

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO “SUBESTACIÓN NORTE 230/115 kV, LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 115 kV Y MÓDULOS DE CONEXIÓN”

## Capítulo 3. Caracterización del área de influencia del proyecto Sección 1. Componente abiótico

L. Angulo	L. Arévalo	A. Galindo	2017-11-24	Complemento reunión oralidad	VF
L. Angulo	L. Arévalo	A. Galindo	2015-12-18	Versión final	VF
<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rev.</b>

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	1
3.1 Áreas de influencia.....	1
3.1.1 Área de influencia directa (AID) .....	1
3.1.2 Área de influencia indirecta (AII) .....	2
3.2 Medio abiótico .....	4
3.2.1 Geología.....	4
3.2.1.1 Geología regional, Área de Influencia Indirecta (AII) .....	4
3.2.1.2 Geología local, líneas de transmisión. Área de Influencia Directa (AID) .....	38
3.2.1.3 Geología local, Subestación. Área de Influencia Directa (AID) .....	53
3.2.2 Geomorfología .....	55
3.2.2.1 Geomorfología regional, unidades geomorfológicas.....	55
3.2.2.2 Geomorfología Local.....	58
3.2.2.3 Espesor de suelos y formaciones superficiales .....	68
3.2.2.4 Condiciones de precipitación.....	68
3.2.2.5 Factor de sismicidad .....	68
3.2.2.6 Tipo de cobertura vegetal que presenta el terreno .....	69
3.2.2.7 Presencia de fallas geológicas .....	69
3.2.2.8 Información hidrogeológica .....	69
3.2.2.9 Dirección del talud respecto de la dirección dominante de lineaciones. ....	69
3.2.3 Suelos .....	69
3.2.3.1 Descripción de las unidades cartográficas de suelos .....	70
3.2.3.2 Usos actuales en el área de influencia directa .....	113
3.2.3.3 Uso potencial del suelo y clasificación agrológica .....	121
3.2.3.4 Conflictos de uso del suelo.....	127
3.2.3.5 Compatibilidad del proyecto con el uso recomendado de los suelos.....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1.2-1 Definición Áreas de influencia .....	3
Tabla 3.2.1-1 Inventario de procesos de remoción en masa en el área de estudio .....	30
Tabla 3.2.1-2 Valores de amenaza relativa .....	31
Tabla 3.2.1-3 Listado de eventos sísmicos ocurridos en el área de estudio .....	35
Tabla 3.2.3-1 Descripción de los componentes de la Asociación RLOa .....	73
Tabla 3.2.3-2 Descripción de los componentes del Complejo RLQa .....	79
Tabla 3.2.3-3 Descripción de los componentes de la Asociación RMOa .....	86
Tabla 3.2.3-4 Descripción de los componentes del Complejo RMRa .....	90
Tabla 3.2.3-5 Descripción de los componentes de la asociación MMKd .....	96
Tabla 3.2.3-6 Descripción de los componentes de la asociación MMTd2 .....	101
Tabla 3.2.3-7 Descripción de los componentes de la Asociación con Fases MMVe y MMVf .....	105
Tabla 3.2.3-8 Descripción de los componentes de la Asociación MMCd .....	109
Tabla 3.2.3-9 Uso actual del suelo .....	113
Tabla 3.2.3-10 Conflictos de uso encontrados en el área de estudio. ....	127
Tabla 3.2.3-11 Tierras sin conflicto de uso (A) .....	128
Tabla 3.2.3-12 Tierras con conflicto de uso por sobreutilización ligera (O1), sobreutilización moderada (O2) y sobreutilización severa (O3) .....	128
Tabla 3.2.3-13 Tierras con conflicto de uso por subutilización ligera (S1), subutilización moderada (S2) y subutilización severa (S3) .....	129
Tabla 3.2.3-14 Cambios de uso proyectados por el desarrollo del proyecto .....	133

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3.2.3-1 Composición de suelos de la asociación Typic Endoaquepts-Aeric Endoaquepts-Thaptic Hapludands (RLOa) .....	72
Gráfico 3.2.3-2 Composición de suelos del complejo Pachic Melanudands-Andic Dystrudepts (RLQa) .....	78
Gráfico 3.2.3-3 Composición de suelos de la Asociación Aeric Epiaquepts-Fluvaqueptic Endoaquepts (RMOa) .....	85
Gráfico 3.2.3-4 Composición de los suelos del Complejo Humic Dystrustepts-Typic Haplustalfs-Fluvanqueptic Endoaquepts (RMRa) .....	89
Gráfico 3.2.3-5 Composición de los suelos de la Asociación Typic Haplustalfs-Ultic	

Haplustalfs-Typic Haplustepts (MMKd) .....	95
Gráfico 3.2.3-6 Composición de los suelos de la Consociación Lithic Hapludands (MMTd2) .....	100
Gráfico 3.2.3-7 Composición de los suelos de la asociación Typic Haplustepts-Lithic Ustorthents; Fases MMVe y MMVf.....	104
Gráfico 3.2.3-8 Composición de los suelos de la asociación Humic Dystrudepts-Typic Hapludalfs MMCd .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.2.1-1 Configuración geológica regional del área de estudio .....	7
Figura 3.2.1-2 Columna generalizada de las formaciones sedimentarias cretácicas en la sabana de Bogotá.....	9
Figura 3.2.1-3 Geología estructural regional del área de estudio .....	25
Figura 3.2.1-4 Amenaza por fenómenos de remoción en masa en el área de estudio .....	32
Figura 3.2.1-5 Representación de amenaza sísmica en la que se localiza el área de estudio .....	34
Figura 3.2.1-6 Zonas de amenaza sísmica de Colombia, el círculo azul indica el área de estudio .....	36
Figura 3.2.1-7 Fallas activas y sismicidad en el área de estudio .....	37
Figura 3.2.1-8 Configuración geológica local .....	39
Figura 3.2.1-9 Geología estructural del área de estudio.....	51
Figura 3.2.1-10 Configuración geológica del sector en donde se ubicará la subestación eléctrica .....	54
Figura 3.2.2-1 Configuración geomorfológica regional del área de estudio .....	56
Figura 3.2.2-2 Configuración geomorfológica local del área de estudio .....	59
Figura 3.2.3-1 Unidades de suelo presentes en el área de influencia del proyecto .....	112
Figura 3.2.3-2 Uso actual del suelo en el área de influencia del proyecto .....	120
Figura 3.2.3-3 Clase por capacidad de uso de las tierras. ....	121
Figura 3.2.3-4 Uso potencial del suelo en área de influencia del proyecto .....	126
Figura 3.2.3-5 Conflictos de uso identificados en el área de influencia del proyecto .....	132

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 3.2.1-1 Afloramiento de las capas superiores de la Formación Arenisca dura	41
Fotografía 3.2.1-2 Contacto entre las formaciones arenisca labor y Plaeners.....	42
Fotografía 3.2.1-3 Replegamientos en materiales arcillosos de la unidad Plaeners.....	42
Fotografía 3.2.1-4 Erosión diferencial sobre estratos de la unidad Labor y Tierna .....	43
Fotografía 3.2.1-5 Afloramiento de la formación Labor y Tierna en el sector de la Vereda La Fuente .....	43
Fotografía 3.2.1-6 Afloramiento de la formación Labor y Tierna en el sector de Gachancipá .....	44
Fotografía 3.2.1-7 Contacto entre las Formaciones Arenisca Labor y Tierna y Guaduas.	44
Fotografía 3.2.1-8 Morfología de la formación Cacho sobresaliendo en la planicie aluvial, vereda La Fuente.....	45
Fotografía 3.2.1-9 Afloramiento fracturado de la Formación Bogotá y costras ferruginosas .....	46
Fotografía 3.2.1-10 Deposito coluvial, los bloques corresponden a la Formación Arenisca Labor y Tierna.....	47
Fotografía 3.2.1-11 Deposito Aluvial reciente generado por el Río Bogotá .....	48
Fotografía 3.2.1-12 Depósito Aluvial antiguo .....	49
Fotografía 3.2.1-13 Lote en donde se ubicará la subestación eléctrica .....	55
Fotografía 3.2.2-1 Morfología de terraza de acumulación antigua .....	61
Fotografía 3.2.2-2 Morfología de llanura de inundación .....	62
Fotografía 3.2.2-3 Morfología de lomo residual en la formación Cacho .....	63
Fotografía 3.2.2-4 Lóbulo coluvial.....	64
Fotografía 3.2.2-5 Geoforma ladera estructural de sierra anticlinal en rocas de la formación Arenisca Labor y Tierna .....	65
Fotografía 3.2.2-6 Geoforma de lomo de falla con faceta triangular, municipio de Sesquilé .....	66
Fotografía 3.2.2-7 Embalse de Tominé.....	67
Fotografía 3.2.2-8 Campos de llenos antrópicos.....	68
Fotografía 3.2.3-1 Perfiles de suelo de la unidad RLOa.....	72
Fotografía 3.2.3-2 Perfil de suelo de la unidad RLQa.....	77
Fotografía 3.2.3-3 Perfil de suelo de la unidad RMOa.....	84
Fotografía 3.2.3-4 Perfil de suelo de la unidad RMRa.....	88
Fotografía 3.2.3-5 Perfil de suelo de la unidad MMKd.....	94
Fotografía 3.2.3-6 Perfil de suelo de la unidad MMVe y barreno de MMVf.....	103
Fotografía 3.2.3-7 Cultivos confinados presentes en el municipio de Tocancipá.....	115
Fotografía 3.2.3-8 Pastos enmalezados presentes en el municipio de Tocancipá .....	116

Fotografía 3.2.3-9 Pastos limpios presentes en el municipio de Gachancipá .....	116
Fotografía 3.2.3-10 Plantación forestal presente en el municipio Tocancipá .....	117
Fotografía 3.2.3-11 Afloramientos rocosos presentes en el área de estudio .....	118
Fotografía 3.2.3-12 Río Bogotá.....	118
Fotografía 3.2.3-13 Arbustal denso presente en el municipio de Cogua. ....	119

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 3-1** Procesos Morfodinámicos
- Anexo 3-2** Formatos de campo
- Anexo 3-3** Análisis laboratorio de suelos

## ÍNDICE DE MAPAS

- Mapa 3-1** Área de Influencia Directa del proyecto
- Mapa 3-2** Área de influencia Indirecta del proyecto
- Mapa 3-3** Geología
- Mapa 3-4** Geomorfología
- Mapa 3-5** Pendientes
- Mapa 3-6** Puntos de muestreo suelo
- Mapa 3-7** Unidades de suelo
- Mapa 3-8** Uso actual del suelo
- Mapa 3-9** Uso potencial del suelo
- Mapa 3-10** Conflicto uso del suelo.

