine la unidad proponiendo un estratotipo compuesto, el cual tiene como lectostratotipo la sección levantada por la carretera Bituima. La formación Hiló se puede describir como intercalaciones de limolitas, areniscas de grano fino y en algunos casos, chert. Estos estratos presentan múltiples evidencias de control estructural de tipo compresivo. Las repetidas evidencias paleoambientales como abundancia de foraminíferos, la presencia de radiolarios y ausencia de especies

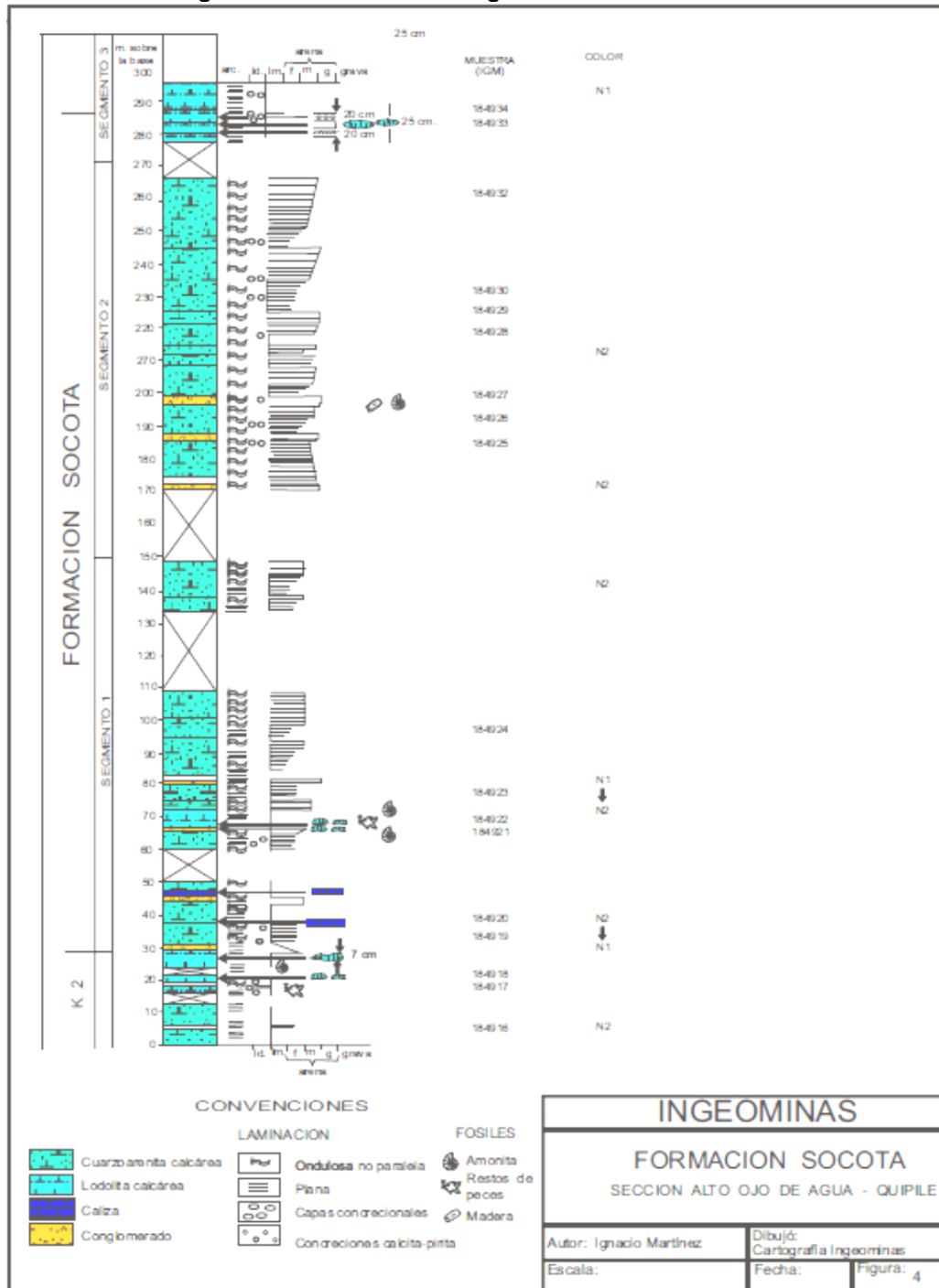
bentónicas, muestran una edad es Albiano tardío – Cenomaniano temprano, y un ambiente de depósito de zonas pelágica y hemipelágica, la Figura 5-4, muestra la columna estratigráfica con detalles de estructuras y capas.

Figura 5-1 Columna Estratigráfica Formación Trincheras



Fuente: (Acosta & Hulloa, Memoria Explicativa, 2001)

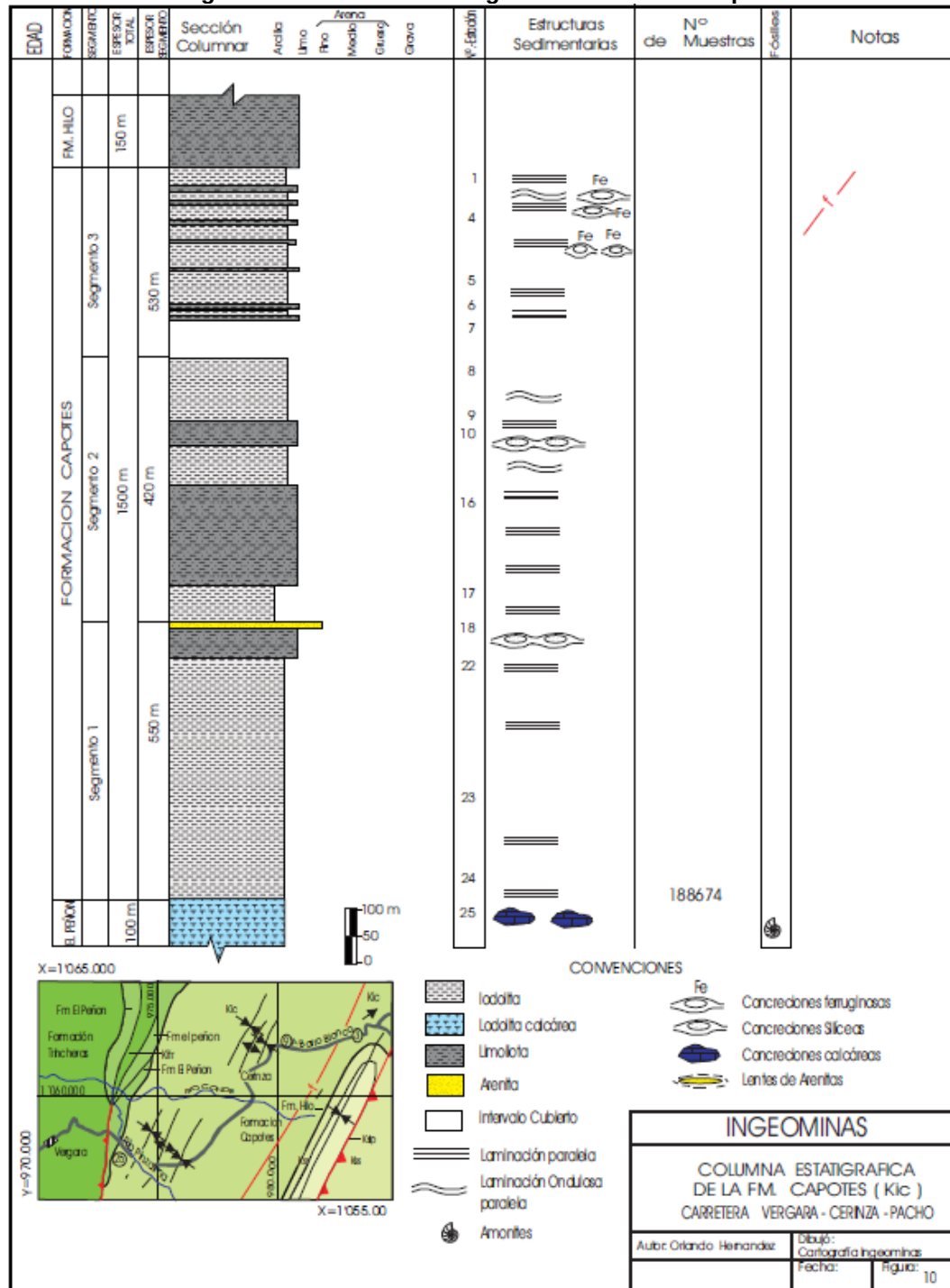
Figura 5-2 Columna Estratigráfica Formación Socotá



Fuente: (Acosta & Hulloa, Memoria Explicativa, 2001)

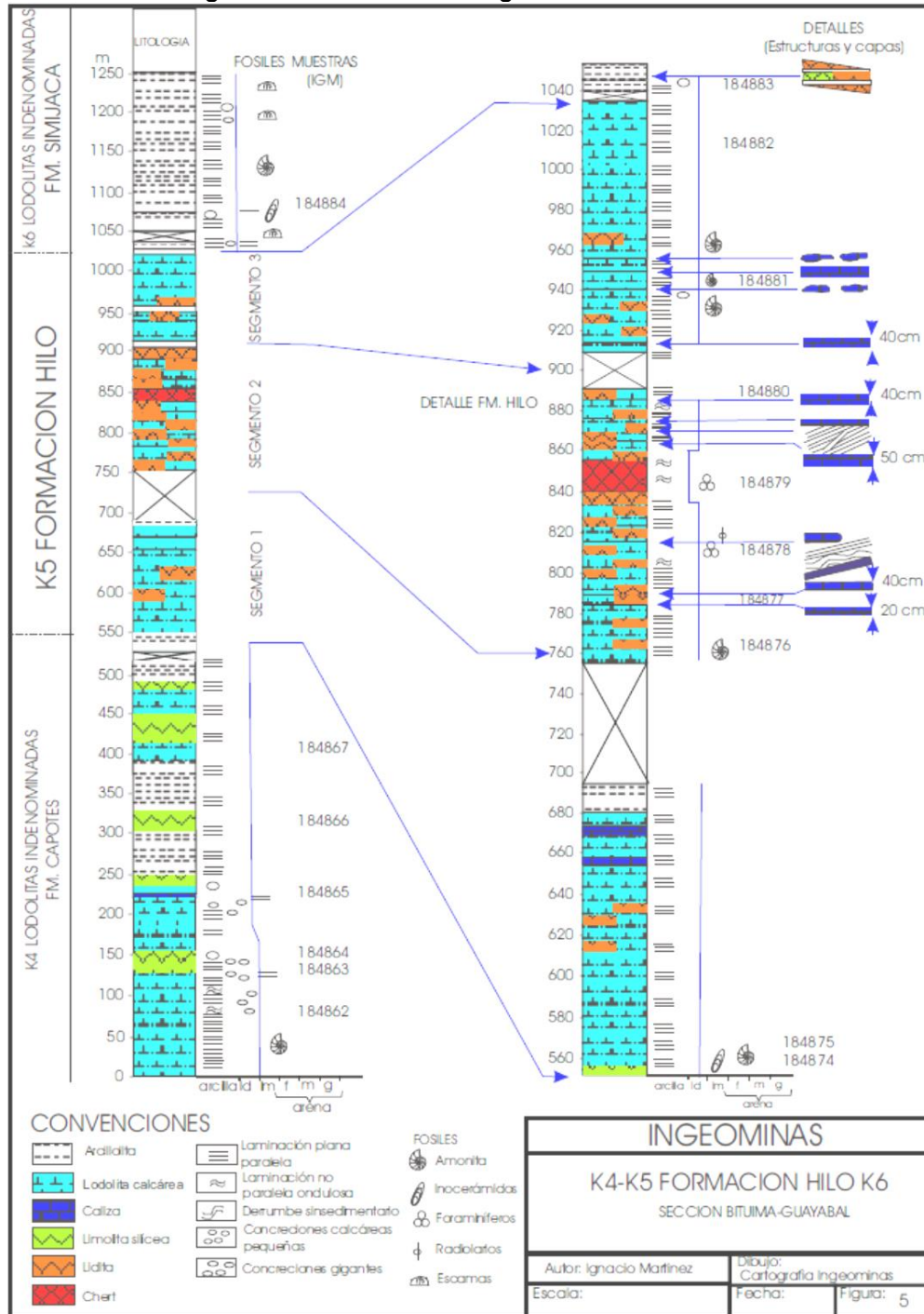
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-3 Columna Estratigráfica Formación Capotes



Fuente: (Acosta & Ulloa, 2001)

Figura 5-4 Columna Estratigráfica Formación Hilo



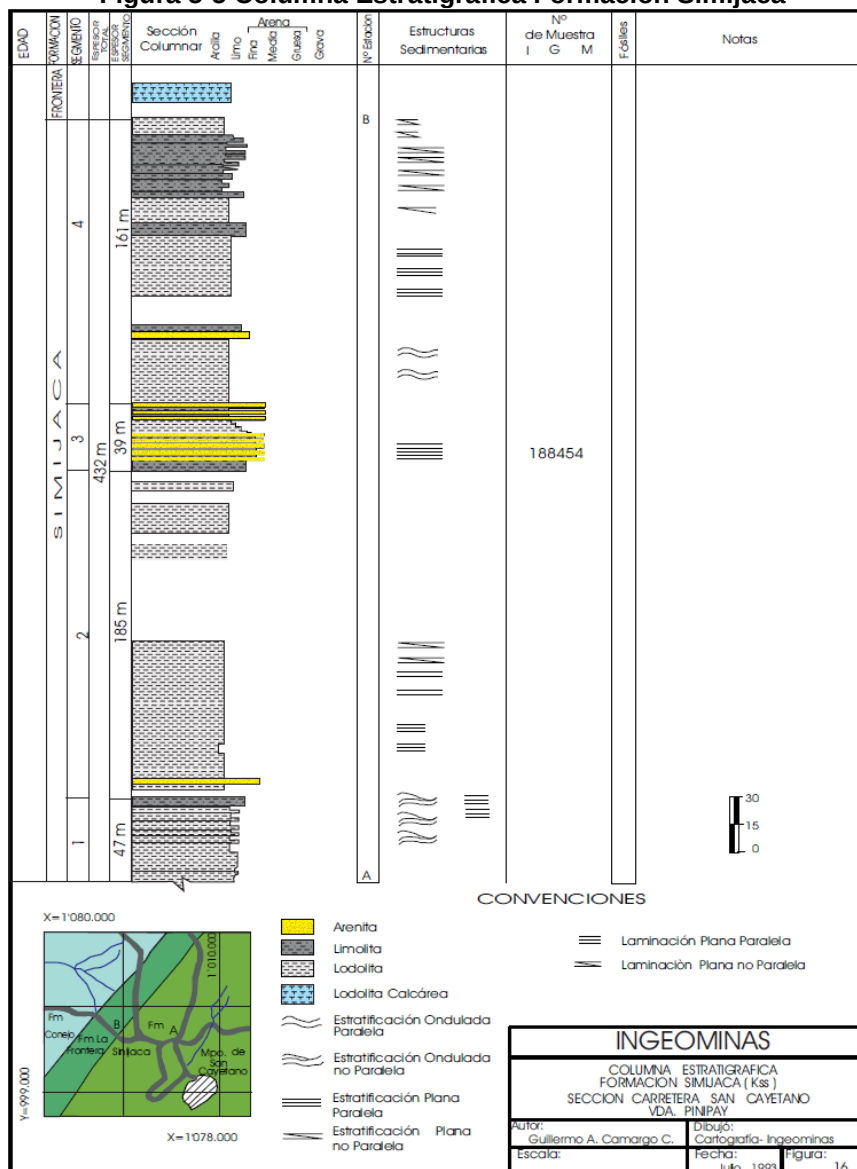
Fuente: (Acosta & Hulloa, Memoria Explicativa, 2001)



5.1.1.1.1.5 Formación Simijaca (Kss)

Ulloa & Rodríguez (1991), denominaron así a una sucesión de arcillolitas y limolitas de color gris oscuro, intercaladas con areniscas cuarzosas. Se le asigna una edad de Cenomaniano (Etayo, 1979). Aspectos como la prevalencia de arcillolitas, la presencia de foraminíferos planctónicos en la base y evidencias de bivalvos y bioturbación hacia el techo, sugieren un ambiente de sedimentación prodelta; un mayor detalle de la columna levantada cerca de la vereda Pinpay, del municipio de San Cayetano se muestra en la Figura 5-5.

Figura 5-5 Columna Estratigráfica Formación Simijaca

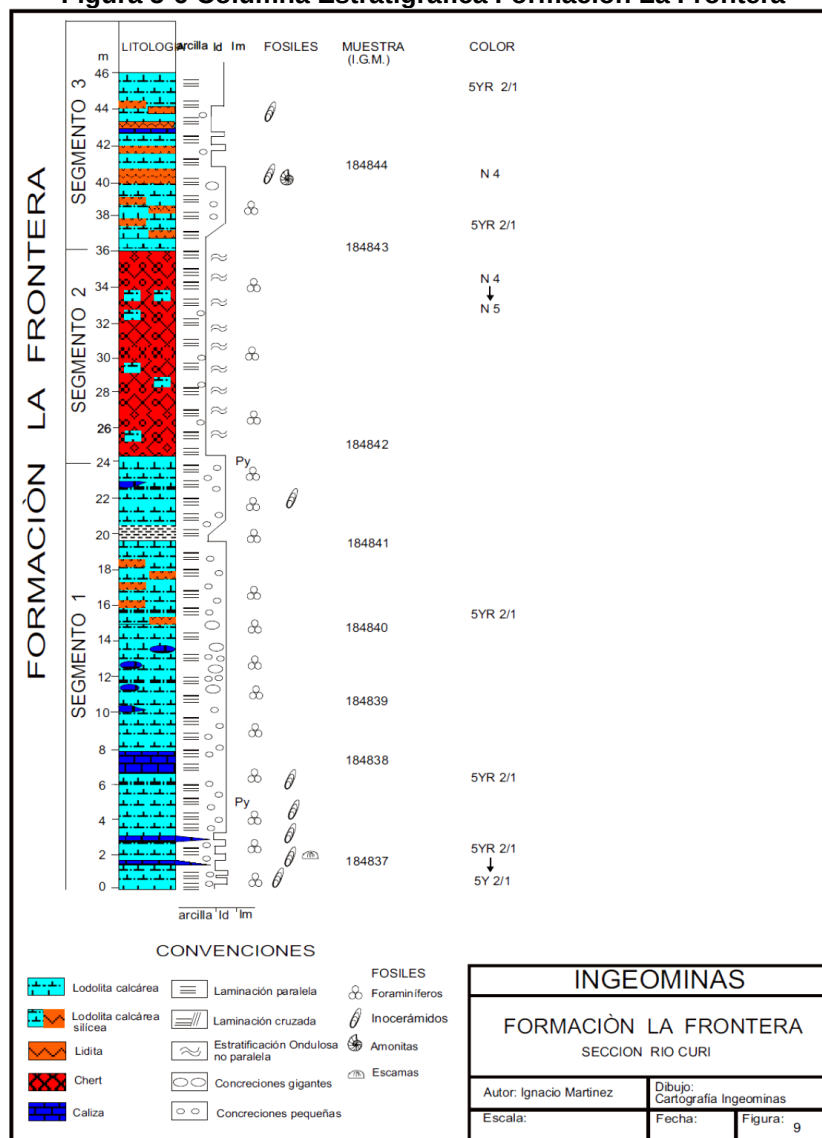


Fuente: (Acosta & Ulloa, 2001)

5.1.1.1.1.6 Formación La Frontera (Ksf)

Hubach (1931), llamó así a un grupo de intercalaciones de calizas, arcillolitas carbonosas y chert que afloran en la estación de tren La Frontera en el municipio de Albán. Según Bürgli (1957), la edad definida para esta formación es Turoniano y en la parte alta Coniaciano; el ambiente de depositación es pelágico y hemipelágico, inferido por las condiciones anóxicas, por la ausencia de vida bentónica y por la presencia de abundante pirita framboidal; en la Figura 5-6 se aprecia un mayor detalle de la columna estratigráfica de la Formación La Frontera.

Figura 5-6 Columna Estratigráfica Formación La Frontera

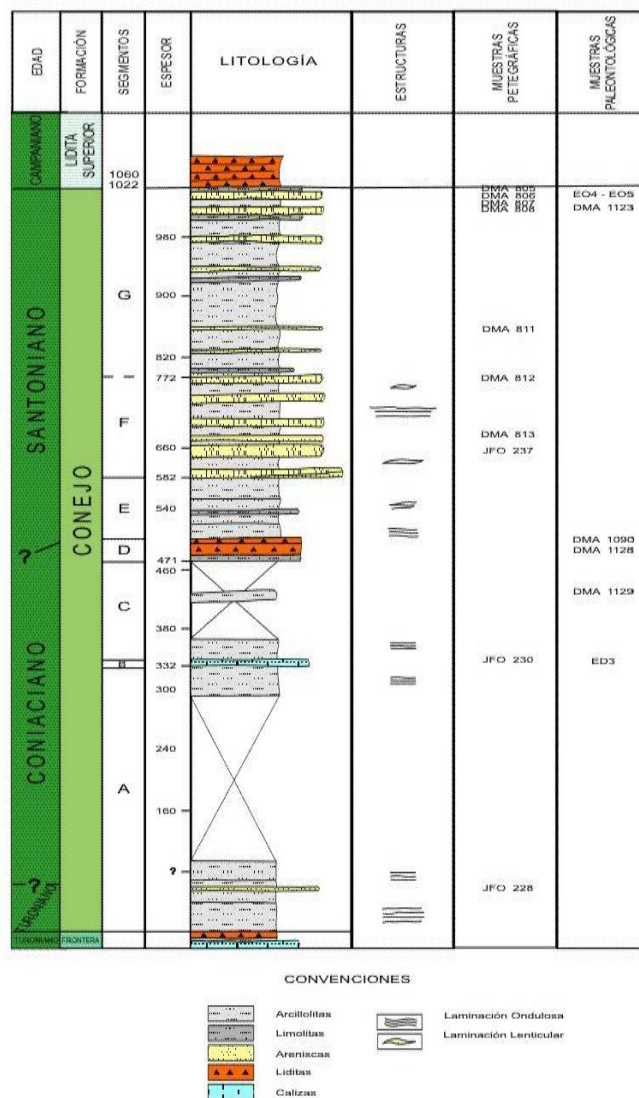


Fuente: (Acosta & Hulloa, Memoria Explicativa, 2001)

5.1.1.1.1.7 Formación Conejo (Kscn)

Renzoni (1981), propone este nombre para las intercalaciones de arcillolitas (normalmente calcáreas), con concreciones de micrita, algunas arcillolitas no calcáreas con limolitas cuarzosas y areniscas de grano fino a medio. Etayo (1979), señala para esta formación, una edad de Coniaciano temprano, dada la presencia de diferentes fósiles de este período. Teniendo en cuenta la abundancia de foraminíferos planctónicos, es posible inferir un ambiente de depositación correspondiente a plataforma media a exterior; los ocasionales flujos turbidíticos y presencia de areniscas hacia el techo de la formación, sugieren una transición hacia un mar somero (Figura 5-7).

Figura 5-7 Columna Estratigráfica Formación Conejo



Fuente: SGC, 2005.

5.1.1.1.2 Grupo Guadalupe

Hubach (1931) fija el límite Guadalupe - Villeta, ubicándolo por encima de un nivel de caliza fosilífera, llamado Nivel de Exogira mermeti o Conjunto Chipaque, el cual se observa a lo largo de la carretera Chipaque - Cáqueza. Renzoni (1962, 1968) basado en definiciones anteriores, redefine esta Formación Guadalupe elevándola al rango de grupo y coloca la base sobre la última ocurrencia de lodolitas negras de la Formación Chipaque y su techo en la primera ocurrencia de arcillolitas de la Formación Guaduas; además, divide el grupo en tres formaciones denominadas Arenisca Dura, Plaeners y Labor y Tierna, la sección de referencia se observa a largo de la vía Choachí - Bogotá, entre la quebrada Raizal y en la hoya de la quebrada del Rajadero.

5.1.1.1.2.1 Formación Arenisca Dura (Ksgd)

La Formación Arenisca Dura es la unidad litoestratigráfica inferior del Grupo Guadalupe y su nombre se debe a Hubach (1931) quien definió la localidad tipo en el río San Francisco en los cerros orientales de Bogotá. Luego se levantó una columna completa de ésta en la sección Subachoque-Tabio; se compone de potentes capas de arenisca cuarzosa, intercaladas con limolitas, con buena selección de tamaño y composición. Presentan laminación “ondulosa no paralela a veces discontinua, afectada por bioturbación, rara vez cruzada” (Acosta y Hulloa, 2001). Etayo (1964), basado en fósiles, le atribuye una edad Santoniano; Pérez & Salazar (1971), basados en fósiles, estructuras y composición, infieren un ambiente de mar siliciclástico somero con fluctuaciones de condiciones semi-reductoras a óxicas (Acosta y Hulloa, 2001) (Figura 5-8).

5.1.1.1.2.2 Formación Plaeners (Ksgpl)

El término Plaeners, fue introducido por Hubach (1931), para describir la secuencia de arcillas y liditas que se presenta en la sección intermedia de la formación Guadalupe superior. Luego, Renzoni (1968) le denomina Formación Plaeners y propone las secciones de referencia en la cantera Bella Suiza en Usaquén y en secciones expuestas por la quebrada Raizal en la carretera Bogotá-Choachí. Pérez & Salazar (1971) proponen como sección tipo la secuencia que aflora en el cerro comprendido entre las quebradas Rosales y La Vieja (Acosta y Hulloa, 2001). La unidad se compone de intercalaciones de Liditas con lodolitas y arcillolitas laminadas, con laminación paralela y con muy escasa bioturbación. Basados en fósiles Pérez & Salazar (1971) deducen una edad de Campaniano Maastrichtiano. Sus características sedimentológicas y algunos organismos presentes indican condiciones de costa afuera de poca influencia clástica de grano grueso; un mayor detalle se puede apreciar en la Figura 5-9.

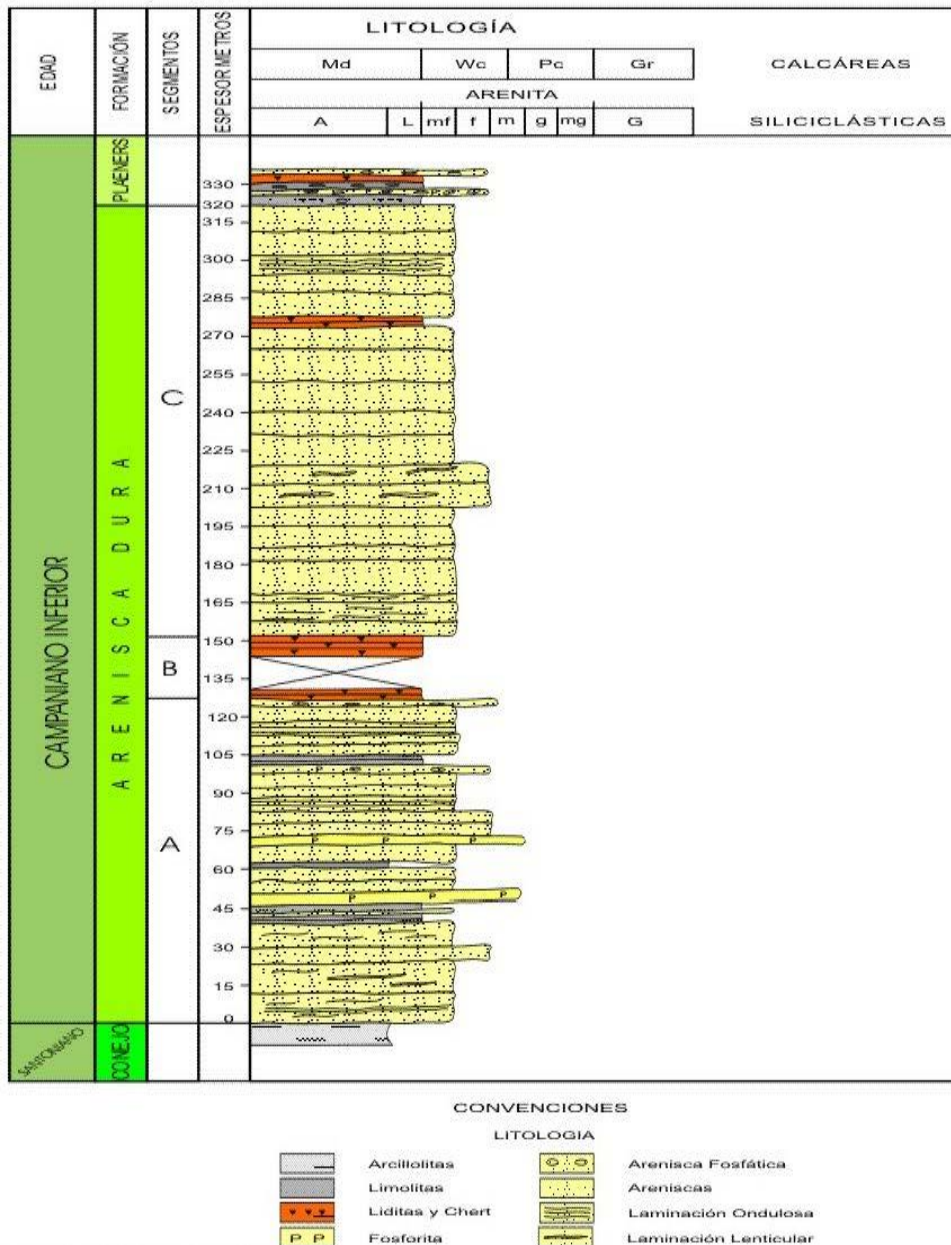
5.1.1.1.2.3 Formación Labor y Tierna (Kslt)

El primero en describir las areniscas de Labor y Tierna fue Hubach (1957), luego fue definida por Renzoni (1968). Siendo la unidad superior del Grupo que constituye la mayor parte de los cerros que bordean la Sabana de Bogotá. Se puede separar en tres conjuntos: el inferior compuesto de areniscas cuarzosas de grano fino a medio; uno intermedio compuesto por arcillolitas y limolitas; y el superior, que se caracteriza por la presencia de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso.

Esta división puede ser observada en su totalidad en el escarpe del Salto de Tequendama donde se observan los tres niveles con el nivel de arcillolitas intermedio que sirve de separación entre las Areniscas Labor y Tierna (Caceres y Etayo 1969). Basados en la presencia de fósiles, Pérez & Salazar (1971, asignan

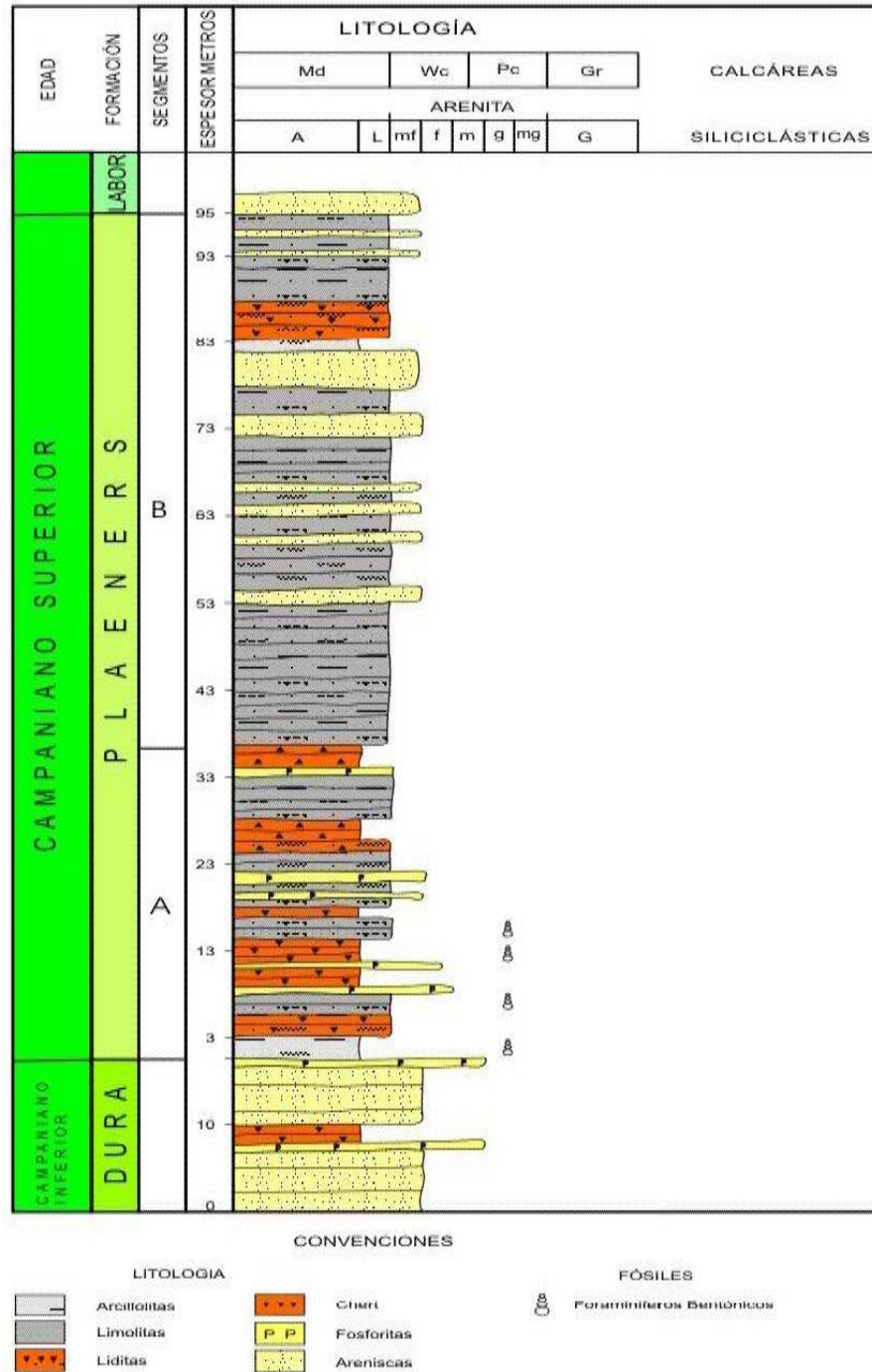
una edad corresponde al Maastrichtiano temprano, y basados en los aspectos sedimentológicos, infieren un ambiente litoral con importante influencia mareal (Figura 5-10).

Figura 5-8 Columna Estratigráfica Grupo Guadalupe – Fm. Arenisca Dura



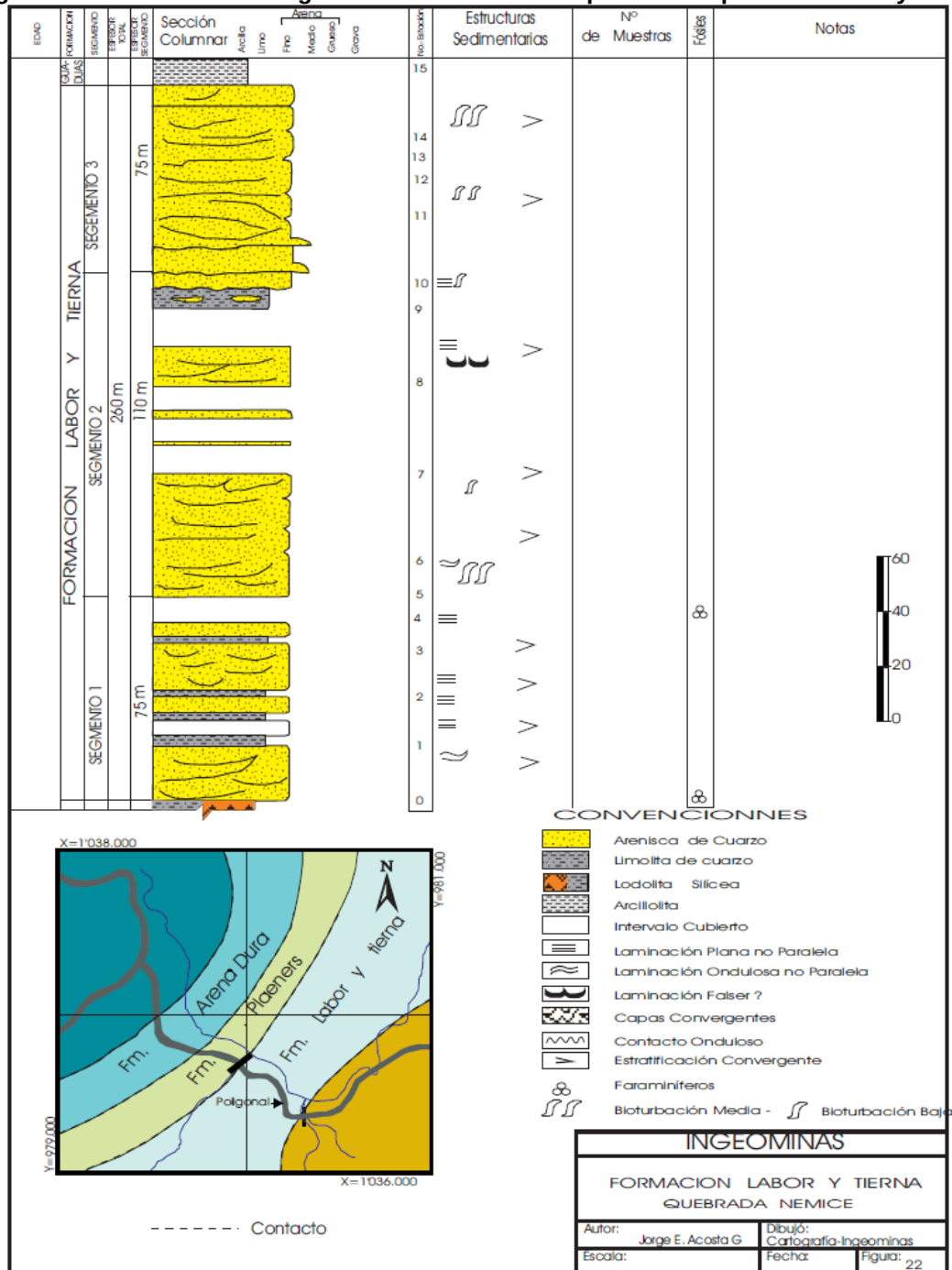
Fuente: SGC, 2005.

Figura 5-9 Columna Estratigráfica Generalizada Grupo Guadalupe - Fm. Plaeners



Fuente: (SGC, 2005)

Figura 5-10 Columna Estratigráfica Generalizada Grupo Guadalupe - Fm. Labor y Tierna



Fuente: (Acosta & Ulloa, 2001)

5.1.1.1.3 Formación Guaduas (K2E1g)

Hettner (1892), fue el primero en llamar así a la secuencia de arcillolitas y areniscas que se observan entre el techo del Grupo Guadalupe y la base de la Formación Cacho. En 1978 Mojica et al. Detallaron la presencia de dos segmentos principales en la formación: el inferior que se compone principalmente de arcillolitas, limolitas, areniscas y carbón; y el segmento superior que es conformado por intercalaciones de arcillolitas abigarradas, capas de areniscas y capas de carbón. Basado en su contenido fosilífero, Van der Hammen (1957) calcula su edad como Maastrichtiano – Paleoceno; y Laverde (1979) describe el ambiente de depositación como costero con variaciones laterales a deltas fluviales, llanuras de marea y albufera, y barra paralela; un mayor detalle del levantamiento estratigráfico de esta formación se observa en la Figura 5-11.

5.1.1.1.4 Formación Bogotá (Pgbo)

También fue Hettner (1892), quien asignó este nombre a la secuencia de arcillolitas que se observa al norte de la sabana de Bogotá. Luego de esto, Hubach (1945), amplía esta delimitación hasta el conjunto de rocas expuestas en la región occidental de la sabana. Los afloramientos cercanos al río Tunjuelito y al río Soacha, revelan la presencia de dos secuencias: la inferior, compuesta por arcillolitas rojas, grises y verdosas, y areniscas líticas y feldespáticas, eventualmente conglomeráticas (Figura 5-12). La secuencia superior se compone principalmente de arcillolitas rojas. Van der Hammen (1958), con base en datos palinológicos, le asigna a la Formación Bogotá una edad del Paleoceno tardío - Eoceno temprano (Acosta y Hulloa, 2001). En cuanto al ambiente depositacional Hoorn (1988) infiere llanuras de inundación con depósitos de barra de meandro relativamente delgados, para la parte inferior; y para la parte superior, interpreta el cambio granulométrico como el resultado de una situación tectónica estable en el área de aporte con disminución progresiva del relieve.