### 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### 3.1 Áreas de influencia

En el área de influencia directa del proyecto “Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de Conexión” comprende las zonas que pueden ser sensibles a los cambios introducidos por el proyecto en sus diferentes etapas (actividades previas, construcción y operación) desde la perspectiva física, biótica y socioeconómica.

Para la determinación del área de influencia se tomó en consideración los posibles efectos y/o impactos directos e indirectos que el proyecto puede ocasionar, visto desde la escala regional (AII) y local (AID).

##### 3.1.1 Área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa **físico-biótica** del proyecto corresponde al espacio geográfico local donde se tiene la intervención directa del proyecto y donde existe la posibilidad de que se manifiesten los impactos directos sobre los elementos del ambiente. En general se define como área de influencia directa del proyecto el polígono donde se construirá la Subestación y sus instalaciones auxiliares y el corredor de las líneas de transmisión con un ancho servidumbre de 20 metros establecido por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) además de 5 metros a lado y lado del eje de la línea como un ancho de franja de amortiguamiento de los posibles impactos para un total de 30 metros, teniendo un área total de influencia directa del proyecto de 148,86 ha y una longitud aproximada de 48,285 km. En el Mapa 3-1- Área de Influencia Directa del proyecto, se presenta el AID definida para el presente estudio.

Para el medio socioeconómico se definió el Área de Influencia Directa (AID) en función de los procesos socioeconómicos locales, así como de la intervención directa sobre el área de la subestación y líneas de transmisión. De acuerdo con esto, se entiende como AID local el conjunto de unidades territoriales menores o veredas donde se localizan las comunidades que pueden percibir los impactos generados por la ejecución del proyecto. Además, dentro del AID local está el área de intervención o AID puntual que se refiere al corredor mencionado en el párrafo anterior, el cual tendrá un ancho servidumbre de 20 metros, según lo estipulado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Esta diferenciación del AID social tiene efecto sobre el desarrollo del documento, en dos sentidos: i) las veredas del AID local son las unidades mínimas de análisis para el desarrollo de las dimensiones de caracterización socioeconómica (demográfica,

económica, espacial, etc.) y ii) el corredor del AID puntual es el insumo básico para la identificación de los predios por donde cruza el trazado y sus respectivos propietarios, con quienes se desarrolló parte de los lineamientos de participación y se llevarán a cabo las actividades prediales y acuerdos de servidumbre, después de la emisión de la licencia ambiental.

### **3.1.2 Área de influencia indirecta (All)**

Corresponde al espacio geográfico regional en la cual se manifiestan los impactos indirectos y que trascienden el área de afectación directa del proyecto “*Subestación Norte 230 /115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión*”.

En el Mapa 3-2 “Área de influencia Indirecta del proyecto”, se presenta el All definida para el presente estudio; y en la Tabla 3.1.2-1 se presenta la definición de las áreas de influencia directa e indirecta.



**Tabla 3.1.2-1** Definición Áreas de influencia

Componente		Área de Influencia Directa	Área de Influencia Indirecta
		AID	AII
<b>Geosférico</b>	Geología	Corresponde al área de ubicación del corredor de las líneas de transmisión, donde se presentará la intervención de algunas áreas para el desarrollo del proyecto (ancho 30 m), y al área de ubicación de la Subestación eléctrica Norte 230/115 kV.	Corresponde a la extensión regional de las unidades geológicas y las estructuras como fallas y pliegues que afectan la zona del proyecto.
	Suelo	Corresponde al área de ubicación del corredor de las líneas de transmisión, donde se presentará la intervención de algunas áreas para el desarrollo del proyecto (ancho 30 m), y al área de ubicación de la Subestación eléctrica Norte 230/115 kV.	Corresponde a la extensión regional de las unidades de suelos que se encuentran en la zona del proyecto.
	Aguas subterráneas	Corresponde al área de ubicación del corredor de las líneas de transmisión, donde se presentará la intervención de algunas áreas para el desarrollo del proyecto (ancho 30 m), y al área de ubicación de la Subestación eléctrica Norte 230/115 kV.	Corresponde a la extensión I. Acuífero de la Formación Labor y Tierna (K2t) UAGr, II. Acuífero Depósitos recientes (Aluvial reciente, antiguo y coluvial) UAGI, III. Acuífero Formación Plaeners (K2p) UAFr, regional de las zonas de recarga y descarga.
	Agua superficial	Corresponde a los sitios de una posible afectación de los drenajes existentes que se encuentran en el área de los corredores de las líneas de transmisión y en el sitio de ubicación de la Subestación.	Corresponde al área de la cuenca de la zona de estudio dado que recogen los drenajes que pueden ser afectados indirectamente por el proyecto.
	Aire	Corresponde al área de ubicación de los corredores de las líneas de transmisión y de la Subestación, donde se presentará la intervención de algunas áreas para el desarrollo del proyecto.	Comprende el área rural de los municipios de Sesquile, Gachancipá, Tocancipá, Zipaquirá, Cogua, Nemocón y Suesca.
<b>Biótico</b>		Corresponde al área donde se localizarán las líneas de transmisión y la Subestación, entendiendo que este será el lugar donde se realizará la remoción de material vegetal y la alteración de hábitats para la fauna silvestre.	Esta caracterización establece que el área de influencia indirecta se extiende desde el sitio puntual donde se desarrollará el proyecto (AID), hasta los espacios ecológicos donde se presentan las dinámicas que determinan cambios en la vegetación y hábitats de forma periódica y/o permanente. Para este proyecto está definida por un área de 200 m a cada lado de la línea, teniendo un área total para el corredor de 1928,97 ha.

Componente	Área de Influencia Directa	Área de Influencia Indirecta
	AID	AII
Socioeconómico	<p>De acuerdo con las precisiones del numeral 3.1.1., el área de influencia directa corresponde a las veredas donde se ubicará la subestación y las líneas de transmisión, así como al corredor (ancho 20 m) donde se desarrollará la intervención directa de las obras aplicables a la subestación y las líneas de transmisión.</p> <p>A continuación se enlistan las veredas del AID: San José, San Martín, y Roble Centro en el municipio de Gachancipá; Boitá y Chaleche en el municipio de Sesquilé; Palmira en el municipio de Suesca, Tibitoc, Verganzo, El Porvenir, la Fuente, la Esmeralda y Canavita en el municipio de Tocancipá; El Tunal en el municipio de Zipaquirá; Mortiño y Rincón Santo en el municipio de Cogua y finalmente, Agua Clara, La Puerta, Oratorio, Casa Blanca y Patio Bonito en el municipio de Nemocón.</p>	<p>El área de influencia indirecta socioeconómica son los municipios de Gachancipá, Tocancipá, Zipaquirá, Cogua, Nemocón, Suesca y Sesquilé.</p>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## 3.2 Medio abiótico

### 3.2.1 Geología

#### 3.2.1.1 Geología regional, Área de Influencia Indirecta (AII)

Para el análisis del contexto geológico regional se recopiló información a través de entidades públicas como el Servicio Geológico Colombiano (anteriormente INGEOMINAS), especialmente la cartografía de las Planchas Geológicas 228 Gachalá y 209 Zipaquirá. Así mismo, de informes geológicos de la sabana de Bogotá, los cuales se listan en la bibliografía del presente estudio.

La altiplanicie de la sabana de Bogotá, situada en la parte central de la Cordillera Oriental, es un amplio sinclinorio con orientación SSW-NNE, en rocas sedimentarias del Cretáceo Medio hasta el Cuaternario<sup>1</sup>. El área de estudio, se localiza en la parte axial de la Cordillera Oriental, específicamente en el sector norte de la sabana de Bogotá en un

<sup>1</sup> HUBACH, E. Contribuciones a las unidades estratigráficas de Colombia, Servo Geol. Nal., Bogotá. 1957

marco de formaciones de edades que van desde el Cretáceo al Neógeno y depósitos más recientes catalogados como cuaternarios.

El lugar donde se localiza actualmente la sabana de Bogotá en el tiempo precámbrico hacía parte de un escudo primitivo de rocas cristalinas denominado Pangea. En el paleozoico, Pangea se dividió en bloques rígidos independientes, esta separación dio origen a una fosa invadida por el mar en la que se desarrolló una sedimentación que se registra en depósitos de pelitas, areniscas, conglomerados, margas y calizas. Desde entonces y durante el paleozoico varios eventos orogénicos afectaron la región andina provocando en unos casos la emersión de tierras y en otros la invasión del mar.