5.1.1.1.5 Formación La Regadera (Pgr)

Julivert (1963), basado en las descripciones de Hubach (1957), Definió a esta unidad como Formación Regadera, y Porta (1974), indica que la localidad tipo se encuentra cerca de la represa de La Regadera. Esta formación aflora en los flancos del sinclinal de Usme en inmediaciones de la quebrada El Chuscal; algunos autores la dividen en 4 segmentos: el segmento 1 se compone por areniscas cuarzo-feldespáticas de tamaños entre fino y conglomeráticos. El segmento 2 se compone de lodolitas con intercalaciones de areniscas gruesas. El segmento 3 se compone de arcillolitas verdes, grises y con coloraciones rojizas y violetas (por meteorización), intercaladas con areniscas de tamaño medio a grueso, de composición cuarzo-feldespática. El segmento 4, está compuesto por intercalaciones de areniscas cuarzo-feldespáticas con cemento silíceo y costras de óxido de hierro, y algunas delgadas capas de arcillolitas grises; . Acosta & Beltrán (1987), basados en análisis palinológicos infieren una edad del Eoceno medio, y proponen una serie de ambientes fluviales anastomosados, meandriformes, llanuras de inundación y de lagunas para el depósito de la unidad (Acosta y Hulloa, 2001). En la Figura 5-13 se observa la columna estratigráfica levantada en la Quebrada El Chuscal, en Usme.

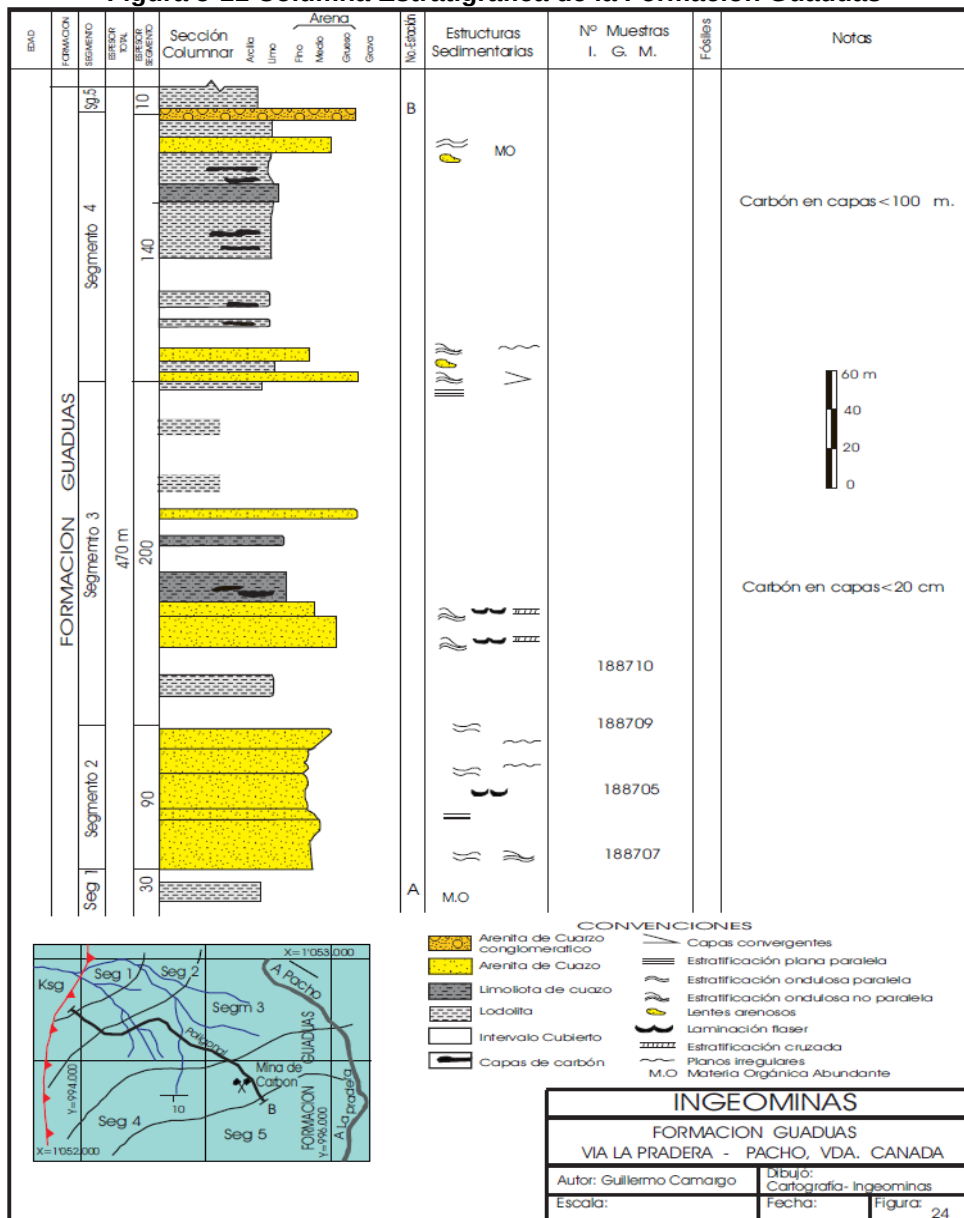
5.1.1.1.6 Formación Usme (Pgu)

Se designa con este nombre a las arcillolitas que afloran en la parte superior del sinclinal de Usme (Hubach 1957), posteriormente Julivert (1963), la describió en dos segmentos: La inferior corresponde a intercalaciones de lutitas con algunas areniscas cuarzosas de grano fino; y una parte superior compuesta por areniscas cuarzosas y conglomerados de cuarzo, con esporádicas intercalaciones de arcillolita de color

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

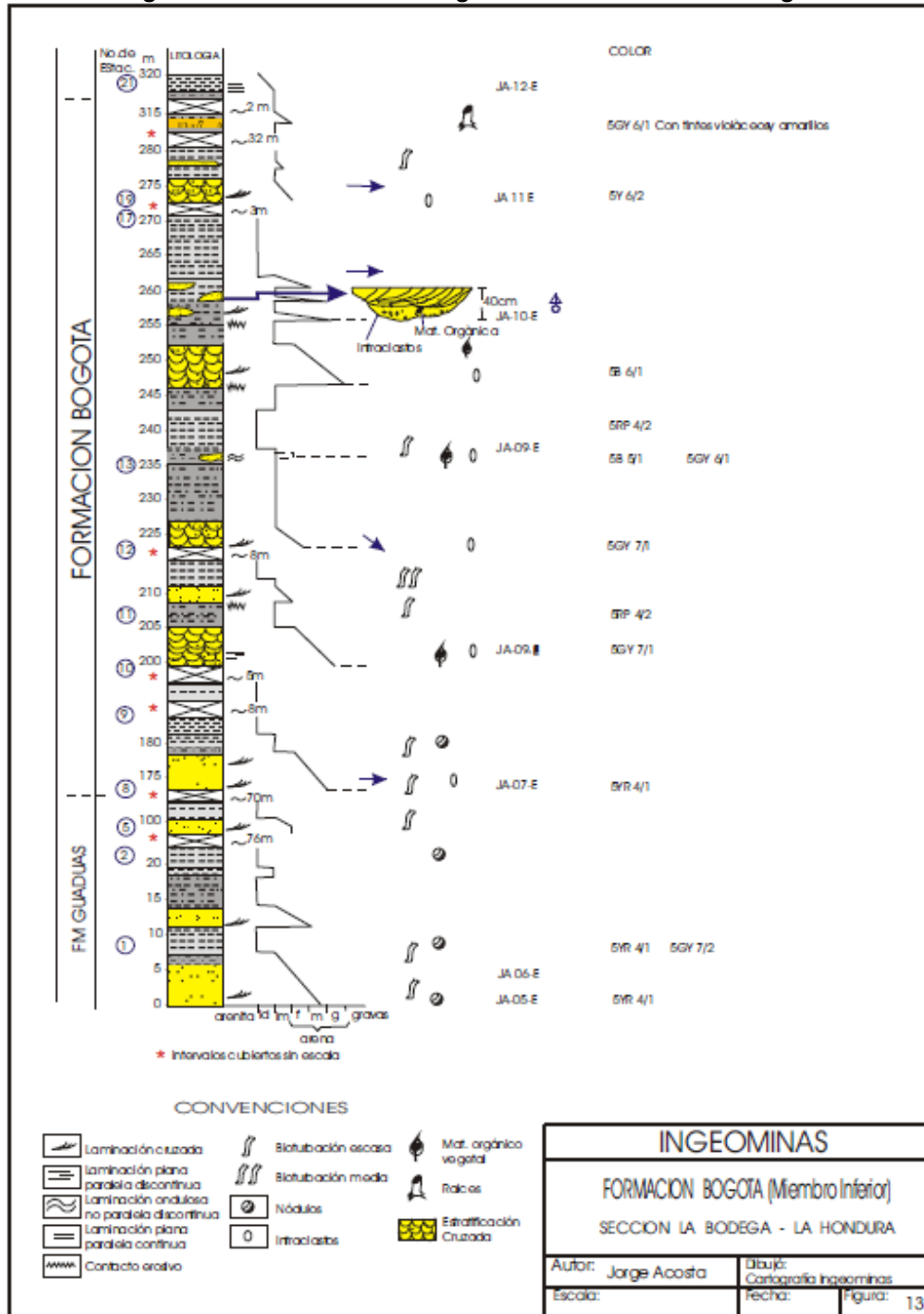
gris y gris verdoso. Hoorn et al. (1987), de acuerdo con datos palinológicos, asigna la Formación Usme del Eoceno superior al Oligoceno inferior; sin embargo, por su posición estratigráfica, se puede asumir que esta unidad tiene un rango de entre el Eoceno superior y alcanzar el Mioceno. La parte inferior de la unidad presenta condiciones de depósito de plataforma interna estable, mientras que la parte superior podría corresponder a barras de arena, que indicarían el retorno del depósito a ambientes de transición marino-continentales (Acosta y Hulloa, 2001).

Figura 5-11 Columna Estratigráfica de la Formación Guaduas



Fuente: (Acosta & Ulloa, 2001)

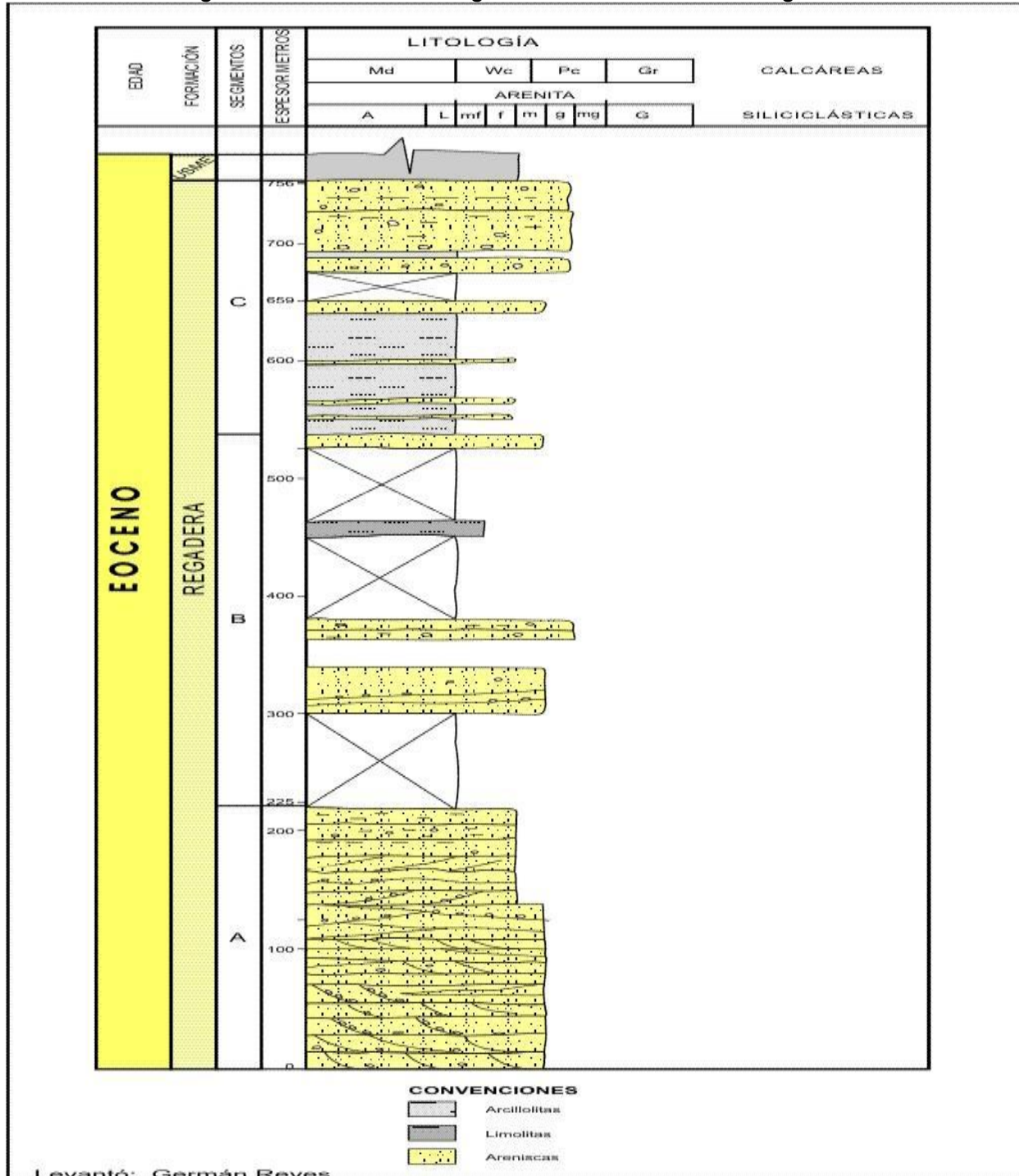
Figura 5-12 Columna Estratigráfica de la Formación Bogotá



Fuente: (Acosta & Hulloa, Geología de la plancha 227, La Mesa, Escala 1:100000, 2001)

Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Figura 5-13 Columna Estratigráfica de la Formación La Regadera



Fuente: (INGEOMINAS, 2005)

5.1.1.1.7 Formación Tilatá (NgQt)

La Formación Tilatá fue definida por Scheibe (1938, escrito en 1933) en la Hacienda Tilatá, en cercanías de la población de Chocontá (Cundinamarca). Van der Hammen (1958) diferenció en la Formación Tilatá varios miembros, y denominó el miembro inferior con el nombre de Tequendama, el cual aflora en el Salto de Tequendama (Acosta y Hulloa, 2001). 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 éstas, como se observa en la Figura 5-14 (Acosta y Hulloa, 2001). Basado en palinología Van der Hammen (1958) le asigna una edad pliocena – pleistocena.

5.1.1.1.8 Formación Río Tunjuelito (Q1tu)

Helmes & Van der Hammen (1995), llaman formación río Tunjuelito al depósito constituido por sedimentos de grano grueso a lo largo de los ríos que cruzan la Sabana de Bogotá, están constituidos por gravas intercaladas de arenas, arcillas y turbas y que están cubiertas por sedimentos de la Formación Chía. Para Carvajal et al. (2005), estos depósitos son de origen fluvial, forman abanicos aluviales exployados y aterrazados con suaves pendientes. Para (Helmes & Van der Hammen, 1995), esta formación está presente en varios niveles de terraza fluviales y son el resultado de depósitos en los valles marginales de la cuenca de la Sabana en donde se depositaron sedimentos arenosos; La edad asignada para este depósito es determinada por datos palinológicos y ^{14}C le asignan una edad Pleistoceno para la parte más superior. Sin embargo, Van der Hammen (2003), considera que la Formación río Tunjuelito cubre todo el Pleistoceno (Montoya y Reyes 2005).

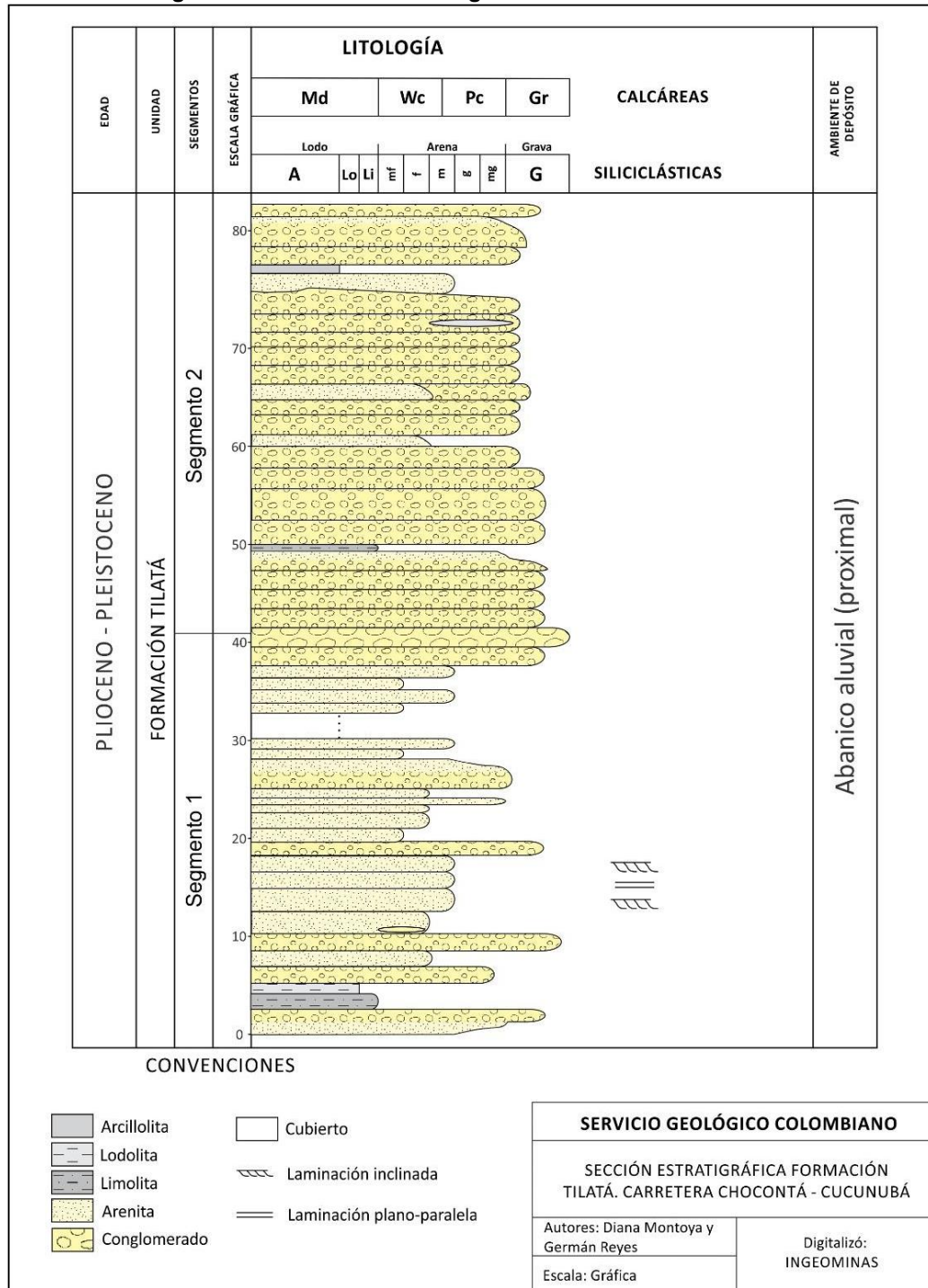
5.1.1.1.9 Formación Sabana (Q1sa)

Se denomina formación Sabana a los depósitos lacustrinos que afloran en toda la zona plana y que hace parte de la Sabana de Bogotá. Para Helmes & Van der Hammen (1995), esta formación está constituida principalmente por arcillas y hacia las márgenes de la cuenca se observan arcillas orgánicas, arenosas y turba-lignita (Montoya y Reyes 2005). Para Helmes & Van der Hammen (1995), está constituido por sedimentos finos y en los dos metros superiores son suelos constituidos por cenizas volcánicas; en general son arcillolitas grises con locales intercalaciones de arenas finas y niveles delgados de gravas y turbas (Montoya y Reyes 2005). Los datos de huellas de fisión, ^{14}C indican una edad Pleistoceno medio y tardío (Helmes & Van der Hammen, 1995).