Para el intervalo Triásico-Jurásico se establece un tiempo de calma en el cual los resultados de los procesos ocurridos durante el Paleozoico permanecieron más o menos estables.

Ya en el Cretácico, Pangea se había dividido en 2 grandes bloques, uno al Norte denominado Laurasia y un segundo bloque denominado Gondwana que correspondía a las tierras del sur y al cual pertenecía Suramérica unido con África. Fue en el cretácico cuando se produjo la separación de África y Suramérica desplazándose este último hacia el occidente y dando origen al océano Atlántico. Es bajo estas condiciones que se produjeron grandes depósitos de sal como las salinas de Nemocón y Zipaquirá.

Estructuralmente, para la Cordillera Oriental, involucrando el área de estudio, varios autores han postulado modelos de evolución y estilos estructurales apoyados en información geofísica y estructural, que en términos generales plantean una cuenca sedimentaria pre-Albiano de mar somero donde a partir del Albiano se da por terminada la fase extensiva que ocurría hasta el momento y se da inicio a una etapa de inversión tectónica, acompañada de un proceso de regresión marina que en el sector de estudio tuvo fin en el Paleógeno, generando un ambiente de depósito continental.

A continuación, se listan en orden cronológico las rocas de las más antiguas a las más recientes en el área de influencia indirecta del proyecto:

- Formación Fómeque: depósitos de lodos terrígenos y areniscas de cuarzo en el intervalo Barremiano-Aptiano
- Formación Une: acumulación Albiana-Cenomaniana de areniscas de cuarzo y lodos terrígenos
- Formación Churuvita: depósito de areniscas y areniscas bioclásticas durante el Cenomaniano

- Formaciones Simijaca: fondos arcillosos terrígenos y calcáreos por una inundación de edad turoniana.
- Formación Chipaque: La Frontera y los segmentos A y B
- Formación Conejo: acumulación durante el Coniaciano y el Santoniano de arcillas terrígenas, lodos silicificados y areniscas de cuarzo
- Formación Chipaque: segmentos C y D
- Formación Arenisca Dura: depósito campaniano temprano de areniscas de cuarzo
- Formación Lidita superior: depósito campaniano temprano de areniscas de cuarzo
- Formación Plaeners. lodos terrígenos
- Formación Labor y Tierna y Guaduas: cretácico la extensión de los fondos arenosos durante la regresión del Maastrichtiano.

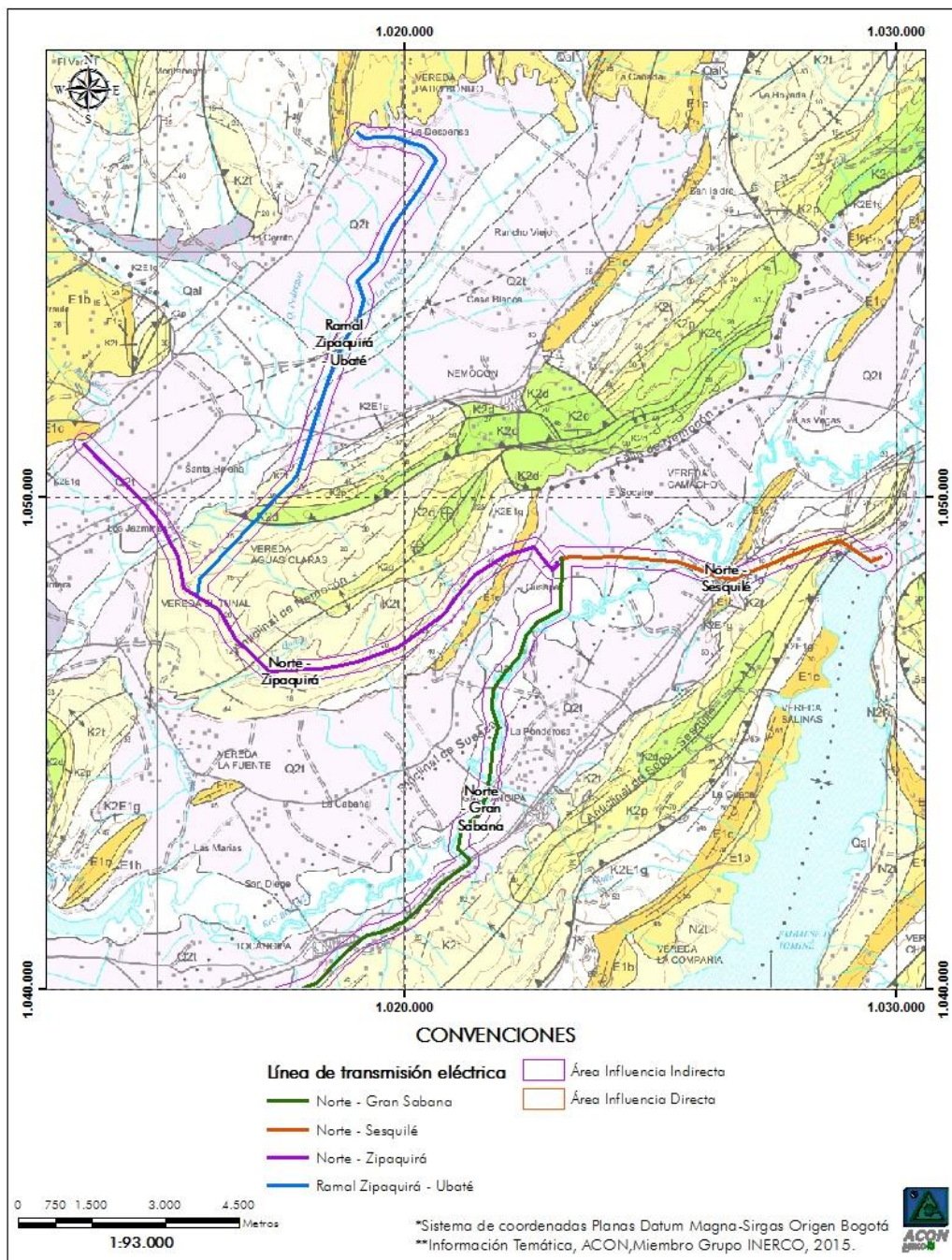
En el Paleógeno se da por terminado, en el sector de estudio, el proceso de regresión marina generando un ambiente de depósito continental. Luego en el Mioceno ocurre un importante evento tectónico compresivo que dio como resultado la formación de la cordillera oriental; este evento compresivo trajo como consecuencia la deformación de la secuencia estratigráfica elevando las rocas al nivel que pueden ser encontradas en la sabana de Bogotá. Esta elevación trajo consigo una profunda modificación en el régimen climático, los patrones de erosión, las cuencas hidrográficas y los ecosistemas. Ejemplo de esto son los depósitos en el centro y bordes de lagos interandinos cerca de la cumbre de la Cordillera, a los cuales llegan los materiales fluviales y fluvioglaciares del Plioceno y Pleistoceno. Durante los últimos 10,000 años de vida geológica se llegó a la colmatación final de varios de los lagos de la Sabana, el proceso de desecación de los mismos, la integración de la red hidrográfica actual del Río Bogotá y la erosión de la altiplanicie.

Suprayaciendo estas rocas cretácicas, se ubica la secuencia de rocas de sedimentación fluvial del cenozoico, compuesta por las Formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y Tilata.

Por último, se encuentran los depósitos cuaternarios en los que se destacan procesos fluvioglaciares, terrazas, coluviones y llanuras aluviales. La Figura 3.2.1-1 relaciona la configuración geológica regional del área de estudio en donde se aprecian las unidades presentes en el área y la geología estructural en concordancia con el trazado de las líneas de transmisión de energía.



**Figura 3.2.1-1 Configuración geológica regional del área de estudio**



**Fuente:** INGEOMINAS. Plancha 209 Zipaquirá, 2010. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## **A Estratigrafía**

### **I Cretácico**

El Cretácico se encuentra representado por rocas formadas en un ambiente marino cuya edad oscila entre 129 y 65 millones de años y que corresponde a las edades entre el Barremiano y el Maastrichtiano. Las formaciones que hacen parte de esta secuencia estratigráfica se presentan en la Figura 3.2.1-2.

**Figura 3.2.1-2** Columna generalizada de las formaciones sedimentarias cretácicas en la sabana de Bogotá

EPOCA	EDAD		UNIDAD	
CRETACICO SUPERIOR	PALEOCENO	PALEOCENO	GUADUAS	
	MAASTRICHIANO		LABOR Y TIERNA	
	CAMPANIANO	SUP	PLAENERS	
		INF	DURA	LIDITA SUPERIOR
	SANTONIANO		CONEJO	CHIPAQUE
	CONIACIANO			
	TURONIANO			
			LA FRONTERA	
			SIMIJACA	
	CENONIANO		CHURUVITA	
CRETACICO INFERIOR	ALBIANO		UNE	
	APTIANO		FOMEQUE	
	BARRENIANO			

**Fuente:** Geología de la Sabana de Bogotá, 2005. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

A continuación, se describe la secuencia estratigráfica comenzando, de las rocas más jóvenes a las más antiguas<sup>2</sup>:

- **Formación Fómeque (K1f)**

Formación designada por Hubach<sup>3</sup> de edad Barremiano y Aptiano inferior y medio; representada principalmente por un conjunto de lodolitas intercaladas con dos intervalos arenosos en la parte inferior. Las arcillolitas son de colores gris oscuras, físis y micáceas, dispuestas en bancos hasta de 10 m. Se reconocen concreciones de 10 hasta 25 cm y presentan laminación discontinua. Las areniscas de los intervalos inferiores son de grano muy fino de color gris oscuro, se presentan en capas tabulares medias y gruesas con estratificación levemente ondulosa, en la base de estas capas arenosas se presentan capas cuneiformes. Las areniscas son de grano muy fino, tienen cemento silíceo (5-10%), por sobrecrecimiento los clastos son subredondeados y subesféricos presentando buena selección.