5.1.1.1.10 Formación Chía (Q2ch)

Helmes & Van der Hammen (1995), denominan formación Chía a los depósitos constituidos por sedimentos fluviales de grano fino que afloran a lo largo de los ríos principales que generalmente están por debajo de las llanuras de inundación de los ríos (Montoya y Reyes 2005). Estos depósitos están constituidos por arcillas, en ocasiones pueden ser moteadas (grises y naranja) como se observa en el sector de Chía y localmente pueden contener limos y en áreas fangosas, arcillas orgánicas diatomíticas los datos de ^{14}C , arrojan edades del holoceno y hasta de 16.000 años (Helmes & Van der Hammen, (1995) en Montoya y Reyes 2005).

Figura 5-14 Columna Estratigráfica de la Formación Tilatá



Fuente: (MONTOKA & REYES, 2003)

5.1.1.2 Geología Local

A continuación, se presentan las unidades litológicas identificadas durante la fase de campo para el área de influencia (Ver plano TCE-MP2W-GPB00-0003-20 Geología General).

Aspectos de índole económico como la viabilidad para proyectos de explotación de arcillas en la zona de estudio fue analizado en la literatura y verificado en el trabajo de campo. Cercano al área del proyecto, se han identificado sedimentos de la formación Sabana, en los cuales de acuerdo con él se registran algunos análisis de arcillas encontradas en la formación Sabana; y las explica como “una mezcla de caolinitas desordenadas, esmectitas, mica ilita y cuarzo” (RUBIO & RODRÍGUEZ, 1986). De estos minerales, solo la esmectita (mineral al cual pertenece la variedad montmorillonita), posee la característica de hincharse en presencia del agua.

De manera particular, para el área de estudio, no se registran indicios de zonas posiblemente explotables de manera comercial en este ámbito; lo anterior se debe a que, en la franja de interés de este estudio, afloran principalmente, rocas del cretácico y del terciario, que no muestran la posibilidad para la explotación de arcillas, y solo un pequeño porcentaje correspondiente a la formación Tilatá que se caracteriza por constituida por arcillas caoliníticas intensamente rojizas, blancas, grises, verdes y azulosas. Al oeste del río Balsillas hay una gran extensión con cerros formados por la meteorización de las areniscas. En las pendientes de los cerros hay arcillas caoliníticas. La oxidación dio a los sedimentos un color rojizo, mientras que los procesos de reducción produjeron colores blancos, grises, verdes y azules (ÁLVAREZ, 1998). Por esta razón no se realizaron estudios de análisis de arcillas durante este estudio.

Para referenciar gráficamente la extensión de cada unidad descrita en el documento, se anexó una imagen del mapa geológico en cada ítem, dentro de la cual se ha resaltado el área de ocupación de dicha unidad en el entorno de todo el mapa geológico, con el propósito de facilitar su ubicación en relación con el área de influencia del componente.

La Tabla 5-1 registra los datos de área del unidades geológicas que se describen a continuación

Tabla 5-1. Geología local. Área por unidad

Nombre Unidad Geológica	Nomenclatura	Área (Has)	% Área
Formación Chia	Q2ch	11,95	1,83%
Formación Conejo	K2c / Kscn	6,05	0,93%
Depósito Aluvial	Qal / Qsch	1,35	0,21%
Depósitos Fluvio-glaciares	Q2c / Qflg	55,46	8,48%
Formación Arenisca Dura	K2d / Ksgd	264,50	40,44%
Formación Guaduas	K2E1g	6,73	1,03%
Formación Labor y Tierna	K2t / Kslt	28,13	4,30%
Formación Plaeners	K2p / Ksgpl	244,38	37,36%
Formación Tilatá	N2t / NgQt	19,59	2,99%
Formación Río Tunjuelito	Q1tu	15,92	2,43%
Total general		654,07	100,00%

Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

5.1.1.2.1 Grupo Villeta

5.1.1.2.1.1 Formación Conejo (K2c / Kscn)

Sobre el trazado de la línea, específicamente en el tramo de las torres proyectadas desde la 379 – 440 afloran las distintas formaciones que se agrupan bajo el Grupo Villeta. Dentro de las Formaciones reconocidas en campo se encuentran la Formación Capotes, Trincheras, Simijaca y Conejo (Fotografía 5-1 y Figura 5-15).

Fotografía 5-1 Bloques volcados de la Formación Conejo

Coordenadas CTM -12

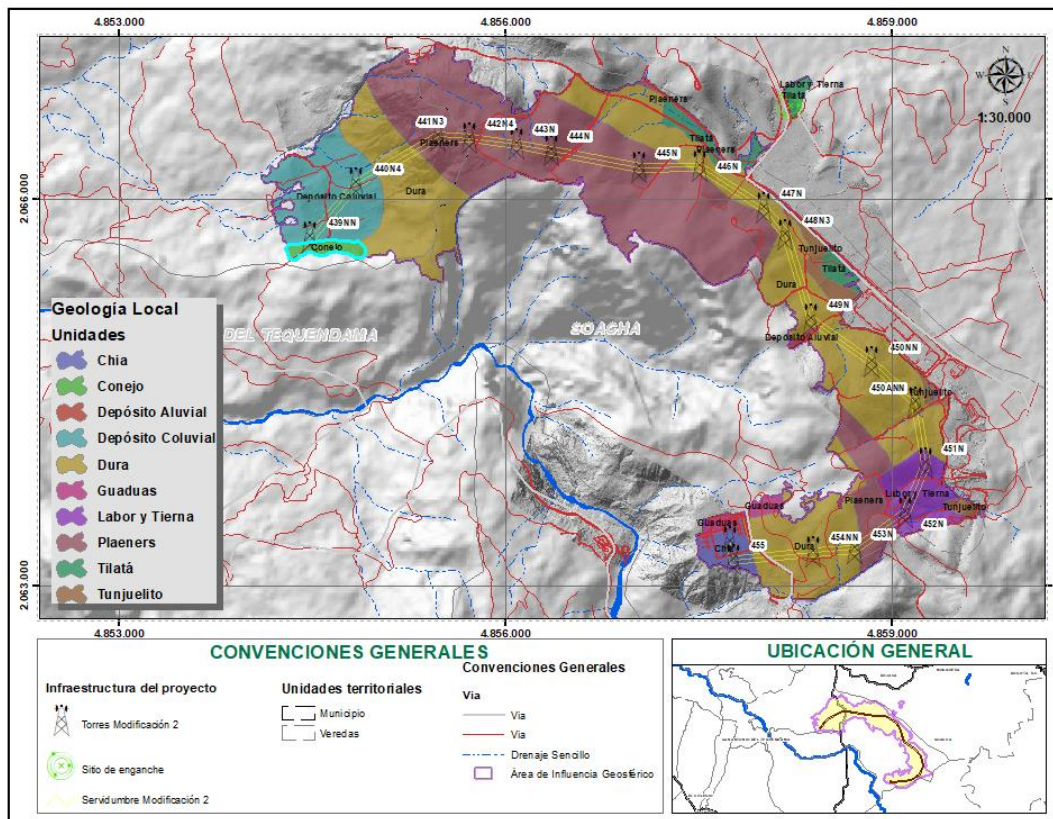
Izquierda: X: 4854567,49 Y: 2065643,56

Derecha: X: 4854147,613; Y: 2065432,98



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Figura 5-15 Localización de la Formación Conejo en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Aunque el Grupo Villeta se encuentra marcado por una serie de fallas inversas que atraviesan las formaciones, en términos generales el área es relativamente estable, se evidencia algunos sitios donde los procesos de reptación son evidentes debido a los altos ángulos de las pendientes y algunos sitios de huellas de erosión. Es común que en los afloramientos encontrados se encuentren muy diaclasados, especialmente en las zonas cercanas a los contactos que se encuentran fallados. Todas estas formaciones forman el anticlinorio de Villeta (TCE, 2019).

El nombre es asignado a las lodolitas entre las Formaciones San Rafael y Plaeners al este de Tunja (cuadrángulo J-12; RENZONI1981). El nombre de Formación Conejo reemplaza a la unidad de lodolitas ind denominadas de Martínez (1990); su límite inferior está dado por la última capa silíceo de la Formación La Frontera (equivalente de la Formación San Rafael), mientras que su límite superior está bajo las arenitas de la Formación Arenisca Dura (ULLOA et al. 1993). Se trata de una sucesión de 400 m de arcillolitas y lodolitas, localmente calcárea, de color gris, con esporádicas capas medias de limolitas, cuarzoarenitas de grano fino y biomicritas, de edad Coniaciano temprano según Etayo (1979).

De manera específica, en el área de influencia de la modificación 2, y en cercanías a la ubicación propuesta para la torre 439NN, la Formación Conejo es evidenciada por la presencia de abundantes bloques de

orden métrico volcados en una ladera con pendientes superiores a los 35°. El área de afloramiento de la formación Conejo en la zona de estudio es de 6.05 Ha, que corresponden al 0.93 % del área total.

5.1.1.2.2 Grupo Guadalupe

El Grupo Guadalupe aflora en cercanías al Salto del Tequendama, junto a las instalaciones de la Estación Nueva Esperanza. Por lo general forma escarpes de gran altura y relieves montañosos controlados por fallas y pliegues.

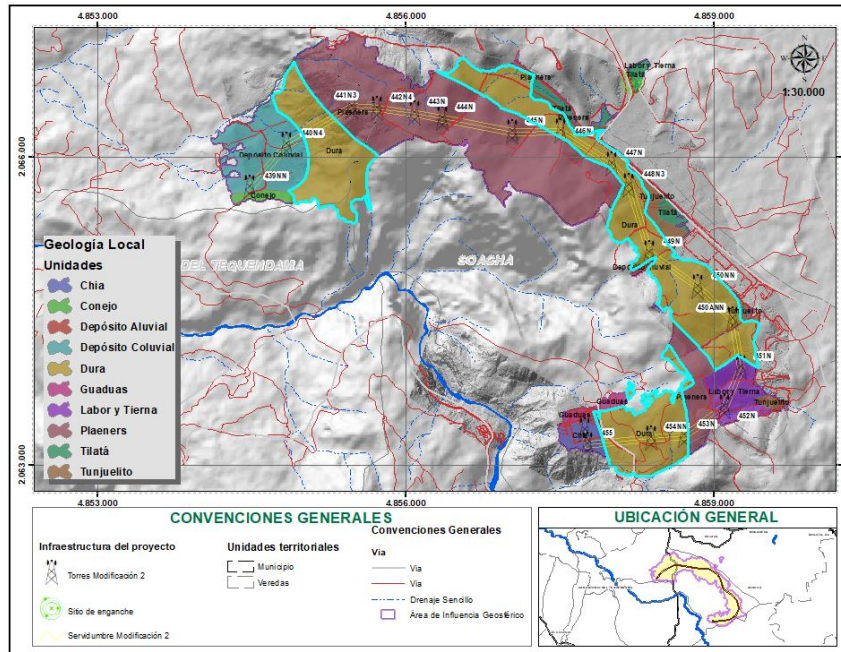
Es común encontrar bloques caídos, los cuales han sido desprendidos por procesos fluvio-glaciares, pertenecen a la Formación Arenisca Dura, están constituidos de arenitas muy competentes de cuarzo de grano fino a muy fino, cementadas, limpias, con muy poca meteorización. Se identifica además los depósitos de la Formación Plaeners sobre la vía que conduce a Santandercito.

5.1.1.2.2.1 Formación Arenisca Dura (K2d / Ksgd)

En el área de la Sabana de Bogotá, esta unidad se reconoce por formar una morfología abrupta, derivada de la litología que la constituye principalmente, la cual corresponde a areniscas. Aflora al oriente, haciendo parte del anticlinal de Bogotá y en alrededores de la zona de la Calera. El área de afloramiento de la Formación Arenisca Dura en la zona de estudio es de 264.5 Ha, que corresponden al 40.44 % del área total.

En el área de estudio, la topografía suave representa en área de pendiente, en tanto que la zona de contrapendiente pertenece a áreas con pendientes entre los 16° y los 35°; el recorrido del proyecto presenta las Torres 446N, 447N, 448N3, 449N, 450N y 450ANN y la 453N y 454NN sobre esta unidad (Figura 5-16 y Fotografía 5-2).

Figura 5-16 Localización de la Formación Arenisca Dura en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Fotografía 5-2 Grupo Guadalupe – Formación Arenisca Dura

Coordenadas CTM -12:

Izquierda: E: 4858174,24 N: 2062717,88

Derecha: E: 4858067,086; N: 2061144,925



Flanco oriental

Flanco occidental

Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Los bloques desprendidos de la roca in situ por acción de las condiciones ambientales permiten observar en muestra de mano (recolectada en el sector Chicaque 170222-1) que la litología se trata de arenisca cuarzosa, de grano muy fino a fino, dura a consolidada en la cual se observan estructuras de silicificación; pobre porosidad visible, muy baja permeabilidad, y sin estructuras singenéticas; presenta muy escasas trazas de yeso (Fotografía 5-3). En este lugar, la disposición estructural medida presentó el siguiente dato S25E/S16W. De igual manera se identificó una familia de diaclasas paralela con la siguiente disposición estructural S30E/42SW

Fotografía 5-3 Muestra de mano Fm Arenisca Dura

Coordenadas CTM -12:
Izquierda: X: 4855141,52 N: 2066305,96



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

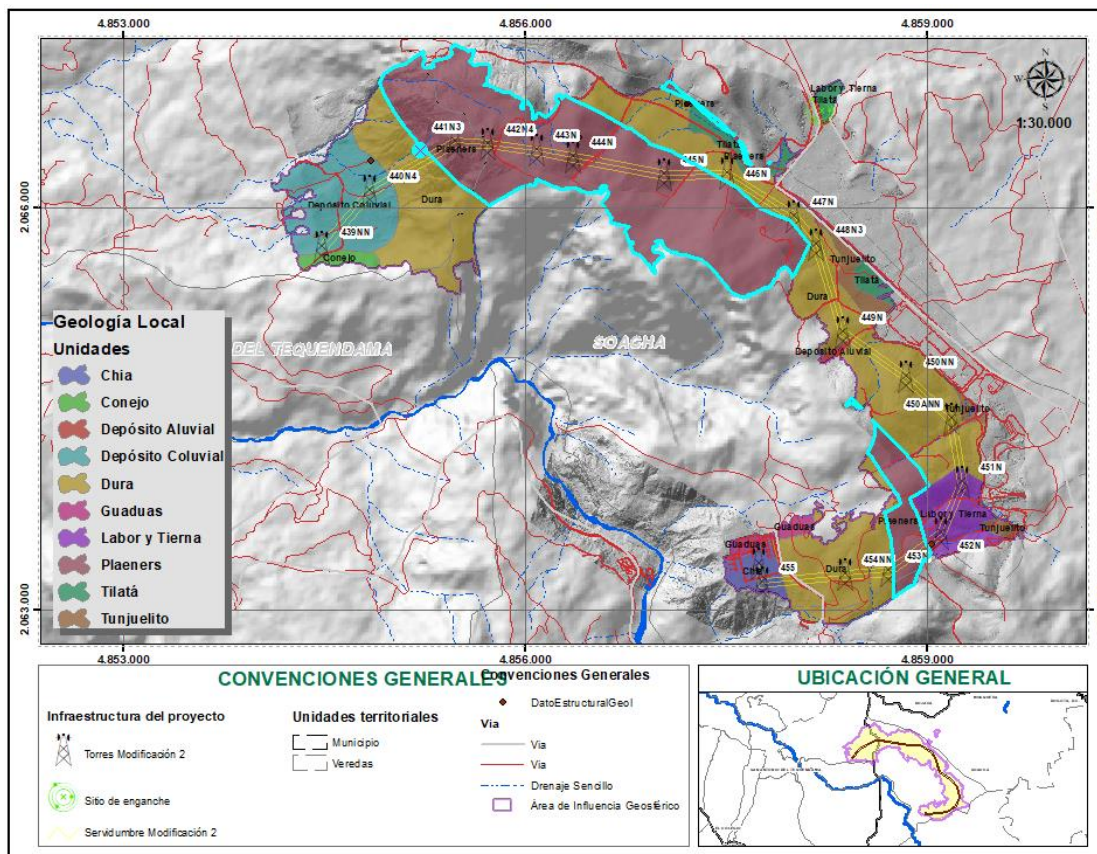
5.1.1.2.2.2 Formación Plaeners (K2p / Ksgpl)

Esta unidad fue referenciada por Hubach en 1957, la cual había sido descrita en 1931, y redefinida por Renzoni (1962, 1968). Aflora en los flancos de algunos de los cerros que bordean la Sabana de Bogotá, y hacen parte de las estructuras anticlinales; presenta los mejores afloramientos al Oriente y Sur de Soacha, y al Oriente y Occidente de Sibaté. El área de afloramiento de la Formación Plaeners en la zona de estudio es de 244.38 Ha, que corresponden al 37.36 % del área total.

En el área de estudio conforma las colinas suavizadas visibles en la vía a Soacha y por la entrada hacia el parque Chicaque.

Sobre esta unidad, se ubicarán las torres 441N3, 442N4, 443N, 444N y 445N localizadas en el sector de Cascajal, en tanto que hacia el sector sur este del área de estudio solo se presenta el tendido de las líneas entre las torres 452 y 453 con un vuelo de aproximadamente 480m (Figura 5-17 y Fotografía 5-4).

Figura 5-17 Localización de la Fm Plaeners en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Fotografía 5-4 Grupo Guadalupe – Formación Plaeners

Coordenadas CTM -12:

Centro - Derecha: X: 4858049,06 Y: 2066206,75 Izquierda: X: 4856787,23 Y: 2066206,75



Fuente: Izquierda GEOMA, 2019 – Derecha: (SMAYD LTDA., 2022)

En muestra de mano presenta apariencia de arenisca cuarzosa, de grano fino, dura a consolidada; se observan estructuras de silicificación; buena redondez y esfericidad; con pobre porosidad visible, baja permeabilidad, presenta porosidad secundaria, por disolución de fósiles (probablemente foraminíferos), sin comunicación observable entre ellos. No se observan estructuras singenéticas y la materia cementante es férrica de origen secundario (Fotografía 5-5).

Fotografía 5-5 Muestra de mano Fm Plaeners

Coordenadas CTM -12:

Izquierda: X: 4858049,061 N: 2065103,0581



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

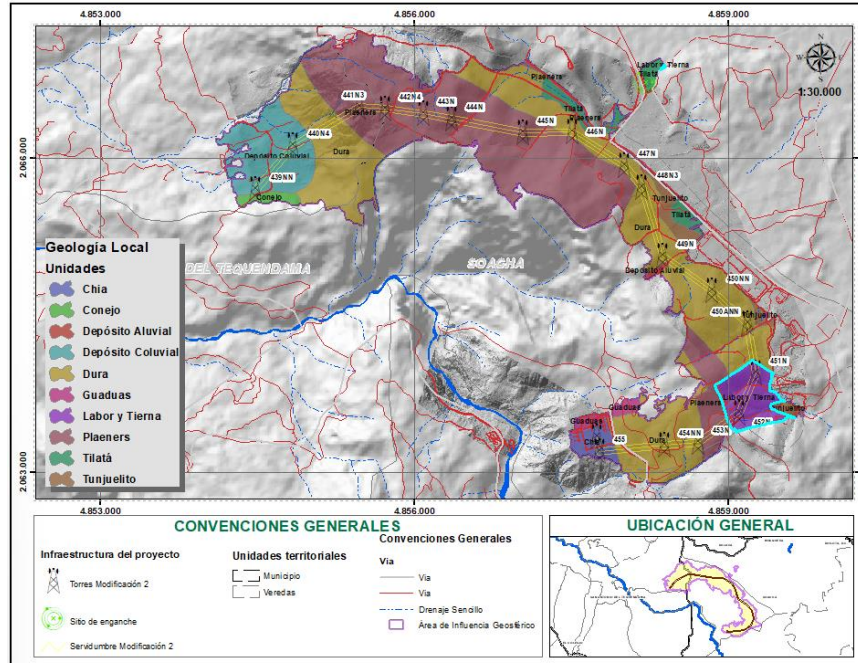
5.1.1.2.2.3 Labor y Tierna (K2t / Kslt)

En general la unidad se conforma por una sucesión de areniscas con intercalaciones de arcillolitas y limolitas. Presenta una morfología de lomas alargadas que contrasta con la morfología de bajas topografías, lo cual es observable en los recorridos de campo a lo largo de la vía de Acceso al Parque Chicaque. El área de afloramiento de las Areniscas Labor y Tierna en la zona de estudio es de 28.13 Ha, que corresponden al 4.30 % del área total.