- **Formación Une (K1K2c)**

Con un espesor de 1.453 metros, la edad asignada a la Formación Une es lino<sup>4</sup>, dividida en tres segmentos que se describen a continuación de base a techo:

- **Segmento A**

Constituido por siete intervalos arenosos que representan el 65% de los 542 metros de espesor del segmento; estos se encuentran separados por seis (6) intervalos arcillosos que generan intercalación de valles y crestas topográficas. Los paquetes arenosos corresponden a cuarzoarenitas de color gris, blanco y crema, de grano muy fino y fino, es común encontrarlas asociadas con óxidos de hierro y micas. Las estructuras internas en las areniscas son laminación inclinada planar, laminación discontinua y laminación flaser.

Las areniscas de este segmento son de tamaño de grano fino, sin embargo, se presentan tamaños muy fino y medio, las formas de los clastos son subesféricas y los contornos son subredondeados hasta subangulares, con buena selección y los contactos entre los granos son tangenciales a suturados y se clasifican texturalmente como areniscas maduras y supermaduras.

<sup>2</sup> Geología de la plancha 209, Zipaquirá, INGEOMINAS, 2003.

<sup>3</sup> HUBACH, E. Contribuciones a las unidades estratigráficas de Colombia, Servo Geol. Nal., Bogotá. 1957

<sup>4</sup> HUBACH, E. Contribuciones a las unidades estratigráficas de Colombia. Ins. Geol. Nal. En: Compilación de estudios Geológicos oficiales en Colombia. 1931



Los intervalos arcillosos que separan los paquetes arenosos tienen espesores desde 20 a 41 metros, están constituidos por arcillolitas negras, untuosas con restos de plantas.

#### – **Segmento B**

Corresponde al segmento más arcilloso de la formación presentando un espesor de 435 metros en donde las capas arcillosas presentan color gris mientras que las capas de arenisca comienzan con capas muy delgadas onduladas laminadas, aumentando a medias y gruesas, tabulares y con contactos levemente ondulada; las estructuras internas son laminación discontinua, en general bioturbada y es común observar madrigueras. Las areniscas son de grano muy fino, grises, cementadas y se observan micas, opacos y en ocasiones intraclastos, túrratelas y moldes de conchas de bivalvos.

#### – **Segmento C**

Con 455 metros de espesor aproximado, está constituido por intercalaciones de areniscas y arcillolitas. Litológicamente corresponden a cuarzoarenitas y cuarzoarenitas glauconíticas, de grano muy fino, bioturbadas, es común observar moldes y restos de bivalvos, madrigueras. Las arcillolitas de este segmento de la Formación Une son de color gris con laminación lenticular y capas delgadas de arenisca.

Los niveles de areniscas están constituidos por capas gruesas y muy gruesas, las estructuras internas son laminación ondulosa bioturbada y laminación planar inclinada.

#### • **Formación Churuvita (K2ch)**

Para Etayo-Serna<sup>5</sup>, la edad con base en fauna es Albiano Superior-Cenomaniana; la formación Churuvita corresponde a una sucesión de lodolitas laminadas grises dispuestas en capas delgadas, plano-paralelas que aflora al norte de la sabana de Bogotá, es común observarlas muy alteradas y adquieren un color amarillo. Composicionalmente, son sublitoarenitas constituido por cuarzo (88%-93%) y fragmentos de rocas (7-12%); estos últimos representados por granos de micas: cloritas, chamositas y/o granos de moscovita (5-10%) y fragmentos de rocas ígneas feldespáticas (2%) y en ocasiones se presentan porcentajes altos de óxidos (7%) como laminillas y granos aislados y de glauconita (1%). Las areniscas texturalmente son de grano muy fino, los clastos son subesféricos y en menor proporción subelongados; las formas de los granos son subredondeados a subangulares y los contactos son suturados (contactos entre granos que aparecen como

<sup>5</sup> ETAYO-SERNA, F: Geología Colombiana, Bogotá. 1968

dentados, ondulados o aserrados) y tangenciales; con buena selección, lo cual las clasifica como areniscas maduras.

Se presentan intercalaciones de areniscas de grano muy fino a medio, de color blanco y gris, con estratificación ondulosa y paralela, algunas capas de areniscas se encuentran dispuestas en capas gruesas, cuneiformes o tabulares, con estratificación ondulosa o continua intercaladas con lodolitas laminadas grises.

- **Formación Simijaca (K2s)**

La formación Simijaca con un espesor aproximado de 107 metros corresponde principalmente a arcillolitas y shales que afloran al sur de la población de Simijaca. Son de color gris y negro, carbonosos, con foraminíferos, e intercalaciones de capas delgadas plano paralelas de calizas y areniscas, con abundantes concreciones de tamaños desde 10 a 80 cm. La edad asignada por Etayo-Serna<sup>6</sup> para esta unidad es Turoniano.

- **Formación la Frontera (K2f)**

La formación La Frontera es un horizonte guía silíceo-calcáreo en la cartografía geológica que de acuerdo con los estudios biostratigráficos reporta una edad Turoniano que aflora en la región de Ubaté y de Tabio, presenta hacia la base un intervalo representados por limolitas silíceas negras que infrayacen paquetes arcillosos dispuestos en bancos gruesos. Posteriormente se registran unas calizas micriticas de color negro y gris en capas gruesas plano-paralelas.

- **Formación Chipaque (K2cp)**

Corresponde a una secuencia de rocas de grano fino, compuesta por tres segmentos descritos de base a techo como arcillas, material silíceo y arenas que en conjunto suman un espesor de 1.027 metros aproximadamente:

- **Segmento A**

Constituido por arcillolitas de color gris oscuro con gran cantidad de micas y presencia de restos de troncos y carbón. Se reconocen estructuras internas de laminación discontinua y ondulosa dada por areniscas de grano muy fino y hacia la parte superior se observan concreciones ferruginosas.

<sup>6</sup> ETAYO-SERNA, F: Geología Colombiana, Bogotá. 1968

– **Segmento B**

Horizonte característicamente silíceo que se reconoce por altos topográficos. Hacia la base se presentan intercalaciones de limolitas silíceas de color gris oscuro dispuestas en capas delgadas plano-parallelas y continuas en donde es común encontrar amonitas.

– **Segmento C**

Es un espesor de material arcilloso y bancos arenosos con espesores máximos de 20 m los cuales se encuentran en la parte media y superior del segmento. Las areniscas de este segmento texturalmente corresponden a areniscas y areniscas lodosas. Las areniscas son maduras, tienen matriz arcillosa (3-5%), en ocasiones se observa clorita como cemento; también presenta cemento silíceo (3-7%) por sobrecrecimiento. La forma de los granos es variable, subesféricos y subelongados, los bordes van desde subangulares a subredondeados y los contactos entre los granos son tangenciales y puntuales. En los paquetes arenosos, se observan intercalaciones de areniscas con capas de arcillolitas; hacia la base las capas de areniscas son delgadas con estratificación paralela y ondulosa, se observan estructuras internas de laminación flaser y lenticular.

• **Formación Conejo (K2c)**

La Formación Conejo es una secuencia de rocas localizada constituida en la región de Ubaté y Lenguazaque por arcillolitas, calizas, limolitas silíceas y areniscas; se caracteriza por presentar intercalaciones de arcillolitas en bancos gruesos con capas medias a muy gruesas de areniscas que generan una morfología de valles y altos topográficos. La formación presenta un espesor aproximado de 1.022 metros y ha sido dividida en 6 segmentos que se describen a continuación. La determinación de la edad de la Formación Conejo se realizó por identificación de amonitas, el techo del segmento B permite definir una edad Santoniano, que se encuentra representado en los segmentos D, E y F; las amonitas encontradas en el segmento D se localizan en el límite Coniaciano - Santoniano.

– **Segmento A**

Con un espesor de 333 m está conformado por arcillolitas de color gris oscuro laminadas con intercalaciones esporádicas de capas medias de areniscas con estratificación ondulosa paralela en la parte más inferior.

– **Segmento B**

Constituido por intercalaciones de calizas con arcillolita que se destaca morfológicamente por una cresta. La caliza lumaquéllica de esta formación presenta episodios de tormentitas. Otro grupo de rocas que se encuentran, corresponden a capas medias y gruesas de calizas y arcillolitas calcáreas hacia el techo se observan intercalaciones de arcillolitas calcáreas, calizas macizas y calizas nodulares (2 m).

– **Segmento C**

Morfológicamente se expresa formando una hondonada y está constituido por arcillolitas de colores gris oscuro, laminadas, con abundantes concreciones calcáreas de diámetro variado entre 10 y 60 cm; intercaladas con esta litología se presentan capas delgadas esporádicas de areniscas.

– **Segmento D**

Corresponde a un segmento silíceo que se destaca morfológicamente, constituido por limolitas dispuestas en capas muy gruesas de hasta 1 metro con contactos planos, paralelos, continuos; se encuentran intercaladas con capas muy gruesas de arcillolitas de color gris oscuras.

– **Segmento E**

Constituido por arcillolitas, que hacia el techo se intercalan con limolitas silíceas en capas delgadas.

– **Segmento F**

Se reconoce por una morfología de crestas y valles generada por intercalaciones de areniscas y arcillolitas. La parte más inferior es una sucesión arenosa en la que se presentan intercalaciones de bancos muy gruesos de areniscas y capas gruesas de arcillolitas con laminación ondulosa continua a lenticular dada por areniscas muy finas.