De acuerdo con el SGC (SGC, 2013), 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.

Esta unidad es importante como acuífero y proporciona la mayor parte de la llamada “arena de peña” para la construcción (SGC, 2013). Sobre esta unidad se encuentran proyectadas las torres 451N y 452N (Figura 5-18 y Fotografía 5-6).

Figura 5-18 Localización de Fm Labor y Tierna en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Fotografía 5-6 Grupo Guadalupe – Formación Labor y tierna

Coordenadas CTM -12:
X: 4859190,26 - Y: 2063636,74

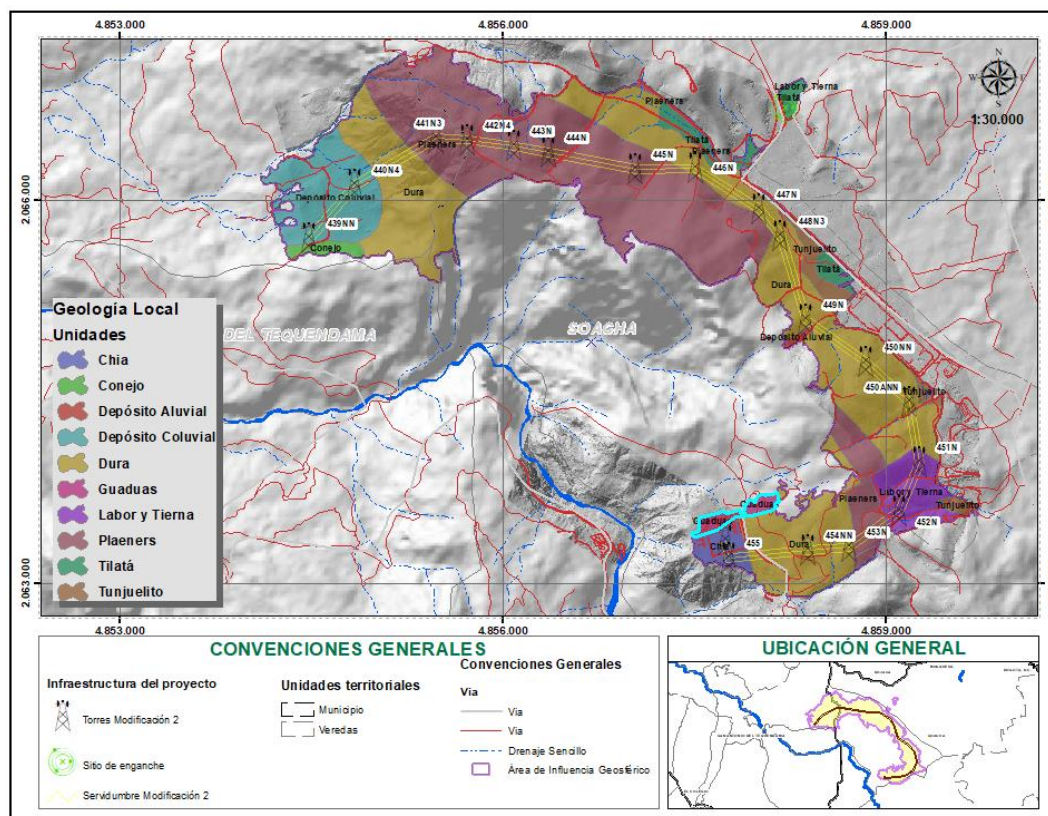


(SMAYD LTDA., 2022)

5.1.1.2.3 Formación Guaduas (K2E1g)

La cartografía geológica del POMCA del Río Bogotá, ubica esta unidad al norte de la subestación Nueva Esperanza, ocupando una muy pequeña porción del área de influencia del proyecto y sin albergar infraestructura de este (Figura 5-19). El área de afloramiento de la Formación Guaduas en la zona de estudio es de 6.73 Ha, que corresponden al 1.03 % del área total.

Figura 5-19 Localización de la Formación Guaduas en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Ha sido descrita indicando que está conformada por tres conjuntos litológicos, entre los cuales, el intermedio está constituido por areniscas cuarzosas, de color gris claro, de grano fino a grueso, con intercalaciones de arcillolitas y mantos de carbón de poco espesor, un manto inferior de arcillolitas y carbón y un manto superior conformado por arcillolitas y con intercalaciones de areniscas, no obstante, en el área del proyecto no se identificaron afloramientos de esta unidad.

Esta unidad contiene el carbón para uso comercial en la Sabana de Bogotá. Las arcillas como producto de meteorización de la roca parental se utilizan para la fabricación de ladrillo, bloque, teja y tubería.

El nivel intermedio se considera importante como acuífero y como fuente de arena para la construcción (SGC, 2013).

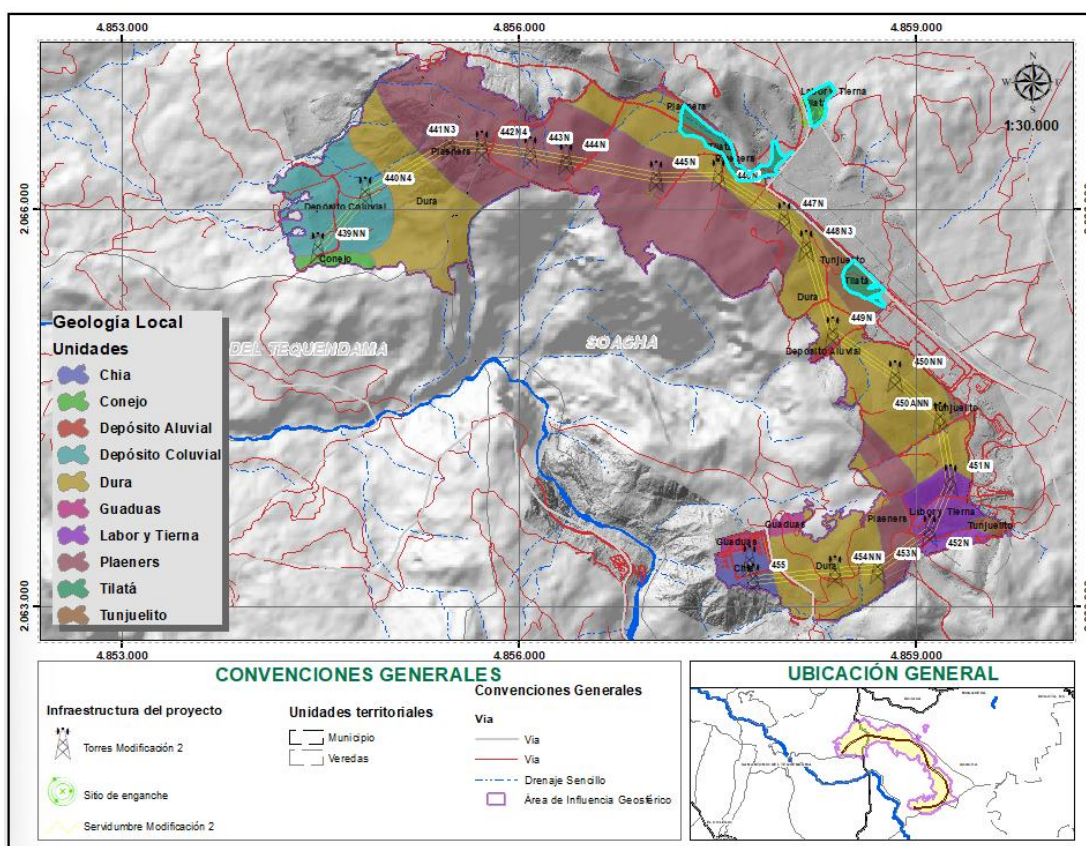
5.1.1.2.4 Formación Tilatá (N2t / NgQt)

De acuerdo con el SGC (SGC, 2013), La formación Tilatá está conformada por sedimentos no relacionados con la topografía actual. Está constituida por arenas y gravas con intercalaciones muy delgadas de arcillas, en parte orgánicas y turbas (Lignitas).

En la región de la Sabana esta unidad conforma depósitos cuyos componentes principales son gravas y arenas que forman terrazas altas claramente diferenciadas y separables en tres unidades, una de las cuales es la Formación Tilatá (SGC, 2001). El área de afloramiento de la Formación Tilatá en la zona de estudio es de 19.59 Ha, que corresponden al 2.99 % del área total.

En el área de influencia del proyecto, ocupa áreas marginales relacionadas con los depósitos aluviales ubicados en las terrazas bajas que se presentan en el acceso al Parque Chicaque, por la vía a Soacha. De igual forma, el sitio de Enganche se ubica sobre estos depósitos a pocos metros del acceso indicado anteriormente (Figura 5-20 y Fotografía 5-7).

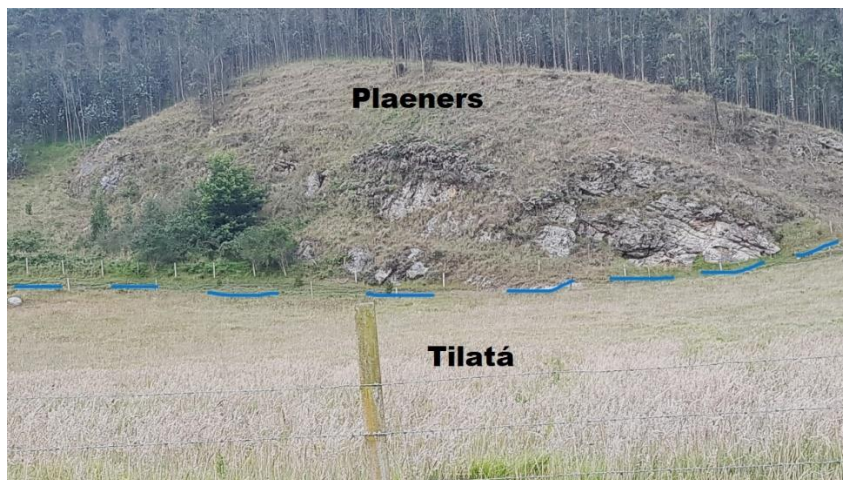
Figura 5-20 Localización de la Formación Tilatá en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Fotografía 5-7 Depósito de la formación Tiltatá en el área de influencia

Coordenadas CTM -12: X: 4857515,96 ; Y: 2066517,52



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

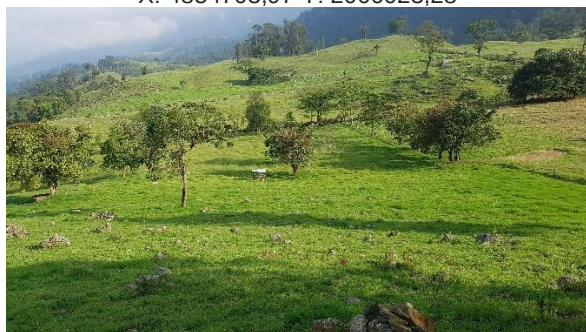
5.1.1.2.5 Depósitos Fluvioglaciares (Q2c / Qflg)

Estos depósitos se encuentran asociados a eventos glaciares en la zona del Salto del Tequendama, en el Municipio de La Mesa. Se trata de conglomerados clastosoportados, tamaño guijos (40%), bloques (5%).

La composición de los clastos es variable. Dentro de los observados se encuentran arenitas de grano medio a fino, de color crema, porosa, granos, ligeramente friable. Limolitas grises silíceas, granos subangulares, de color gris, masivas. La matriz contiene óxidos de hierro, limosa, con algunos cantos angulares a subangulares de limolitas grises (Fotografía 5-8 y Fotografía 5-9).

Fotografía 5-8 Sector Chicaque. Depósito fluvioglacial

Coordenadas CTM-12
X: 4854703,97 Y: 2066023,28



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Fotografía 5-9 Afloramiento depósito Fluvioglacial

Coordenadas CTM-12
X: 4854507,33 Y: 2066255,80

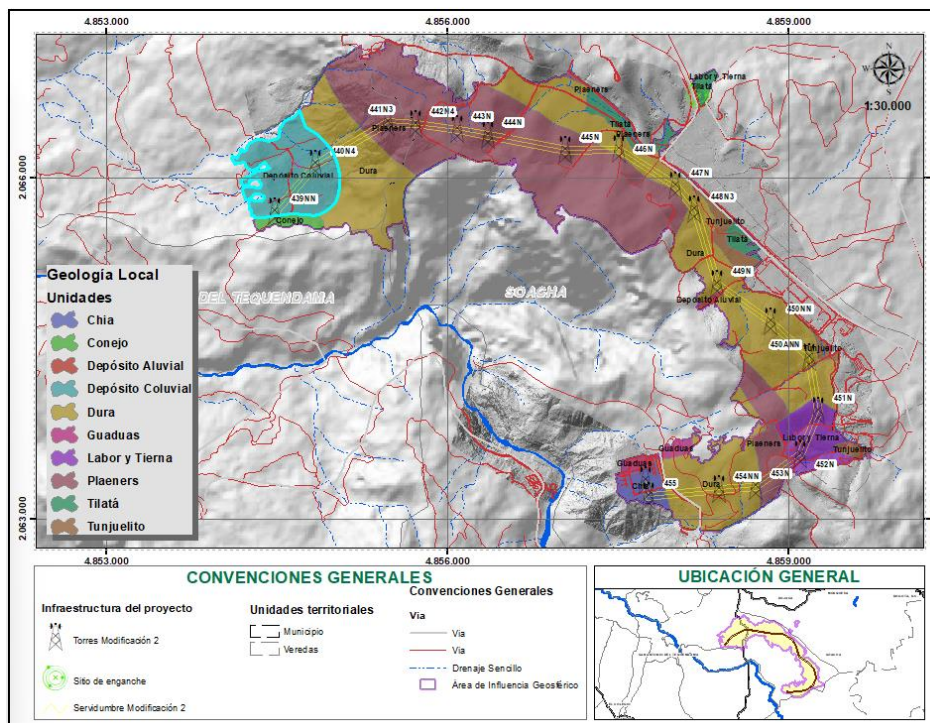


Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

El Pomca del Río Bogotá identifica esta unidad como Depósito coluvial. El área del proyecto se encuentra en el Municipio de San Antonio de Tequendama en la vereda Chicaque. Sobre esta área se desarrollarán

las Torres 439 y 440 (Figura 5-21). El área de afloramiento del depósito fluvio-glacial en la zona de estudio es de 55.46 Ha, que corresponden al 8.48 % del área total.

Figura 5-21 Localización de los depósitos Fluvio-glaciares en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

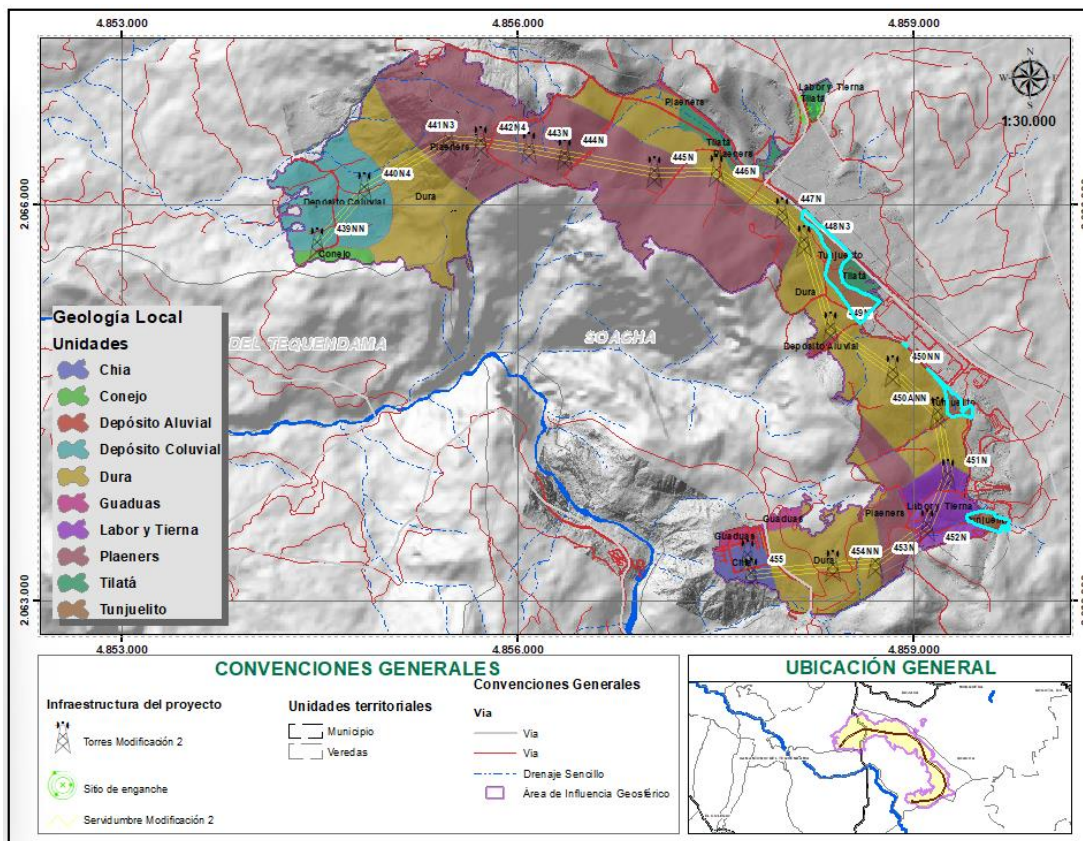
5.1.1.2.6 Formación Río Tunjuelito (Q1tu)

La Formación Río Tunjuelito aflora en el centro del valle de Guasca, al sur de la población del mismo nombre. Se presenta en la llanura de inundación del río Siecha, conformando terrazas fluviales (Helmens, 1990). (SGC, 2015).

Las planicies o llanuras de inundación han tenido un amplio desarrollo en la sabana de Bogotá y están asociadas evolutivamente a los últimos eventos de secado y los procesos de disección de las planicies lagunares por los principales ríos que la drenaron. En la zona de estudio se localizan en la zona aledaña a los ríos Bogotá, Soacha y Tunjuelito (SGC, 2013), ocupando franjas marginales en cercanías a la cantera de arenisca ubicada al margen de la vía a Soacha. No contiene elementos de infraestructura del proyecto. El área de afloramiento de la Formación Río Tunjuelito en la zona de estudio es de 15.92 Ha, que corresponden al 2.43 % del área total.

La sedimentación en el Pleistoceno y hasta el Holoceno se completa con la Formación Río Tunjuelito que contiene espesas series de gravas acumuladas como producto de los cursos de los principales ríos de la cuenca (SGC, 2015) (Figura 5-22).