En la parte intermedia se presenta una alternancia de bancos de arcillolitas y areniscas pero a diferencia de la parte inferior, en la parte medio el espesor de las capas no supera los 70 centímetros.

El techo de este segmento, está constituido por capas muy gruesas de areniscas, con geometría ondulosa continua. Las areniscas son de color gris, macizas y con presencia de

sílice que alcanza porcentajes que clasifican la roca como areniscas silíceas, las areniscas del banco F de la formación Conejo presentan un matiz arcilloso como mineral de alteración donde se encuentra la cericita en proporciones menores, el tamaño de grano es muy fino, sus formas son subangulares a subredondeados, la esfericidad varia de subesféricos a subelongados y los contactos son tangenciales y puntuales, tienen buena selección y texturalmente son maduras.

Se clasifica composicionalmente como una cuarzoarenita de grano fino en la cual el cuarzo hace presencia en un 97-100%, el feldespato potásico como mineral accesorio presenta alteración parcialmente a caolinita.

- **Formación lidita superior (K2l)**

Las rocas de esta formación presentan una edad inferida por la posición estratigráfica de las unidades que la suprayacen e infrayacen; es así como el hallazgo de amonitas en el techo de la formación Conejo, permiten asignar una edad Santoniano y que marca el límite entre el Santoniano y Campaniano<sup>7</sup>, además la formación Plaeners tiene una edad Campaniano Tardío por amonitas encontradas; por lo anterior la Lidita Superior estaría confinada al Campaniano temprano. Las rocas de la formación Lidita Superior afloran en el sector de Zipaquirá, Chocontá y se caracteriza por ser una unidad silícea que genera una morfología abrupta. La unidad es dividida en 3 segmentos que se describen a continuación.

- **Segmento A**

Constituido por intercalaciones de arcillolitas silíceas, arcillolitas y chert, dispuestas en capas delgadas con estratificación plano-paralela y continua. Las capas de arcillolita corresponden a una masa silícea micro a criptocrystalina con arcilla y se clasifican como porcelanitas. El cuarzo (7-20%), es de tamaño arena muy fina y limo, son subesféricos a subelongados y subredondeados; la glauconita (1-2%), está en granos subredondeados y de color verde-amarillo.

- **Segmento B**

Este conjunto está constituido arcillolitas grises, físciles dispuestos en bancos.

<sup>7</sup> ETAYO, S. Citado por INGEOMINAS. Geología de la Plancha 209, Zipaquirá. Bogotá, 2003.p.70

## – Segmento C

En la base de este segmento se presentan intercalaciones de chert, porcelanitas y areniscas de grano muy fino, lodosas y síliceas dispuestas en capas que presentan laminación lenticular muy fina dada por material síliceo. El chert puede formar capas de hasta 3 metros con laminación lenticular.

Las areniscas presentes en estos segmentos presentan sílice criptocristalina (40%) que envuelve granos de tamaño muy fino, son angulares y con formas elongadas y subesféricas. Composicionalmente son cuarzoareniscas síliceas; los granos son de cuarzo (96%), caolinita (2%) y glauconita (2%).

## II Grupo Guadalupe

El grupo Guadalupe está conformado por 3 formaciones, la formación Arenisca Dura, la formación Plaeners y la formación Labor y Tierna. Se describen a continuación cada una de estas tres formaciones.

### • Formación arenisca dura (K2d)

La formación Arenisca Dura aflora en el anticlinal de Zipaquirá, en los anticlinales de Nemocón y Sopó. Esta Formación está constituida principalmente por areniscas en capas muy gruesas y medias con estratificación ondulosa y continua, son de grano muy fino, de color blanco con bioturbación que le imprime un color gris. En algunos puntos se pueden encontrar acompañando a las areniscas limolitas síliceas en capas delgadas.

### • Formación Plaeners (K2p)

Formación aflorante en el sector de Chocontá, Tausa, en los anticlinales de Zipaquirá, Nemocón y Sopó. Esta formación hacia la base está constituida por arcillolitas negras que forman planos que atraviesan la estratificación de las rocas, es común observar costras de hierro.

En el sector medio de la formación Plaeners se presenta intervalos síliceos separados por limo-arenosos compuestos por areniscas muy finas limosas en capas muy gruesas y gruesas con laminación definida y laminación lenticular; los estratos síliceos presentan capas delgadas de grano muy fino y de color blanco amarillento.

En la parte superior se reconocen intercalaciones de chert y limolitas silíceas acompañadas de capas limolíticas de color gris claro con partición laminar, esporádicamente se intercalan capas medias de areniscas de grano muy fino.

La formación Plaeners reposa sobre la formación Arenisca Dura; el contacto es neto y concordante, pasa de capas arenosas masivas a capas arcillosas de la formación Plaeners. Esta unidad es suprayacida por la formación Labor y Tierna en contacto gradual rápido y se pasa de limolitas silíceas a capas de arenisca muy fina y limolitas. La edad de la formación Plaeners según Vergara y Rodríguez<sup>8</sup>, con base en amonitas, es Campaniano Superior a Maastrichtiano temprano.

- **Formación Arenisca Labor y Tierna (K2t)**

La formación Arenisca Labor y Tierna, aflora en el sector de Tausa, Chocontá; en el Anticlinal de Zipaquirá, Nemocón, Sopó-Sesquilé y en el sector de la laguna de Cucunubá. Las rocas pertenecientes a esta formación de acuerdo con la fauna bentónica son de edad Maastrichtiano. La formación ha sido dividida en 3 sectores que se describen a continuación:

- **Segmento A**

Corresponde a la parte inferior de la formación donde se presentan intercalaciones de capas muy gruesas de areniscas de grano muy fino con estratificación flaser y limolitas con laminación lenticular. Se registra juntamente algunos intervalos silíceos constituidos por chert y limolitas silíceas en capas delgadas, estratificación plana, paralela y continua. Las areniscas de este segmento tienen como cemento sílice criptocristalina (10-15%), los granos son de tamaño arena muy fina y limo, con contornos subangulares, formas subelongadas a subesféricas y el contacto entre ellos es tangencial.

- **Segmento B**

Es una secuencia fina, constituida por capas delgadas de chert, limolitas silíceas, arcillolitas y limolitas arenosas con estratificación plana, paralela continua y esporádicas capas de areniscas cuneiformes. Las limolitas tienen cemento silíceo (35%), los granos son de tamaño limo (65%), subangulares a subredondeados y con contornos variables desde subelongados a subesféricos. Los constituyentes principales son cuarzo (63%), granos de caolinita (2%) y la mica detrítica como mineral traza y constituye el 1%.

<sup>8</sup> VERGARA, L. & RODRIGUEZ, G. The Upper Cretaceous and Lower Paleocene of the Eastern Bogota Plateau and Llanos Thrustbelt, Colombia: Alternative Appraisal to the Nomenclature and Sequence Stratigraphy. Bogota, 1997.



– **Segmento C**

Corresponde al techo de la formación y se representa en una secuencia arenosa, los primeros 36 metros están constituidos por bancos y capas muy gruesas de areniscas de grano fino y muy fino, compactas, algunos bancos son macizos y otros presentan laminación lenticular, la estratificación de las capas es ondulosa continua y en el techo de ellas se presentan ondulitas. Coexisten en intercalaciones bancos de areniscas de grano medio y fino, blanco-amarillentas, friable, sin matriz y buena selección. Las areniscas tienen matriz arcillosa (10%) o mezcla de sílice con arcilla (30%); los granos tienen tamaño arena muy fina y limo, son subesféricos a subelongados, los contornos son subangulares a subredondeados, los contactos son tangenciales, flotantes y puntuales; la selección es moderada y texturalmente son submaduras a inmaduras.

• **Formación Guaduas (K2E1g)**

La formación Guaduas por palinología es de edad Maastrichtiano superior-Paleoceno inferior, en el área aflora en los sinclinales de Neusa, Zipaquirá y Sesquilé, la formación Guaduas presenta principalmente 5 segmentos que de manera general constituyen una secuencia arcillo-arenosa con mantos de carbón. Morfológicamente cada uno de los cinco segmentos generan intercalación de geoformas entre tres valles que corresponden a niveles arcillosos y dos arenosos que generan formas abruptas. A continuación, se describen los 5 segmentos.

– **Segmento A**

Corresponde a la base de la formación y se caracteriza por conjuntos de arcillolitas, lodolitas y areniscas. En la base del conjunto inferior (129 m), se presentan arcillolitas con laminación lenticular y arcillolitas limonitizadas, en la parte superior de este conjunto afloran limolitas arenosas y areniscas de grano fino con estratificación ondulosa.

– **Segmento B**

Es un segmento predominantemente arenítico conformado por capas delgadas a medias, cuneiformes, de areniscas de grano fino y medio, con esporádicas intercalaciones de limolitas y lodolitas con laminación plana-paralela.

– **Segmento C**

Es importante la presencia de mantos de carbón con espesores desde 40 cm hasta 3 metros intercalados dentro de una secuencia de limolitas, lodolitas laminadas y



lenticulares y esporádicas capas de areniscas muy finas con laminación *flaser* y turbadas por madrigueras. En la parte superior del segmento se caracterizan lodolitas de color gris oscura a lodolitas grises azulosas verdosas y rojizas.

#### – **Segmento D**

Representa un conjunto de areniscas de grano muy fino en capas cuneiformes, se intercalan éstas con capas de lodolitas, limolitas y mantos de carbón, las lodolitas y limolitas con laminación plano-paralela y los mantos de carbón con espesores de 65 centímetros hasta 1,80 m. En algunos sectores se reconocen lodolitas abigarradas que pueden ser carbonosas con laminación ligeramente ondulosa.