Figura 5-22 Localización de los depósitos de la Fm Río Tunjuelito en el área de influencia



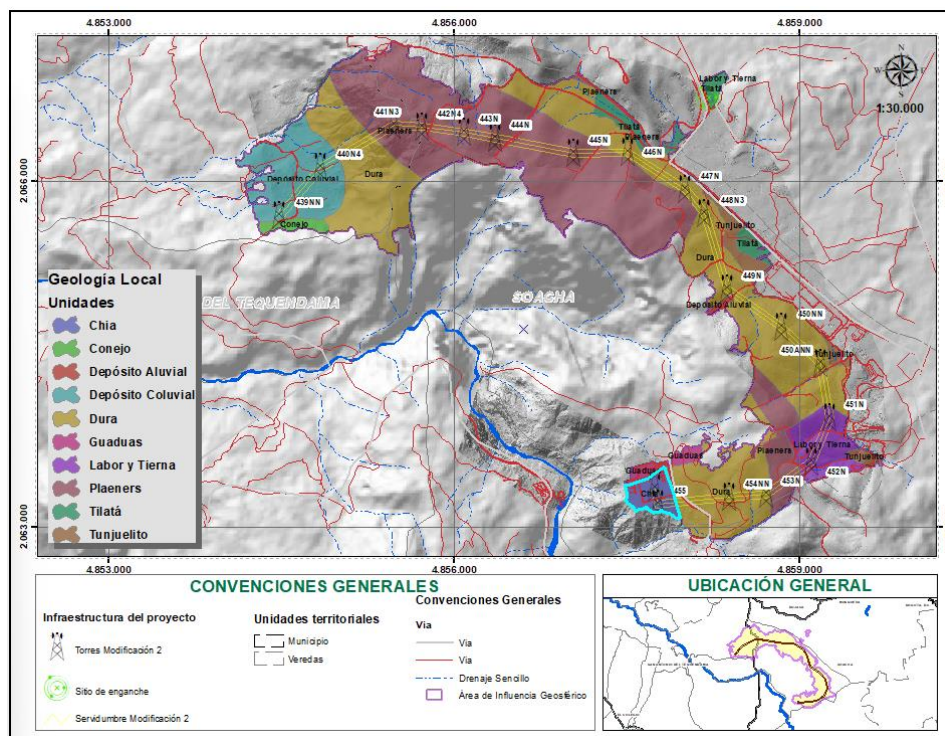
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

5.1.1.2.7 Formación Chía (Q2ch)

Se compone de arcillas de inundación del Holoceno (Helmens, 1990). En general son de consistencia blanda, con espesores de aproximadamente 5 metros, denominada por Van der Hammen y González (1963, 1965). (En: (SGC, 2013)).

En el área de influencia corresponde a la zona sobre la cual se ha desarrollado la infraestructura eléctrica de la Subestación Nueva Esperanza, albergará las torres 455 y Pórtico Nueva Esperanza (Figura 5-23). El área de afloramiento de la Formación Chía en la zona de estudio es de 11.95 Ha, que corresponden al 1.83 % del área total.

Figura 5-23 Localización de los depósitos de la Fm Chía en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

5.1.1.2.8 Depósito Aluvial (Qal / Qsch)

En el área de estudio se presentan varias zonas con depósitos recientes producto de la acumulación por traslado de materiales desde las partes altas de colinas y cerros. Estos depósitos hacen parte de la unidad de depósito aluvial. Morfológicamente presenta superficies suavizadas de baja pendiente a casi planas, la mayoría de ellos cubren superficies inferiores a la unidad mínima de análisis, la cual para el caso del componente de geología se estableció en 0.1 Has. El área de afloramiento de los depósitos aluviales en la zona de estudio es de 1.35 Ha, que corresponden al 0.21 % del área total.

De igual manera, aunque fuera del área de estudio, se anexa el registro fotográfico de los depósitos actuales en el lecho del Río Bogotá, a la altura del puente de acceso hacia la Subestación Nueva Esperanza (Fotografía 5-10, Fotografía 5-11 y Figura 5-24).

Sobre esta unidad no se registra la instalación de ningún tipo de infraestructura permanente ni ocupación temporal con relación a las obras y actividades del proyecto.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-10 Depósito Aluvial. Cerca industria Vidriera
Coordenadas CTM-12
X: 4859336,74 Y: 2064416,64



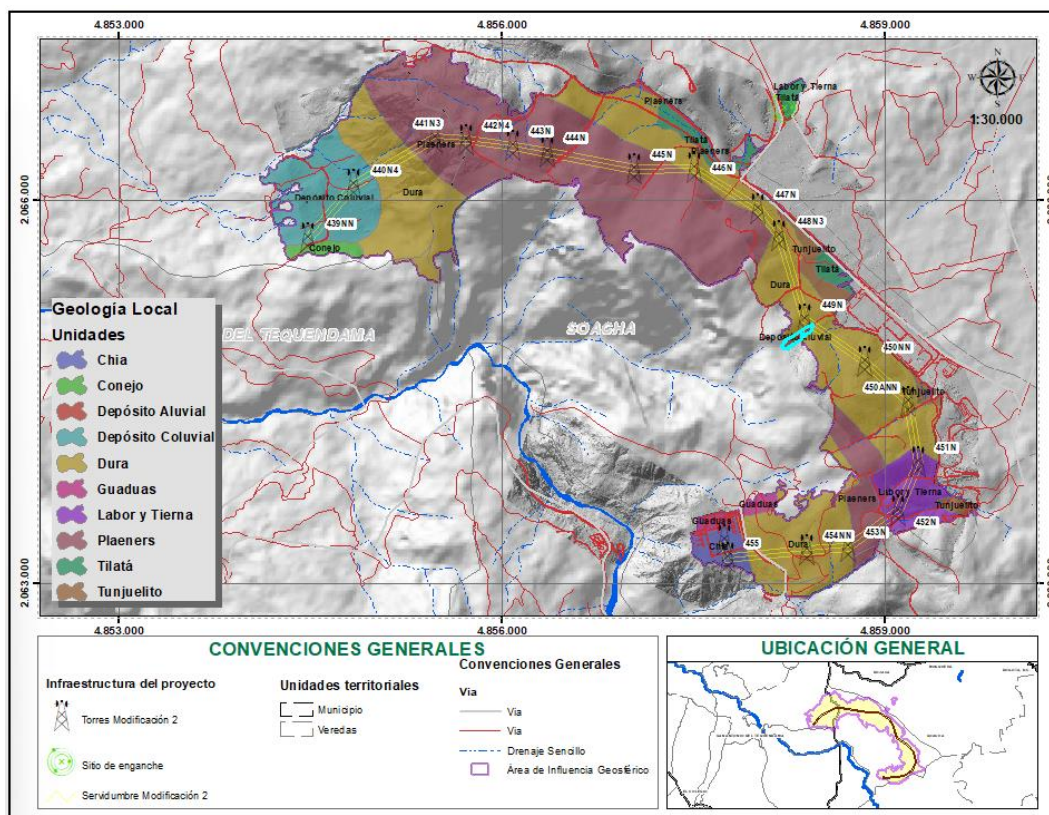
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Fotografía 5-11 Depósitos de bloques cauce del Río Bogotá – Acceso Nueva Esperanza
Coordenadas CTM-12
X: 4857182,22 Y: 2062482,12



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Figura 5-24 Localización de los depósitos Aluviales en el área de influencia



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

En la Tabla 5-2 se presenta la formación geológica identificada en cada uno de los sitios de torre objeto de la modificación No. 2.

Tabla 5-2 Torres Ubicadas por Formación Geológica

FORMACIÓN	TORRES UBICADAS
Depósito Coluvial	440N
Plaeners	441N3
Plaeners	442N4
Plaeners	443N
Plaeners	444N
Plaeners	445N
Arenisca Dura	446N
Arenisca Dura	447N
Arenisca Dura	448N3
Arenisca Dura	449N
Arenisca Dura	450N
Arenisca Dura	450ANN
Labor y Tierna	451N
Labor y Tierna	452N
Arenisca Dura	453N
Arenisca Dura	454N
Chía	455
Chía	Pórtico N. Esperanza

Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

5.1.2 Geología Estructural

5.1.2.1 Marco Estructural Regional de Colombia

El territorio colombiano comprende un dominio continental deformado situado en el límite de tres placas tectónicas mayores: la suramericana, la de Nazca y la Caribe. Los movimientos relativos de estas placas durante la era Cenozoica dieron origen al sistema orogénico de los Andes del Norte, compuesto por distintas cadenas de montaña separadas por valles y depresiones intramontañosas (Mégard, 1987, Meijer y Wortel, 1992, Taboada et al., 2000, Coblenz y Richardson, 1996; en SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, (2013). En la actualidad las tres placas se acercan entre sí (De Metset al., 1990, Freymueller et al., 1993), dando origen a deformaciones en la corteza continental, actividad volcánica e intensa actividad sísmica en el territorio colombiano.

Cada ramificación de los Andes Colombianos exhibe características geológicas propias. Las Cordilleras Oriental (CO_R) y Central (CC) suprayacen corteza continental y presentan rocas Paleozoicas sedimentarias a metasedimentarias, la Cordillera Occidental (CO_C) está caracterizada por rocas típicas de corteza oceánica, basaltos, gabros, rocas ultra máficas y sedimentos de aguas profundas que son asociadas con rocas plutónicas y de arco volcánico acrecionadas a lo largo del Sistema de Fallas de Romeral (Duque-Caro, 1990; Cooper et al., 1990, en SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, (2013).

5.1.2.2 Marco Estructural Regional de la Sabana de Bogotá

Regionalmente, la disposición estructural de la región de la Sabana de Bogotá responde a un sinclinorio en el que las estructuras sinclinales son amplias y continuas; en tanto que los anticlinales son estrechos, discontinuos y muy deformados a causa de las fallas longitudinales de cabalgamiento. Además de las estructuras regionales, existen zonas con diapirismo de sal generalmente localizadas en el núcleo de los anticlinales. El diapirismo es un generador de estructuras muy complejas, interrumpen las fallas y pliegues regionales como es el caso en Zipaquirá y Nemocón, en donde hay bloques de roca de diferentes unidades conectados por fallas de poca extensión y con un angostamiento considerable de los anticlinales. Situación estructural parecida se observa en la serranía que se prolonga desde el sector de Sesquilé hasta el Municipio de La Calera, donde probablemente exista en el subsuelo actividad de diapirismo responsable del angostamiento de la serranía en el sitio denominado como El Salitre (a 10 km al norte de la Caleta) y de la escamación de fallas de cabalgamiento que producen una saliente hacia el oriente entre el Salitre y la Calera (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3 Principales Rasgos Estructurales de la región Soacha-Tequendama

De una manera generalizada en la zona de estudio, se puede identificar un patrón de deformación bajo un régimen frágil, relacionado con plegamiento y fallamiento de bajo ángulo. Importantes relaciones de campo permiten sugerir criterios de polaridad estratigráfica, tales como ondulitas y ripples de marea, al igual que thalassinoides que facilitan la interpretación de las estructuras. El plegamiento con cabeceo general al occidente presenta capas normales e inversión de las secuencias sedimentarias donde por erosión se pueden identificar las terminaciones de las fallas, lo que permite relacionarlo con estructuras de pliegues por propagación de la falla (SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2013).

Las fallas de bajo ángulo presentan en general buzamiento al oriente y corresponden a cabalgamientos de unidades yacentes de lutitas, liditas y areniscas sobre lutitas y areniscas estratigráficamente más recientes. Estas estructuras presentan zonas de daño variables desde métricas a decenas de metros y en ellas se pueden identificar rampas principalmente en las unidades de lutitas y liditas asociadas con fallas menores a 20°, despegues intraformacionales, ornamentaciones menores de cabalgamientos y algunas terminaciones en abanicos imbricados que permiten inferir un transporte tectónico hacia el occidente (SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2013)

A continuación, se presenta una descripción de los principales rasgos estructurales a nivel regional:

5.1.2.3.1 Falla del Río Tunjuelo

Nombre utilizado en la cartografía de la plancha 246 (Acosta & Ulloa, 1998) y es equivalente a la Falla del río Tunjuelito usado por INGEOMINAS (1995) y Caro et al. (1997). Según estos autores la falla sigue aproximadamente el curso del río Tunjuelito, con un rumbo general de N50E y un plano inclinado al occidente; afecta el contacto entre las unidades Regadera y Usme, destacándose su trazo morfológicamente (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.2 Sinclinal de Usme

Nombre utilizado ampliamente (Julivert, 1963, Acosta & Ulloa, 1998), para referirse a la estructura al sur de la Sabana de Bogotá. Está localizado desde el sur de Bogotá hacia el Páramo de Sumapaz, a lo largo del río Tunjuelito, con rumbo en su eje de N100E y amplitud variable, entre 6 y 12 km.

Su núcleo alberga la secuencia terciaria más completa de la Sabana de Bogotá, con las formaciones Guaduas, Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. El flanco oriental está afectado por la falla de Bogotá, que ocasiona inversiones de estratos y por ende hace esta estructura asimétrica, ya que el flanco occidental solo está fallado en la porción más norte mientras al sur los buzamientos son suaves y presenta un cierre estructural en las formaciones Usme y Regadera al sur del embalse de Chisacá (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.3 Sistema de Fallas de Soacha

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 noroeste como la de Santa Bárbara (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.4 Falla de Cajita

Se adopta este nombre de acuerdo con Acosta & Hernández (2000) y que corresponde a la denominada Falla La Cajita (INGEOMINAS, 1995), Falla de La Cajita o Falla Cajita de Acosta & Ulloa (1998). Su mejor expresión se encuentra en el Páramo de Sumapáz (fuera del área), al oriente de la localidad de Pasca, donde se han reportado rasgos de actividad neotectónica (Acosta & Hernández, 2000).

Se postula en este trabajo que la Falla Cajita 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 (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.5 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 N100W, pero hacia el sur frente a la localidad de Sibaté se bifurca, su trazo principal toma un rumbo N450E y el segundo N100E. 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 (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.6 Falla de Santa Bárbara

Nombre adoptado en la cartografía de la plancha 227 (Acosta y Ulloa, 2001), está 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; esta estructura corresponde con la falla de Las Delicias definida en la plancha 246 (Acosta & Ulloa, 1998).

Esta falla dentro de su movimiento inverso repite parte de la secuencia del grupo Guadalupe y dentro del movimiento trascurrente sirve de despegue de los cabalgamientos de los sistemas de fallas de

Mondoñedo y Soacha. Esta falla divide el sector de Mondoñedo y Soacha en dos bloques, el bloque sur se caracteriza por ser montañoso con las estructuras en dirección noreste, plegadas y falladas y en el bloque norte se desarrollaron fallas de cabalgamiento con vergencia al occidente que estarían relacionadas con el ensanchamiento de la estructura de la Sabana. Estas características permiten considerar a esta falla el límite sur del altiplano de la Sabana de Bogotá (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.7 Sistema de Fallas del Tequendama

En este sistema incluimos 3 fallas inversas localizadas entre el embalse del Muña y el Salto de Tequendama, con vergencia al occidente que repiten la secuencia de las unidades del grupo Guadalupe (Dura, Plaeners y Labor - Tierna) y en algunos sectores cabalgan, estas rocas sobre la formación Guaduas. En el sector del alto de San Miguel, se juntan y tienen un rumbo N-S, al norte del río Bogotá el rumbo es N300W y luego se pueden asociar a la Falla de Santa Bárbara (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.8 Sinclinal de Sibaté

Está localizado en el sector de la localidad de Sibaté y el embalse del Muña. Su amplitud es variable entre 2 km al Sur y 6 km al Norte. Tanto su núcleo como sus flancos están ocupados principalmente por la Formación Labor-Tierna. El flanco oriental termina abruptamente contra el anticlinal de Soacha, a través de la Falla de Soacha; el flanco occidental también está deformado por fallas, pero estas son de menor importancia y la deformación es menor mostrándose en valores de buzamiento suaves (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.9 Anticlinal de Soacha

Está localizado al sur de Soacha, limitado tectónicamente por fallas, siendo la más importante la Falla de Sibaté, la cual afecta el flanco occidental. Tiene un rumbo promedio NS, es asimétrico con los flancos muy verticales, en ocasiones invertidos. En su núcleo aflora la Formación Chipaque y en sus flancos las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna (Montoya y Reyes 2005).

5.1.2.3.10 Sinclinal de Soacha

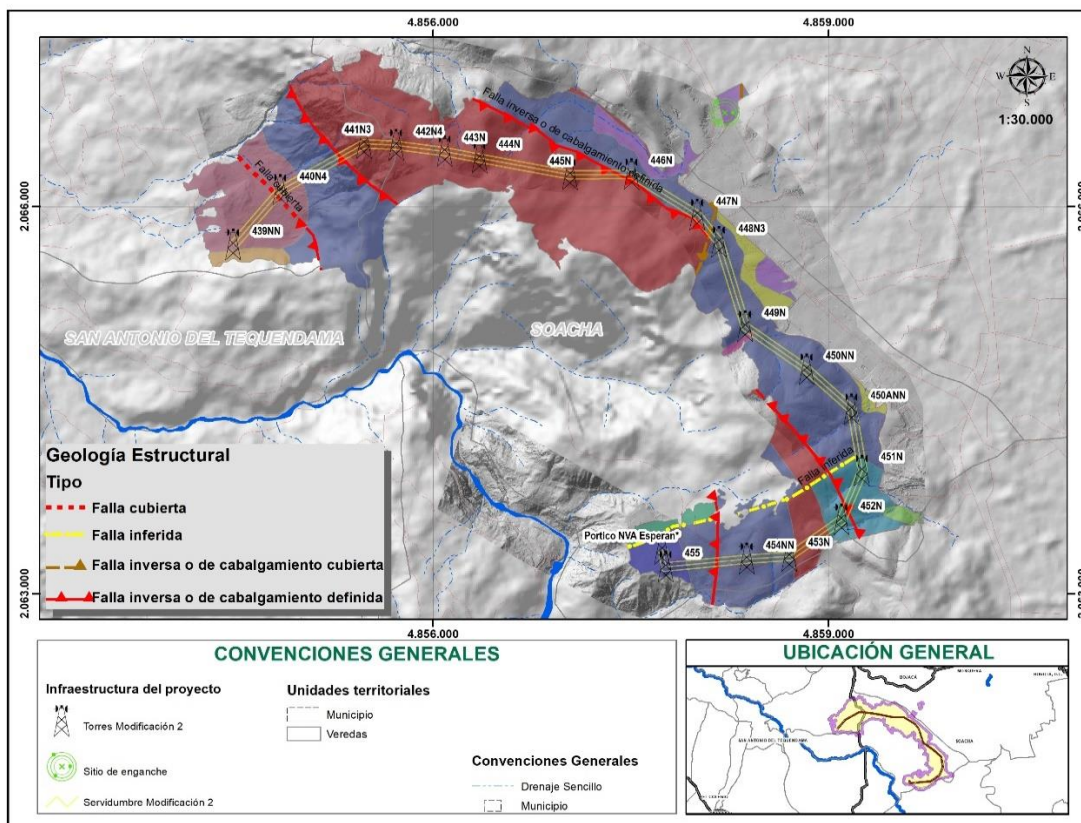
Está localizado al suroccidente de Soacha, limitado tectónicamente por fallas, al occidente por el sistema de fallas de Tequendama, donde muestra laderas más abruptas, y al oriente por la falla El Mesón, Muestra un rumbo promedio NNE, construido por el sistema de cabalgamiento de bajo ángulo de las rocas del cretácico superior, sobre rocas terciarias; muestra en su núcleo la presencia de la formación Plaeners, mientras que sus flancos corresponden a la formación Arenisca Dura. Corresponde a la mayor área dentro de la zona de estudio.

5.1.2.4 Marco Estructural Local

En el área de influencia del proyecto, la manifestación de los rasgos estructurales está representada por Fallas cuya naturaleza ha sido definida o inferida a partir de rasgos geomorfológico y la presencia de depósitos sobre ellas. De acuerdo con la información presentada en el POMCA del Río Bogotá a nivel cartográfico, la mayoría de estos trazos aún no cuentan con una denominación formal, por lo cual, la denominación aquí indicada hace referencia al lugar de manifestación de dicha estructura mas no a un nombre adoptado formalmente en la literatura geológica.

La figura registrada a continuación presenta el trazo geográfico en relación con el área de influencia y las unidades geológicas descritas para dicha área de influencia (Figura 5-25); así mismo la Tabla 5-3 presenta las longitudes de dichas estructuras en el área de influencia del proyecto.