#### – **Segmento E**

Constituido por limolitas y arcillolitas en capas gruesas de colores rojizos, verdosos y azulosos, estas rocas se encuentran intercaladas con conjuntos de areniscas dispuestas en capas de espesor medio y estructura cuneiforme.

### **III Paleógeno**

#### • **Formación Cacho (E1c)**

De acuerdo con Guerrero & Sarmiento<sup>9</sup> plantean la discordancia que existe en el Paleoceno inferior y a las unidades que están sobre esta discordancia (Formaciones Cacho, Socha inferior y Barco), a las que le asigna una posición estratigráfica y una composición litológica similar. La Formación Cacho aflora en el área de estudio en los sinclinales de Zipaquirá, Teusacá Suesca; en las zonas de Sesquilé y el embalse del Sisga. Es una unidad que genera relieves pronunciados y representa una secuencia arenosa de capas gruesas de grano medio con laminación y estratificación cruzada a gran escala, las capas de areniscas se encuentran separadas por capas delgadas lenticulares de arcillolitas. Las areniscas están constituidos por granos de tamaño medio y grueso, esféricos y subredondeados a redondeados, los contactos entre ellos son tangenciales, tienen selección buena a moderada, el material que une los granos corresponde a arcillas y óxidos (6-10%) que las clasifica texturalmente como inmaduras y composicionalmente son cuarzoarenitas, con cuarzo (99%) y fragmentos de roca (1%); o litoarenitas, con cuarzo (66-33%) y fragmentos de rocas (34-66%) metamórficos (pizarras, filitas y cuarcitas) y sedimentarias (chert, limolitas cuarzosa y areniscas).

<sup>9</sup> GUERRERO J, SARMIENTO G Estratigrafía física, palinológica y secuencial, Geología Colombiana. 1996

- **Formación Bogotá (E1b)**

La formación Bogotá tiene un contacto basal transicional rápido y concordante con la formación Cacho, pasa a areniscas friables de variados colores con lodolitas intercaladas y el contacto superior con la formación Regadera. Por fauna analizada por Van der Hammen en Hubach, 1957<sup>10</sup>, se considera a la formación Bogotá de edad Paleoceno. La formación Bogotá aflora en los núcleos de los sinclinales de Río Frío (al sur de Neusa), Chécua, Teusacá-Suesca, Sesquilé y Sisga. Litológicamente la formación Bogotá es una secuencia de lodolitas, con intercalaciones de areniscas no continuas. Se destacan dos segmentos en la formación Cacho que se describen a continuación:

- **Segmento A**

Representa la base de la unidad, constituida por areniscas friables en capas medias con estratificación ondulosa continua intercaladas con capas de lodolitas abigarradas de variados colores: azul, rojizo y violeta. Hacia la parte superior del segmento se encuentran areniscas en capas muy gruesas de color blanco amarillento con estratificación en artesa.

- **Segmento B**

Corresponde a la parte superior de la formación Bogotá y está formada por capas de lodolitas grises y areniscas friables blanco-amarillentas.

- **Formación Regadera (E2r)**

La formación Regadera se registra en el área de estudio únicamente en el sinclinal del Sisga debido a que es más prominente hacia el sur de Bogotá en el sinclinal de Usme. La edad reportada por Van der Hammen<sup>11</sup> es Eoceno medio, por correlaciones hechas con rocas de la formación Mirador en la región del Catatumbo, y Concentración, en Sogamoso, y por estar infrayaciendo rocas de edad Oligoceno de la formación Usme<sup>12</sup>. Hoorn *et al.* (1987), con base a palinología le asigna una edad Eoceno medio. En el sector se reconocen tres segmentos que se describen a continuación:

<sup>10</sup> HUBACH, E. Contribuciones a las unidades estratigráficas de Colombia, Servo Geol. Nal., Bogotá. 1957

<sup>11</sup> VAN DER HAMMEN, T., 1957.- Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, Bogotá, 1957

<sup>12</sup> HOORN, C., KAANDORP, M. & ROELE, J. Colombia: A palynological and stratigraphical approach, 1987

– **Segmento A**

Es un segmento arenoso constituido por capas potentes de hasta 6 metros de areniscas de grano muy fino, color blanco y por procesos de oxidación toman una coloración naranja; hacia la parte superior del segmento, aumenta el contenido de arcillolitas.

– **Segmento B**

Es el segmento que se diferencia del segmento A y C por su expresión topográfica fuerte. Está constituida por areniscas friables, de grano medio y localmente conglomeráticas, dispuestas en capas gruesas y muy gruesas que presentan estructuras internas como lentes de arcillas y estratificación cruzada y canales. La parte media de este segmento se representa por bancos macizos de areniscas friables, de grano fino y medio que llegan a ser conglomeráticas. La parte superior de este segmento presenta capas gruesas de conglomerados matriz-soportado con fragmentos de tamaño guijo, pueden encontrarse capas de areniscas friables de grano medio y grueso, en ocasiones conglomeráticas con lentes y capas cuneiformes de arcillolitas.

– **Segmento C**

Es el segmento caracterizado por lodolitas arenosas de colores variados que hacia el tope del segmento se localizan bancos de areniscas friables rojizas y naranjas intercalados con algunos conglomerados matriz-soportados y grano-soportados con guijos.

• **Formación Tirata (N2t)**

La formación Tirata se registra en el sinclinal del Sisga, en el área de Carmen de Carupa y Neusa. Por relaciones de campo se han definido como rocas paleógenas. Se caracteriza por una secuencia de gravas y arena diferenciadas en dos segmentos que se describen a continuación.

– **Segmento A**

Caracterizado en la parte inferior por capas muy gruesas de arenas de grano medio y grueso y en menor porcentaje fino, presentando intercalaciones con capas gruesas de gravas grano-soportadas y matriz-soportadas. En la parte superior del segmento se localizan intercalaciones de arenas de grano fino y arenas de grano muy fino, dispuestas en capas medias.

– **Segmento B**

Constituido por gravas con granos de tamaño variable, la parte inferior del segmento presenta capas muy gruesas de gravas grano-soportadas, con partículas de tamaño guijo y guijarros con formas elongadas, subredondeados y con imbricación de los clastos. La parte superior representa un intervalo de capas muy gruesas de grava matriz- soportadas, con clastos de 2 hasta 4 cm, están acompañadas de lentes de arcillas y en ocasiones de capas delgadas cuneiformes de arenas.

#### **IV Depósitos Cuaternarios**

Hacen referencia en la zona a depósitos de origen fluvial, fluvio-glaciario, de pendiente y lagunar localizados en los núcleos de las estructuras sinclinales y a lo largo de los valles fluviales.

- **Gravas De Carupa (Q1c)**

Representa depósito de gravas y arenas que afloran en la localidad de Carmen de Carupa y están asociados a procesos fluvio-glaciares que han formado terrazas ocasionalmente disectadas formando colinas. Estos depósitos descansan discordantemente sobre las formaciones redondeadas. En la plancha 209 suprayace discordantemente a las formaciones Churuvita, Simijaca, La Frontera y Conejo. El depósito ha sido diferenciado en tres (3) segmentos que se describen a continuación:

– **Segmento A**

Es la parte inferior del depósito y está constituido por gravas grano-soportados con lentes de areniscas, de grano grueso, friables, conglomeráticas, muy alteradas, de color amarillo café, con matriz y con lentes de gravas.

– **Segmento B**

Es el segmento que presentan intercalaciones de gravas y arenas, pero la proporción de arena aumenta respecto al segmento A. Se registran capas muy gruesas de arenas con lentes de gravas. Las gravas son grano-soportadas, con clastos de líticas y areniscas tamaño variable y formas subredondeadas, elongadas y subesféricas.

– **Segmento C**

Está constituido por capas de gravas y esporádicamente arenas. Las gravas son granosoportadas. Hacia la parte superior se intercalan capas gruesas de arenas cuneiformes con lentes de gravas, y en la parte más superior capas en donde se presentan lentes interdigitados de gravas y arenas.

- **Depósitos fluvioglaciares (Q1f)**

Estos depósitos se presentan en varias geoformas como superficies aplanadas, valles en U y morrenas laterales como las observadas en el sinclinal de Río Frío y a lo largo de la falla de Suesca. La litología observada en estos depósitos corresponden a gravas y arenas de grano fino, no consolidadas, las gravas son granosoportadas con tamaños de partículas guijos envueltos en una matriz arenosa.

- **Depósitos de Terraza (Qt)**

Están conformadas por sedimentos conglomeráticos de diferentes rangos inmersos en una matriz areno-arcillosa y con lentes arcillosos y arenosos. Afloran como depósitos aplanados formando terrazas altas, con respecto al nivel actual de inundación; se observan bordeando la laguna del Neusa y en cercanías a las cabeceras de Nemocón y Zipaquirá.

- **Depósitos Lacustres (Ql)**

Se localizan en los alrededores de los municipios Cucunubá y Ubaté, se formaron en lo que fue un antiguo lago del cual queda remanentes en las lagunas Palacio y de Fúquene. Se reconocen por formar superficies planas bajas, en ocasiones sin disección. Se componen de arenas y arcillas y localmente lentes de gravas.

- **Depósitos Coluviales (Qc)**

Este tipo de depósitos se reconocen en área de los municipios de Chocontá, Cogua y San Cayetano; se representan por depósitos caóticos con bloques de areniscas, sin selección, envueltos en una matriz arcillo-arenosa.