Figura 5-25 Principales Rasgos Estructurales en la Zona de Estudio



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022). Cartografía Geológica de Base: POMCA Río Bogotá

Tabla 5-3. Longitud por tipo de fallamiento

Tipo de Estructura	Longitud (m)	%
Falla cubierta	754,53	9
Falla inferida	1582,97	18
Falla inversa o de cabalgamiento cubierta	641,75	7
Falla inversa o de cabalgamiento definida	5686,94	66
Total General	8666,20	100

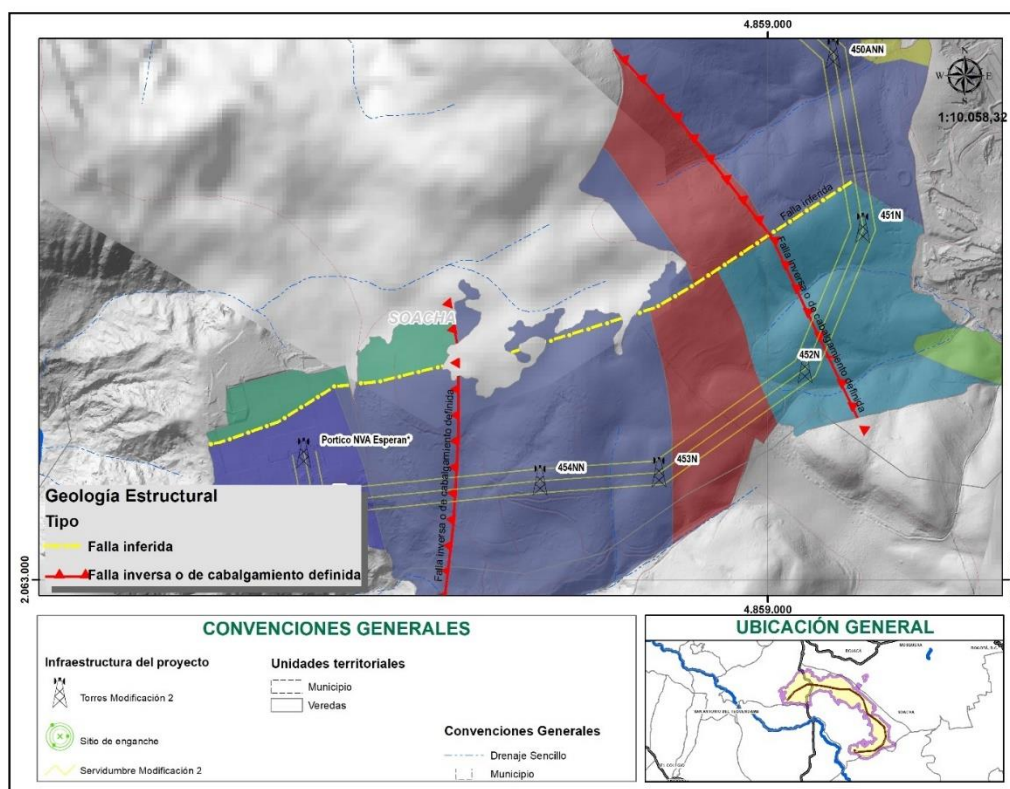
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022). Cartografía Geológica de Base: POMCA Río Bogotá

5.1.2.4.1 Falla Inferida

El trazo de esta falla se ubica en el extremo sur del área de influencia del componente y se localiza al norte noroeste del pódico de la subestación Nueva Esperanza y del corredor conformado por las torres 455, 455NN, 453N, 452N y 451N.

Afecta y desplaza bloques de las Formaciones Chía, Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna en una longitud de aproximadamente 1582,97 m (Figura 5-26).

Figura 5-26 Falla Inferida



Fuente: Fuente: (SMAYD LTDA., 2022). Cartografía Geológica de Base: POMCA Río Bogotá

5.1.2.4.2 Falla Cubierta

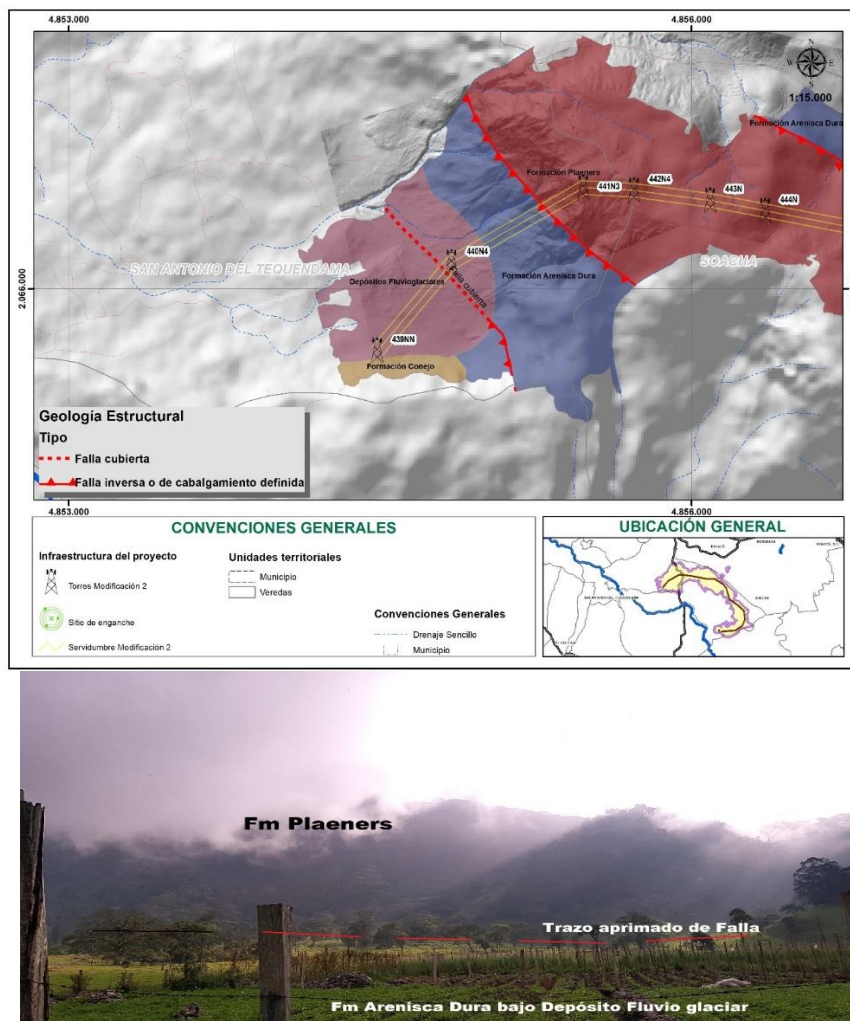
Esta estructura de aproximadamente 754,53 m, fue cartografiada al Noroeste del área de influencia del componente y la unidad que cubre su expresión morfológica corresponde a la de depósitos Fluvio Glaciares localizados en el sector de la vereda Chicaque.

Su trazo se ubica muy cerca de la torre 440N y cruza de manera perpendicular el corredor entre esta torre y la torre 439NN (Figura 5-27)

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Esta estructura empalma con la de tipo Falla Inversa o de Cabalgamiento Definida que se describe más adelante en este ítem

Figura 5-27 Falla Cubierta



Fuente: Fuente: (SMAYD LTDA., 2022). Cartografía Geológica de Base: POMCA Río Bogotá

5.1.2.4.3 Falla Inversa o de Cabalgamiento Definida

Comprende 5 segmentos agrupados en dos flancos, que se manifiestan en forma semi paralela desde el sector SE del área de influencia y transcurren hacia el sector NW de la misma y cuentan con una longitud acumulada de 5686,94 m.

Los segmentos iniciales cruzan de forma casi perpendicular el corredor de la servidumbre entre las torres 455 y 454NN y 452N – 451N.

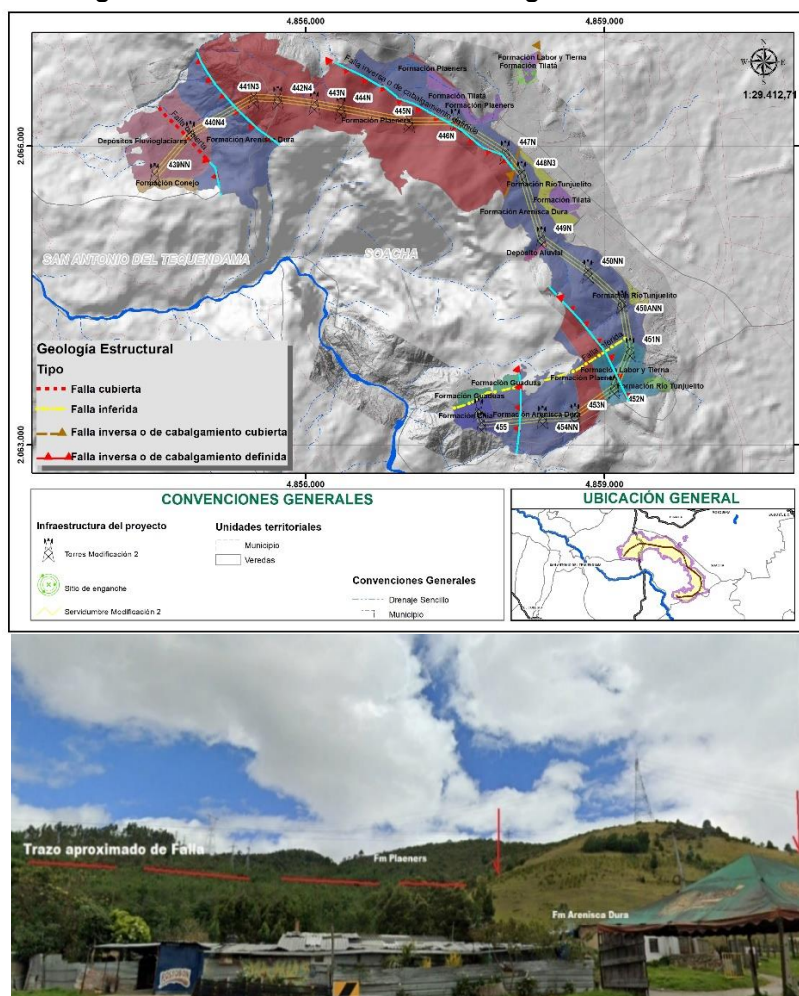
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Posteriormente, hacia el sector de la Vereda Cascajal, el segmento identificado en dicha área se ubica de manera casi paralela al recorrido de la servidumbre entre las torres 448N3 y 446N.

Finalmente, el trazo de esta falla que limita las Formaciones Plaeners y Arenisca Dura hacia la Vereda Chicaque, cruza de manera perpendicular la servidumbre conformada por el corredor entre las torres 441N3 y 440N.

En este sector el “salto” topográfico presenta desniveles de aproximadamente 240 m, dejando al descubierto el lado contrapendiente de la Formación Plaeners en el escarpe, separado de la Formación Arenisca Dura el cual se representa cubierto bajo los depósitos de carácter fluvio glacial existentes en la base (Figura 5-28).

Figura 5-28 Falla Inversa o de Cabalgamiento definida



Vía Cascajal – Acceso a la entrada del Parque Chicaque

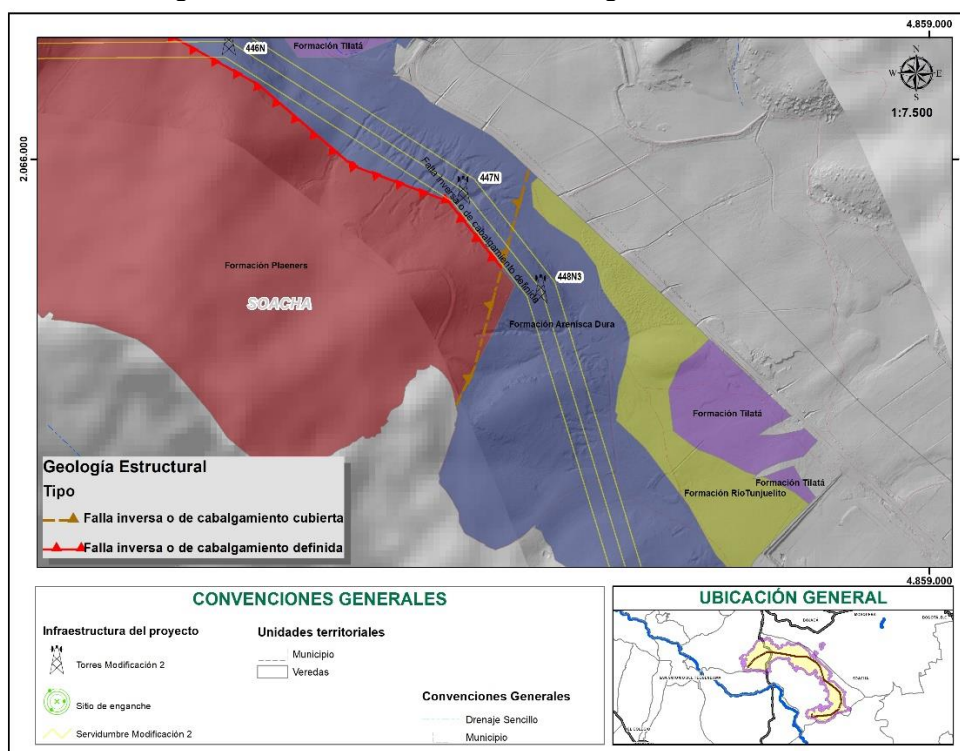
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022). Cartografía Geológica de Base: POMCA Río Bogotá

5.1.2.4.4 Falla de Cabalgamiento Cubierta

El segmento de esta estructura, que aflora en el área de influencia del componente, cuenta con una longitud de 641,75m (Figura 5-29).

Su trazado, en conjunción con el trazo de la Falla Inversa de cabalgamiento definida en el sector de Cascajal, ponen en contacto las unidades Formación Plaeners y la Formación Arenisca Dura en la parte central del área de influencia, cruzando de manera oblicua en sentido SW a NE la servidumbre conformada por el corredor conformado por las torres 448N3 y 447N..

Figura 5-29 Falla Inversa o de Cabalgamiento Cubierta



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022). Cartografía Geológica de Base: POMCA Río Bogotá

5.1.3 Sismicidad

5.1.3.1 Introducción

Como es bien conocido, el sistema tectónico que enmarca la sismicidad en Colombia es bastante complejo, corresponde a un sistema de varias placas tectónicas que convergen creando sistemas compresivos bastante intrincados y con una generación de múltiples riesgos sísmicos en varias áreas.

Con el fin de simplificar un poco la discusión, se puede simplificar a cuatro las zonas que pueden influir en eventos sísmicos en el área de estudio, estas son: la zona occidental, que comprende las cordilleras occidental y central y que tendrían que tener una magnitud muy superior a 7 para afectar de manera

indirecta a la zona de estudio; el siguiente sitio a tener en cuenta es la región comprendida en el nudo sísmico de Bucaramanga-Mesa de los Santos, esta zona es responsable de la mayoría de los sismos verificados en la Sabana de Bogotá, pero normalmente, su gran profundidad, generan cierto apantallamiento de los posibles daños a provocar, y además, teniendo en cuenta la distancia a la que se encuentran, no tienen un riesgo tan alto de afectación en la zona de estudio; el tercer y cuarto sitios a tener en cuenta corresponden a los sistemas de fallas de los flancos oeste y este de la Cordillera Oriental.

Para tener mejor visión de este tema, se entiende que en la Cordillera Oriental, además de la tectónica de “piel delgada” que se caracteriza por pliegues de arrastre y cabalgamientos de bajo ángulo, con rumbo N-NE; también se observa una tectónica de “piel gruesa” que involucra al basamento representado por medio de diversos altos, como los macizos de Garzón y Quetame, que afloran gracias al proceso de inversión tectónica que sufrieron fallas normales de alto ángulo y rumbo N-NE durante el lapso Paleógeno tardío-Neógeno, cuando la placa de Nazca inició su proceso de subducción bajo el margen noroccidental de Suramérica (Chicangana y Vargas-Jiménez, 2013).

Las unidades estratigráficas que constituyen la Cordillera Oriental se forman, de base a techo, por el basamento ígneo-metamórfico Mesoproterozoico, unidades sedimentarias y metamórficas con edad Neoproterozoica, unidades sedimentarias con edad Paleozoica y secuencias sedimentarias que abarcan el lapso Jurásico superior-Holoceno (Chicangana et al. 2015).

El basamento para la parte central de la Cordillera Oriental, región que corresponde a los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Meta, exhibe rocas metasedimentarias relacionadas con el complejo Quetame, que está cubierto por unidades sedimentarias correspondientes a los lapsos Cámbrico-Ordovícico y Devónico-Carbonífero. Estas unidades se han estudiado, caracterizado y correlacionado con algunas perforaciones en los Llanos Orientales y a partir de columnas estratigráficas con recolección de fósiles, in situ, en la cordillera. Las unidades sedimentarias que corresponden al lapso Jurásico-Cretáceo se caracterizan por tener espesores mayores y haber sido depositadas en ambientes marinos someros, durante pulsos transgresivos y regresivos, que fueron controlados por la relación velocidad de subsidencia de la cuenca - aporte de sedimentos en la misma.

Esta depositación marina ocurre durante dos eventos de subsidencia (Horton et ál. 2010). El primero ocurrió entre el Jurásico superior y el Cretáceo inferior, durante un periodo de rift (rotura y separación continental) y produjo fallamiento normal en la zona en donde hoy se emplaza la Cordillera Oriental. El segundo evento que se presentó durante el Cretáceo superior fue generado por una subsidencia tectónica post-rift (postrotura y separación continental), la cual estuvo acompañada por la acreción de un terreno oceánico de gran espesor (placa Caribe), que produjo una depresión en el centro de la cuenca que corresponde a la zona en donde, en el presente, se emplaza la Cordillera Oriental y la cuenca de los Llanos Orientales (Chicangana et al. 2015).

Horton et ál. (2010) sugieren que durante el lapso Paleoceno-Eoceno medio, para la región que hoy ocupa la Cordillera Oriental y los Llanos Orientales, se presenta un acortamiento y el desarrollo de una cuenca de antepaís acompañada por una incipiente Cordillera Oriental fraccionada. Luego, para el lapso Eoceno superior-Oligoceno inferior continúa el acortamiento y comienza la división de la cuenca de antepaís. Para finales del Oligoceno y principios del Mioceno, la Cordillera Oriental empieza a erigirse, de manera completa, separando la cuenca del valle del Magdalena de la cuenca de los Llanos Orientales, situación que culmina a partir del Mioceno superior, cuando la Cordillera Oriental emerge, de manera definitiva, produciendo la migración de la cuenca de antepaís hacia el oriente (actuales Llanos Orientales), dando lugar a la depositación de la formación Guayabo superior, que se constituye de una molasa, caracterizada

por secuencias monótonas y gruesas de conglomerados (Parra et ál. 2010) relacionadas con el desarrollo de los grandes ríos que hoy definen la cuenca del Orinoco en Colombia (Chicangana et al. 2015).

Para la Sabana de Bogotá, la sismicidad superficial, capaz de producir un sismo con de gran magnitud, tiene dos orígenes muy próximos, los cuales son hacia el oeste, el valle alto del Magdalena —en adelante, VAM— con las fallas Alto del Trigo, Bituima, Cambao, Honda e Ibagué, y hacia el este, la región del Piedemonte Llanero con las fallas de Algeciras-Urbe, Guaicaramo y Servitá. La actividad del frente occidental de las fallas de la Cordillera Oriental (fallas Alto del Trigo, Cambao, Bituima, etc.), solo tiene registro histórico para el terremoto del 16 de junio de 1805, el cual destruyó la ciudad de Honda, pero no dejó registro alguno de consecuencias para Bogotá, en cuyos alrededores, la actividad sísmica más relevante se debe a la actividad tectónica de la falla Servitá y sus satélites (Chicangana, Vargas-Jiménez y Caneva 2013). La falla Servitá es una de las dos fallas maestras que han ayudado a construir orogénicamente este sector de la Cordillera Oriental, durante los últimos tres millones de años (Mora 2007). Esta construcción continúa y se manifiesta con la sismicidad superficial local, originada tanto en las fallas del VAM como en la falla Servitá. Trabajos previos han asignado los sismos de 1743 y 2008 a la falla Servitá, los sismos de 1923 y 1924 a la falla Guaicaramo y los sismos de 1785, 1827, 1917 y 1967 a la falla Algeciras-Urbe (Chicangana et al. 2015).

Un evento de una magnitud superior a 7.0, para Colombia, cuya fuente sea una falla intracordillerana, solo se relacionaría con el escenario macrosísmico expuesto por Espinosa (2003) para el sismo del 16 de noviembre de 1827 y que se sintió con intensidad VII hasta una distancia de más de 300 km del epicentro (Espinosa 2003; OSSO 2008, en Chicangana et al. (2015)). A este terremoto, su epicentro se lo relaciona con la falla Algeciras-Urbe. Este sismo, en particular, produjo la destrucción de las edificaciones de gran parte de la ciudad de Bogotá de esa época, al igual que afectó fuertemente poblaciones de la Sabana, como Bojacá, Chía, Engativá y Soacha (OSSO 2008, en Chicangana et al. (2015)).

Bajo este contexto, Las fallas Algeciras-Urbe y Servitá, que son las más próximas a Bogotá, son límites de los dos bloques continentales que constituyen la litosfera colombiana (Chicangana et ál. 2012) y representan un contexto geotectónico, para producir sismos con magnitudes $M > 7.0$, muy similar al que se presenta en la meseta oriental del Tíbet (Zhang, Dong y Yang 2009, en Chicangana et al. (2015)).

La movilidad de la falla Algeciras, en su historia sismológica como límite de bloques continentales, ha producido los sismos históricos de 1785, 1827, 1917 y 1967, todos los cuales arrojaron pérdidas de vidas y destrucción de construcciones en la región del altiplano (Chicangana et al. 2015).

A una escala más local existen rasgos estructurales importantes como la presencia de lineamientos con actitudes entre NNE y NNW, concordantes con los esfuerzos compresivos orogénicos. Estructuras como La falla de Cajita o Cajitas que se encuentra al suroriente del municipio de Soacha, ha sido reportada en la literatura como una falla activa marcada por un cambio abrupto en la pendiente del terreno (Acosta & Hernández, 2000). Sobre este lineamiento se presentan morrenas desplazadas, ubicadas al occidente de las lagunas la Cajita y Cajones en el Páramo de Sumapaz. Adicionalmente se observan pequeñas lagunas, depresiones alineadas y escarpes que afectan las rocas duras del Cretácico. Acosta & Hernández (2000) proponen que la Cajita es una falla activa a partir de observaciones de dislocación de los depósitos cuaternarios y de los rasgos morfotectónicos asociados al lineamiento incluyendo escarpes, trincheras, silletas, lagunas de falla y deslizamientos (Olaya, Dimaté, & Robertson, 2010).

Aunque el Estudio citado concluye que no hay evidencia de actividad cuaternaria en el sistema de lineamientos de La Cajita, aunque, aun así, se pueden referenciar algunos sismos históricos que han sido

datados y ubicados con epicentro cerca de la región y que ofrecen indicios de actividad neotectónica en el sector; estos son nombrados a continuación:

Sismo de marzo 16 de 1644: Documentos históricos encontrados por Espinosa (1994, 2003), describen daños severos en la iglesia y viviendas del pueblo de Tunjuelo, licuación en las vegas del río Tunjuelo (Figura 2), deslizamientos y caída de rocas "hacia los boquerones de Ubaque y Chipaque" y un deslizamiento "abajo del Salto de Tequendama", ocasionados por el sismo. Los efectos descritos en Ubaque y Chipaque sugieren para este evento un epicentro localizado al sureste de Bogotá (Olaya, Dimaté, & Robertson, 2010).

Sismo de octubre 18 de 1743. Este sismo afectó principalmente el área de Fómeque, Cáqueza, Choachí, Fosca y Ubaque, además causó daños menores en Chipaque, Usme y Une y deslizamientos en Bogotá (e.g. Ramírez, 1975; Álvarez, 1987; Espinosa, 2003; Sarabia & Cifuentes, 2007). Los efectos asociados a este evento son contundentes en señalar un epicentro al sureste de Bogotá (Olaya, Dimaté, & Robertson, 2010).

Sismo de agosto 31 de 1917. El epicentro instrumental de este sismo de magnitud $M_s=6.9$ (Pérez & Scholz, 1984) fue localizado al este del Páramo de Sumapaz en $4^\circ N$ y $74^\circ W$ (Gutenberg & Richter, 1949), al SSE de Bogotá. Este epicentro puede tener algunas decenas de km de incertidumbre, asociada a la limitada distribución de las estaciones sismológicas globales y a la ausencia de estaciones sismológicas en el país para la época. Los daños más significativos se ubican en una extensa región que abarca los actuales departamentos de Meta, Cundinamarca, Tolima y Boyacá. Las intensidades más altas (IX) evaluadas en Villavicencio y San Martín, los deslizamientos ubicados en el flanco oriental de la Cordillera Oriental a la latitud aproximada de $4^\circ N$ y la distribución de intensidades menores sugieren también un epicentro al SSE de Bogotá (Cifuentes et al., 2005, Sarabia et al., 2010).

En relación con la utilización de material instrumental moderno (1964 en adelante), se tiene el reporte que el sismo más relevante con epicentro cercano a la zona de este estudio es el de septiembre 4 de 1966 que causó daños significativos en el sur de Bogotá (Olaya, Dimaté, & Robertson, 2010).

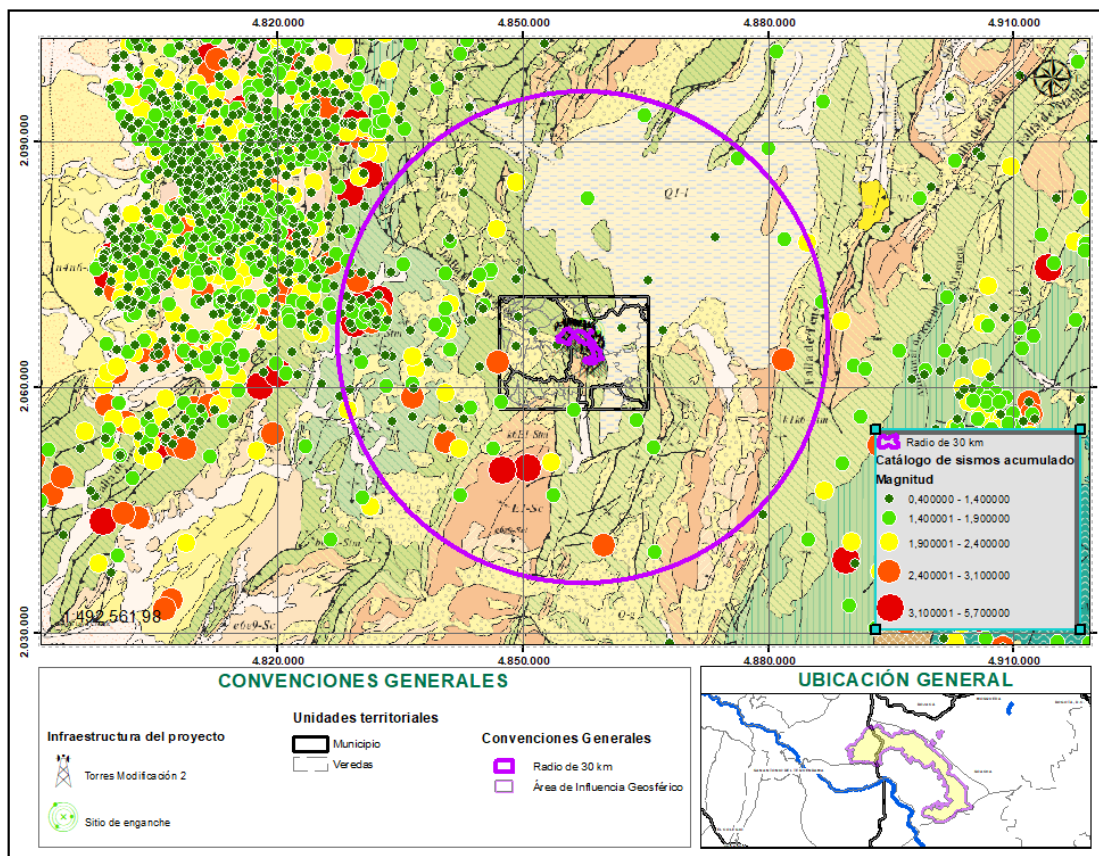
5.1.3.2 Análisis de la Aceleraciones

A partir de la información del catálogo de aceleraciones disponible en el SGC, el cual comprende dos períodos de análisis, se realizó la localización de los eventos sísmicos registrados en dichos catálogos: El primero corresponde al catálogo comprendido entre el 1 de junio de 1993 y el 31 de diciembre de 2017 se llevaron a un plano todos los registros acelerográficos asociados a eventos localizados en el departamento de Cundinamarca (Figura 5-30).

El segundo corresponde al catálogo comprendido entre 1 de enero de 2018 hasta la fecha; los registros acelerográficos corresponden a eventos reportados en este período

La base de datos obtenida cuenta con 9177 eventos registrados para el departamento de Cundinamarca.

Figura 5-30 Localización de sismos registrados en el SGC (2022)



Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

La mayor concentración de eventos se presenta hacia el Valle del Río Magdalena (Fuera del radio de 30 km al área de influencia del proyecto) y se podría relacionar con el sistema Fallas el Agrado o también conocido como Fallas del Magdalena, la cual se ha descrito entre el NW de la Cuenca de Pitalito hasta el río Magdalena, donde el trazo se pierde bajo los depósitos aluviales (SGC, 2005)

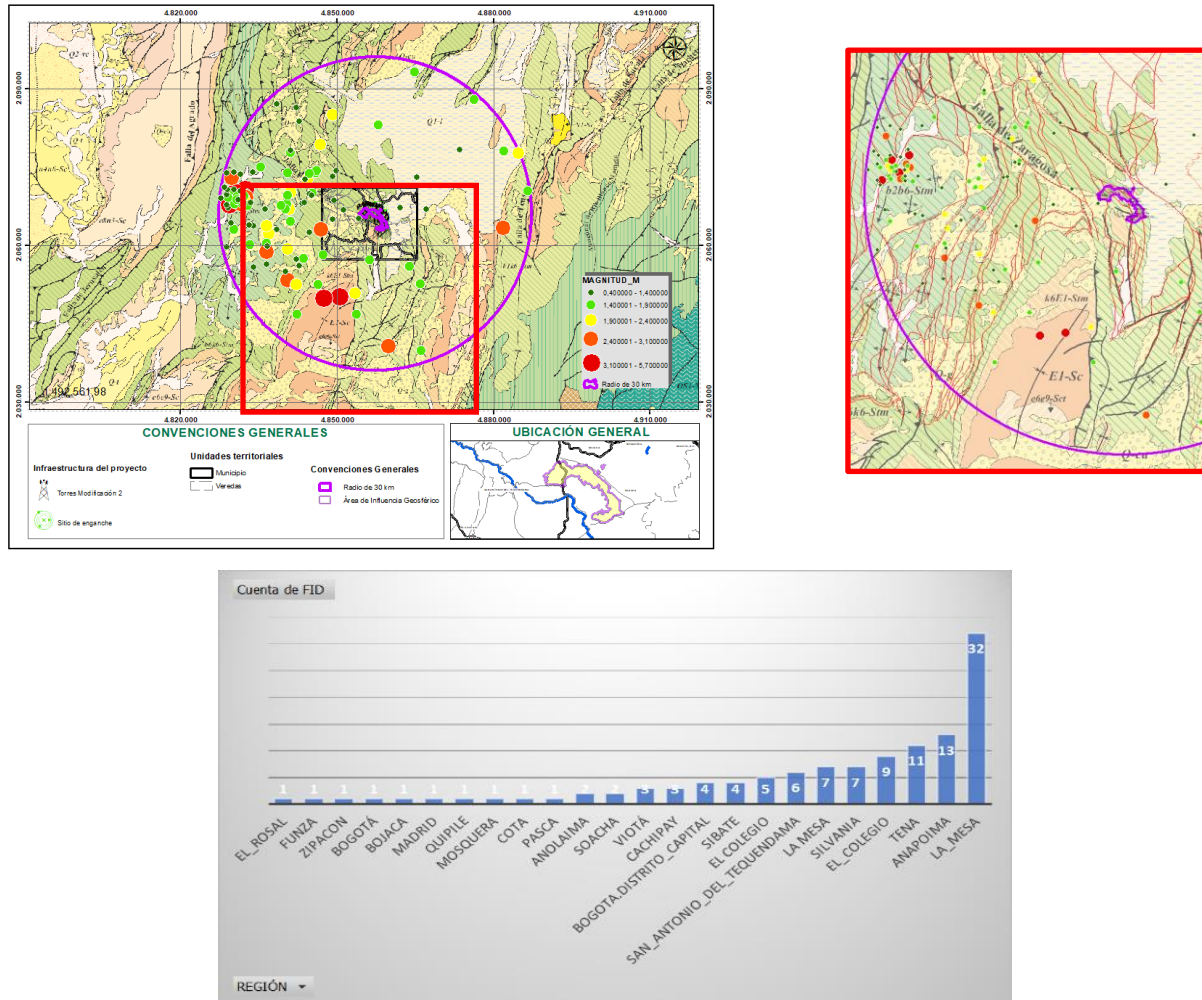
5.1.3.3 Catálogo de eventos en un radio de 25 km

De estos registros, y tomando como referencia un radio de acción 30 km alrededor del área de influencia del proyecto, la base de datos arrojó un total de 118 sismos documentados en el área de interés, para el período de tiempo comprendido entre el 27 de febrero de 1994 y el 15 de febrero de 2017.

Por su ubicación, la principal concentración de reportes sísmicos se encuentra asociada a un corredor de falla entre las cuales se encuentran las fallas de Piedras Blancas, San Gabriel, Quinini, Matarredonda y del Río Bogotá, las cuales transcurren en sentido SW-NE, hasta interceptarse con la Falla Zaragoza (que incorpora la Falla de Fusagasugá y presenta orientación SE-NW).

Los demás eventos sísmicos registrados dentro del área de análisis corresponden a eventos con magnitudes inferiores a 4 en escala Richter (Figura 5-31).

Figura 5-31 Localización de sismos en un radio de 30 km (Geoportal SGC, 2022)

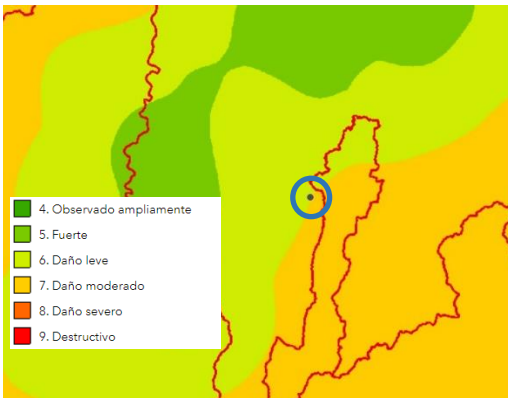


Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

5.1.3.4 Situación frente a la Intensidad Sísmica

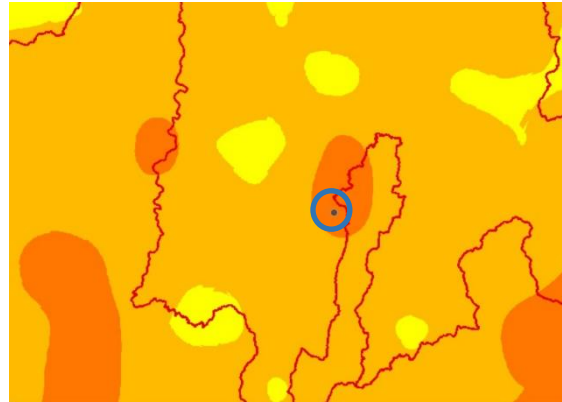
El área del proyecto se encuentra ubicada al oeste del área urbana del municipio de Soacha (ilustrado con un punto en la imagen). Para esta área, las percepciones de la intensidad presentadas en el Geoportal del SGC indican que en la intensidad sísmica observada las consecuencias podría generar daños leves, mientras que la intensidad sísmica esperada podría tener consecuencias fuertes a muy fuertes (Figura 5-32 y Figura 5-33).

Figura 5-32 Intensidad Sísmica Observada



Consulta Geoportal SGC – 28/02/22
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Figura 5-33 Intensidad Sísmica Esperada



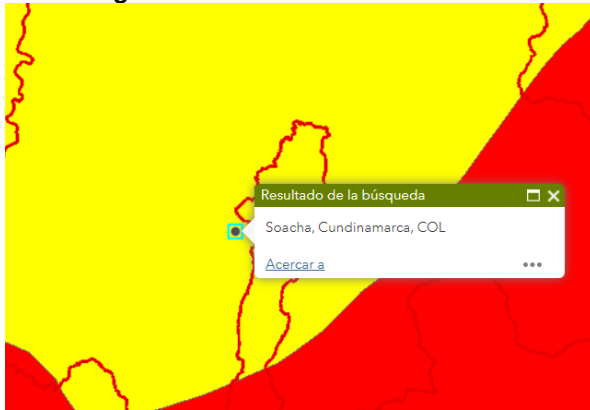
Consulta Geoportal SGC 28/02/22
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

NOTA El círculo en color azul demarca el área de influencia del proyecto

5.1.3.5 Situación frente a la zonificación de Amenaza Sísmica

Dadas las condiciones previamente indicadas, actualmente la zonificación de la amenaza sísmica categoriza el área del proyecto en el rango de intermedia (Figura 5-34 y Figura 5-35).

Figura 5-34 Amenaza Sísmica



Consulta Geoportal SGC – 28/02/22
Fuente: (SMAYD LTDA., 2022)

Figura 5-35 Intensidad Sísmica esperada



6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, J., & Hulloa, C. (2001). Geología de la plancha 227, La Mesa, Escala 1:100000. En *Memoria Explicativa* (págs. 19-76). Bogotá.
- Acosta, J., & Hulloa, C. (2001). Memoria Explicativa. En *Geología de la plancha 246, Fusagasugá, Escala 1:100000* (págs. 19-71). Bogotá.
- Acosta, J., & Ulloa, C. (2001). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 208 VILLETÁ, MEMORIA EXPLICATIVA. BOGOTÁ.*
- ÁLVAREZ, A. (1998). *ACUIFEROS DE LA FORMACIÓN TILATA (MIOCENO-PLIOCENO) EN DOS POZOS DEL SUROESTE DE LA SABANA DE BOGOTÁ.* BOGOTÁ.
- Cáceres, C., & Etayo, F. (1969). Bosquejo geológico de la región del Tequendama. En *Congreso Colombiano de Geología* (pág. 22). Bogotá.
- Chingana, G., Vargas Jimenez, C., Krammer, A., Hurtado, E., & Gomez, A. (2015). La amenaza sísmica de la Sabana de Bogotá frente a un sismo de magnitud $M > 7.0$, cuyo origen esté en el Pedemonte Llanero. En *Cuadernos de Geografía Revista Colombiana de Geografía*.
- INGEOMINAS. (2005). *ANEXO 4.1-1. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DETALLADO DE BOGOTÁ.* Bogotá.
- MARTINEZ, J., & VERGARA, L. (1999). La sucesión Paleoambiental del Cretácico de la Región de Tequendama y Oeste de la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental Colombiana. En *GEOLOGÍA COLOMBIANA* (págs. 107-147). Santa fe de Bogotá: GEOLOGÍA COLOMBIANA.
- MONTOYA, D., & REYES, G. (2003). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 209-ZIPAKUIRÁ. MEMORIA EXPLICATIVA. INGEOMINAS. BOGOTÁ.*
- Montoya, D., & Reyes, G. (2005). En *Geología de la Sabana de Bogotá* (págs. 18-95). Bogotá.
- Olaya, A., Dimaté, C., & Robertson, K. (2010). *¿Fallamiento activo en la Cordillera Oriental al suroeste de Bogotá, Colombia?* Bogotá.
- RUBIO, J., & RODRÍGUEZ, C. (1986). *MINERALOGÍA DE ARCILLAS DE LA SABANA DE BOGOTÁ (COLOMBIA).* Bogotá.

- Servicio Geológico Colombiano. (2013). *ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA Y AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL MUNICIPIO DE SOACHA – CUNDINAMARCA. ESCALA 1:25.000*. Bogotá.
- SGC. (2001). *Memoria Explicativa Plancha 227 - La Mesa*. Bogotá DC: INGEOMINAS.
- SGC. (2005). *Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali*. Bogotá DC: INGEOMINAS.
- SGC. (2013). *Zonificación geomecánica y amenaza por movimientos en masa en el municipio de Soacha*. Bogotá DC: SGC.
- SGC. (2015). *Memoria Explicativa de la Plancha 228 - Bogotá Noreste*. Bogotá DC: SGC.
- SMAYD LTDA. (2022). *EIA para la Modificación No. 2 de la Licencia Ambiental Proyecto Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016*. Bogotá DC: SMAYD LTDA.
- TCE. (2019). Estudio de impacto Ambiental para el Proyecto segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia - Nueva Esperanza 500kV. En T. C. E.S.P., *Estudio de impacto Ambiental* (pág. 133). Bogotá DC: GEOMA.