## **B Geología estructural**

El área de estudio hace parte del flanco occidental de la Cordillera Oriental muy cerca de la zona axial de la cordillera. En esta zona se desarrollan dos estilos de deformación que se ubican en la zona occidental y oriental con fallas de cabalgamiento de vergencias que se alternan al occidente y al oriente. Algunas fallas presentan segmentos con movimiento transcurrente, como es el caso de la Falla de Suesca. El rumbo regional de las estructuras oscila entre N45E Y N50E con una variación de estructuras que presentan rumbo N-S en la zona de Zipaquirá asociado a procesos de diapirismo de sal que forma estructuras como pliegues y fallas de corta longitud además de cierres estructurales muy simétricos en forma de domo como se observa en la parte sur del anticlinal de Nemocón<sup>13</sup>.

### **I Zona occidental**

En este sector la vergencia de los planos de falla es hacia el occidente, y se localizada al occidente de la falla de Sutatausa que marca el inicio del flanco occidental de la Cordillera Oriental. Los límites de esta zona estructural son al oriente la falla de Sutatausa y hacia el sur el valle de Zipaquirá; está caracterizada por fallas de cabalgamiento con vergencia al occidente conformando un sistema de imbricado y los pliegues ocurren en alternancia entre sinclinales y anticlinales angostos, asimétricos. El fallamiento en el sector norte de la zona occidental es de fallas de cabalgamiento con vergencia al occidente y pliegues con dirección noreste que tienen cierres estructurales hacia el norte. Al sur del embalse del Neusa ocurre una deformación intensa representada en fallamiento de poca longitud en distintas direcciones con un predominio en N45W, afectando las rocas de las formaciones Conejo, Arenisca Dura, Plaeners y Labor y Tierna que se es debida al diapirismo de sal (ver Figura 3.2.1-3).

<sup>13</sup> Geología de la plancha 209, Zipaquirá, INGEOMINAS, 2003.

**Figura 3.2.1-3** Geología estructural regional del área de estudio



**Fuente:** INGEOMINAS. Plancha 209 Zipaquirá, 2010. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

Las estructuras principales que se registran en esta zona se describen a continuación:

- **Sinclinal de Neusa**

Está localizado entre el embalse del Neusa y la vereda Sucunchoque al occidente de la localidad de Ubaté, sus flancos están limitados por las fallas de Sutatausa al oriente y Carupa al occidente. En el sector sur, el núcleo está constituido por la formación Guaduas y depósitos recientes y hacia el norte la estructura va cerrando en las Formaciones Labor y Tierna, Plaeners, Arenisca Dura y Conejo y más al norte continua en las Formaciones La Frontera, Simijaca y Churuvita.

- **Sinclinal de Carupa**

Estructura localizada al norte del Embalse del Neusa que en el sur se encuentra limitado por el trazo principal de la Falla de Carupa y al norte presenta un cierre dentro de la formación Conejo. El núcleo está conformado por la formación Guaduas y los flancos por las formaciones Labor y Tierna, Plaeners, Arenisca Dura y Conejo.



- **Sinclinal de Río Frío**

El sinclinal de Río Frío se localiza al suroccidente de la zona de estudio limitando al oriente con la falla de Neusa. Tanto al sur como al norte, es una estructura amplia en el que las rocas de la formación Bogotá, depósitos fluvioglaciares y de coluvión se encuentran en el núcleo del sinclinal; en la parte central se hace más angosto debido a las entrantes que hacen las unidades cretácicas a través de las fallas de Zipaquirá y Chital.

- **Anticlinal de Zipaquirá**

Este anticlinal se extiende desde el sur en la localidad de Zipaquirá hasta la vereda Salinas al norte del mismo municipio. El rumbo del eje es N40E presentando variaciones debido a las fallas de Zipaquirá y del Neusa, siendo esta última causante de un desplazamiento sinistral de 3 kilómetros. En el núcleo se encuentran rocas de la formación Conejo y en sus flancos se localizan formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna y Guaduas. Al norte de la falla del Neusa el anticlinal de Zipaquirá termina en la falla de Carupa.

- **Falla de Sutatausa**

El arrastre de esta genera un movimiento transcurrente dextral con un rumbo preferencial N45E y se registra desde la falla de Neusa hasta la región de Ubaté. La falla presenta una vergencia al occidente y la inclinación de las capas indica un ángulo alto al plano de falla. Al sur pone en contacto el anticlinal de Tausa y el sinclinal de Neusa, sin que sea claro un desplazamiento importante, sin embargo, al norte por el cierre estructural del sinclinal de Neusa, capas cada vez más antiguas del Grupo Guadalupe y la formación Conejo, están en contacto con la formación Arenisca Dura y con el techo de la formación Conejo del anticlinal de Tausa.

- **Falla de Carupa**

Falla registrada al norte del embalse del Neusa y se extiende desde la falla del Neusa al sur y continúa con rumbo N40E hacia el norte y se extiende Chiquinquirá. Corresponde a una falla de cabalgamiento con vergencia al occidente, en el sur pone en contacto la formación Plaeners con la parte media de la formación Guaduas y al norte primero afecta a la formación Conejo y luego pone en contacto capas inferiores del techo de la formación Churuvita con la formación Simijaca. La actividad de esta falla ha generado replegamientos e inversiones que se observan en la carretera Ubaté-Carupa.



- **Falla del Neusa**

Falla localizada desde el valle de Zipaquirá en el sureste, hasta la vereda Páramo Alto en la zona de Cogua al noroccidente. La falla presenta rumbo N45W y movimiento transcurrente sinistral con un desplazamiento de 3 km medido en el eje del anticlinal de Zipaquirá hacia el suroriente.

## II **Zona oriental**

La zona oriental se encuentra ubicada entre la falla de Sutatausa y la falla de Suralá, correspondiendo esta zona geográficamente al núcleo de la cordillera oriental en la que ocurre una combinación de fallas que presentan vergencia al oriente y al occidente, acompañadas de pliegues sinclinales amplios simétricos y anticlinales angostos con flancos invertidos y controlados por las fallas longitudinales inversas. En los alrededores de Nemocón, el anticlinal del mismo nombre sufre un estrangulamiento provocado por fallas de poca longitud y sin rumbo predominante, lo anterior causado por el diapirismo de sal, situación similar se presenta en Zipaquirá. Las principales estructuras se describen a continuación:

- **Sinclinal de Sisga**

Corresponde a la estructura que se extiende a lo largo del valle entre el embalse del Sisga y la localidad de Villapinzón, limitado al oriente como al occidente por las fallas inversas de Chocontá y Suralá que presentan vergencia hacia el sinclinal, provocando inversiones especialmente en la región del Sisga. Regionalmente presenta una orientación N40E y en su núcleo se encuentran los depósitos de gravas y arenas de la formación Tirata y en sus flancos están las unidades paleógenas, Guaduas, Cacho, Bogotá y Regadera.

- **Sinclinal de Sesquilé**

Estructura que se extiende por el embalse de Tominé y entre las localidades de Sesquilé y Chocontá. El sinclinal en la zona sur presenta una orientación N10E que cambia a N50E en Sesquilé y luego al norte cambia a N30E donde es simétrico hasta terminar en la falla de Chocontá.; estos cambios son producto de la actividad de la Falla de Chocontá que corta esta estructura cerca de Sesquilé y genera un desplazamiento y un curvamiento en sentido dextral. El núcleo se encuentra cubierto por depósitos cuaternarios en Tominé y los flancos registran rocas de las formaciones Cacho y Guaduas.

- **Sinclinal de Teusacá-Suesca**

Representa el sinclinal angosto asimétrico con sus flancos en algunos sectores invertidos que se extiende por el valle del río Bogotá, entre las localidades de Tocancipá y Suesca, al norte por la vereda Tibita fuera de la zona de estudio; está limitado por las fallas de Nemocón y Suesca, las cuales controlan su amplitud de manera que al norte de la localidad de Suesca su expresión es bastante menor. El sinclinal presenta en su núcleo rocas de las formaciones Bogotá y Cacho y en sus flancos aflora la formación Guaduas.

- **Sinclinal de Chécua**

Estructura asimétrica ubicada entre las localidades de Zipaquirá y Lenguaque. Es una estructura que presenta mayor inclinación en el flanco oriental y en sectores capas invertidas, por efecto de la falla de Cucunubá. En la zona sur muestra plegamientos menores y está cubierto por depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá. En el núcleo se pueden encontrar rocas de la formación Bogotá y en los flancos las formaciones Cacho y Guaduas.

- **Anticlinal de Tausa**

Anticlinal con dirección del eje N45E que presenta variaciones de amplitud pasando de 2 kilómetros en el cierre estructural en el sector sur a cerca de 5 kilómetros en el norte, donde el núcleo está conformado por la formación Churuvita. En la localidad de Tausa se da la transición anticlinal simétrico al norte a ser asimétrico en el sur y tumbado hacia el occidente por efecto de la falla de Sutatausa.

- **Anticlinal de Nemocón**

Anticlinal que presenta características diferentes en tres segmentos; el segmento sur presenta un cierre estructural simétrico interrumpido en el sector de Nemocón por diapiros de sal; el núcleo de este segmento lo conforman las formaciones Arenisca Dura y Conejo y en sus flancos por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor y Tierna. En el segmento intermedio, el eje se desplaza hacia el oriente y en el núcleo se encuentra la formación Conejo, en el flanco oriental la formación Arenisca Dura está invertida y limitado por la falla Nemocón, en el flanco occidental se registran las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna, Guaduas y Cacho. El segmento norte termina en la falla de Nemocón, con un cierre estructural en el que el flanco oriental está cabalgando sobre rocas paleógenas y el occidental presenta plegamientos suaves sobre la formación Labor y Tierna.

- **Anticlinal de Suesca**

Estructura que se extiende desde el centro de Suesca al sur hasta la vereda Hato Grande, ubicada en el mismo municipio hacia el sector norte donde termina en la falla de Suesca. Es una estructura asimétrica, con el flanco oriental menos inclinado que el occidental. El núcleo está conformado por la formación Labor y Tierna y en el flanco oriental aflora la formación Guaduas. Al sur se ocurre un cierre estructural pero está cubierto por depósitos cuaternarios.

- **Anticlinal Sopó-Sesquilé**

Estructura anticlinal que se localiza desde el municipio de Sesquilé hacia el sur, entre la localidad de Gachancipá y el embalse de Tominé. Es una estructura asimétrica con el flanco occidental menos inclinado que el oriental, que localmente presenta inversiones debidas a que está limitado por la falla de Chocontá. En su núcleo aparece la formación Arenisca Dura y en los flancos Plaeners y Labor y Tierna.

- **Falla de Suesca**

Esta falla inversa con vergencia al noroccidente se extiende desde la localidad de Suesca hacia el norte y presenta dirección aproximada de N20E en el sector de Suesca. Pone en contacto rocas de la parte media y superior de la formación Labor y Tierna con la parte media de la formación Guaduas.

- **Falla de Nemocón**

Falla de cabalgamiento con rumbos entre N20E y N60E y vergencia al oriente. La falla de Nemocón inicia al sur en el área de Nemocón y se extiende hacia el norte. En el sector de Nemocón y Suesca pone en contacto rocas de la Formación Conejo con las Formaciones Guaduas y Cacho.

- **Falla de Cucunubá**

Falla que termina en el sur al entrar en contacto con la falla de Nemocón y al norte fuera del área de estudio continua hacia Chiquinquirá. Su rumbo regional es N40E y representa una falla de cabalgamiento con vergencia al occidente. La falla pone en contacto fallado la parte superior de la formación Arenisca Tierna con la parte media de la formación

Guaduas y al sur de Lenguaque pone en contacto la formación Plaeners con la formación Cacho<sup>14</sup>.

## C Procesos morfodinámicos

Los procesos morfodinámicos presentes en el área de estudio, no comprometen la estabilidad de la misma, en los sectores en donde está dispuesto el paso de las líneas eléctricas y donde estarán las torres.

Los procesos morfodinámicos fueron inventariados y se encuentran en el Anexo 3-1. En la Tabla 3.2.1-1 se consignan los principales procesos erosivos, los cuales hacen referencia a procesos de flujo de detritos, caída de rocas, reptamientos y puntualmente deslizamientos menores. Los procesos de erosión concentrada se consignan en el anexo anteriormente mencionado.

**Tabla 3.2.1-1** Inventario de procesos de remoción en masa en el área de estudio

COOR_ X	COOR_ Y	T_ PROCESO
1024303	1050953	Flujo de detritos
1025482	1051200	Flujo de detritos
1023224	1050387	Flujo de detritos
1023206	1043285	Reptamiento
1014586	1048713	Reptamiento
1014851	1048715	Caída de rocas
1015013	1048758	Deslizamiento
1016871	1049973	Caída de rocas
1018095	1056339	Reptamiento
1018975	1058261	Flujo de detritos
1018894	1057975	Erosión concentrada
1018898	1058003	Flujo de detritos
1019302	1057684	Deslizamiento

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## I Amenaza por procesos de remoción en masa

Por otra parte y según el mapa de amenaza relativa por fenómenos de remoción en masa, elaborado por el Servicio Geológico Colombiano, anteriormente INGEOMINAS en 1998, el cual, presenta zonas con mayor a menor probabilidad de ocurrencia a estos fenómenos y es la suma de factores intrínsecos (susceptibilidad) más factores extrínsecos o detonantes (clima, sismos, vegetación etc), en el área de estudio la amenaza en su mayoría es de

<sup>14</sup> Geología de la plancha 209, Zipaquirá, INGEOMINAS, 2003

muy baja a baja, esta descripción corresponde a que en el área no se presentan fenómenos de inestabilidad o se presentan con una probabilidad de ocurrencia menor al 1%. Esto corresponde con el hallazgo relativamente escaso de procesos de remoción en masa identificados en el área del presente estudio. En la Figura 3.2.1-4 se presentan los fenómenos por remoción en masa en el área de estudio y las convenciones de la misma se relacionan en la Tabla 3.2.1-2.

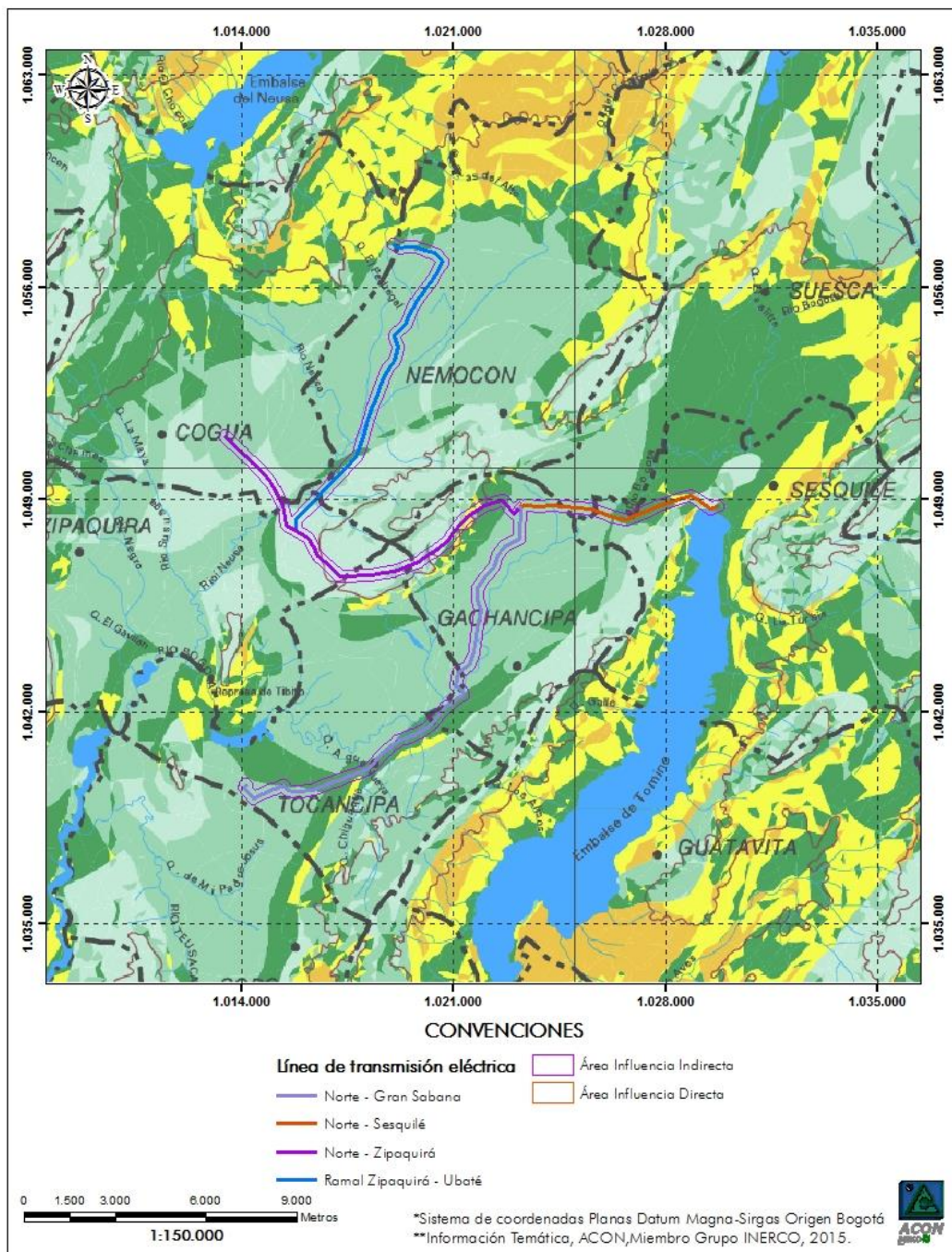
**Tabla 3.2.1-2** Valores de amenaza relativa

Categoría de amenaza	Descripción
<b>I</b>	<b>Muy Baja:</b> No se presentan evidencias de inestabilidad.
<b>II</b>	<b>Baja:</b> Se presentan algunas evidencias de inestabilidad, La probabilidad condicional de ocurrencia de fenómenos de inestabilidad es menor de 1%. Afecta un 12% del área de departamento.
<b>III</b>	<b>Media:</b> Se presentan herencias morfodinámicas de procesos antiguos: La probabilidad de ocurrencia de deslizamiento es media. Afecta un 22% del departamento.
<b>IV</b>	<b>Media Alta:</b> Se presenta proceso de inestabilidad anterior que afecta un 29% de área del departamento.
<b>V</b>	<b>Alta:</b> Se presentan procesos morfodinámicos frecuentes o la reactivación de antiguos procesos que afectan un 31% del área del departamento. La probabilidad de ocurrencia es alta.
<b>VI</b>	<b>Muy Alta:</b> La probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa es muy alta. Afecta solamente un 0,2% del departamento.

**Fuente:** SCG, 1998, Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



**Figura 3.2.1-4** Amenaza por fenómenos de remoción en masa en el área de estudio



**Fuente:** Servicio geológico Colombiano. Mapa de amenaza relativa por fenómenos de remoción en masa, 1998. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## II Sismicidad

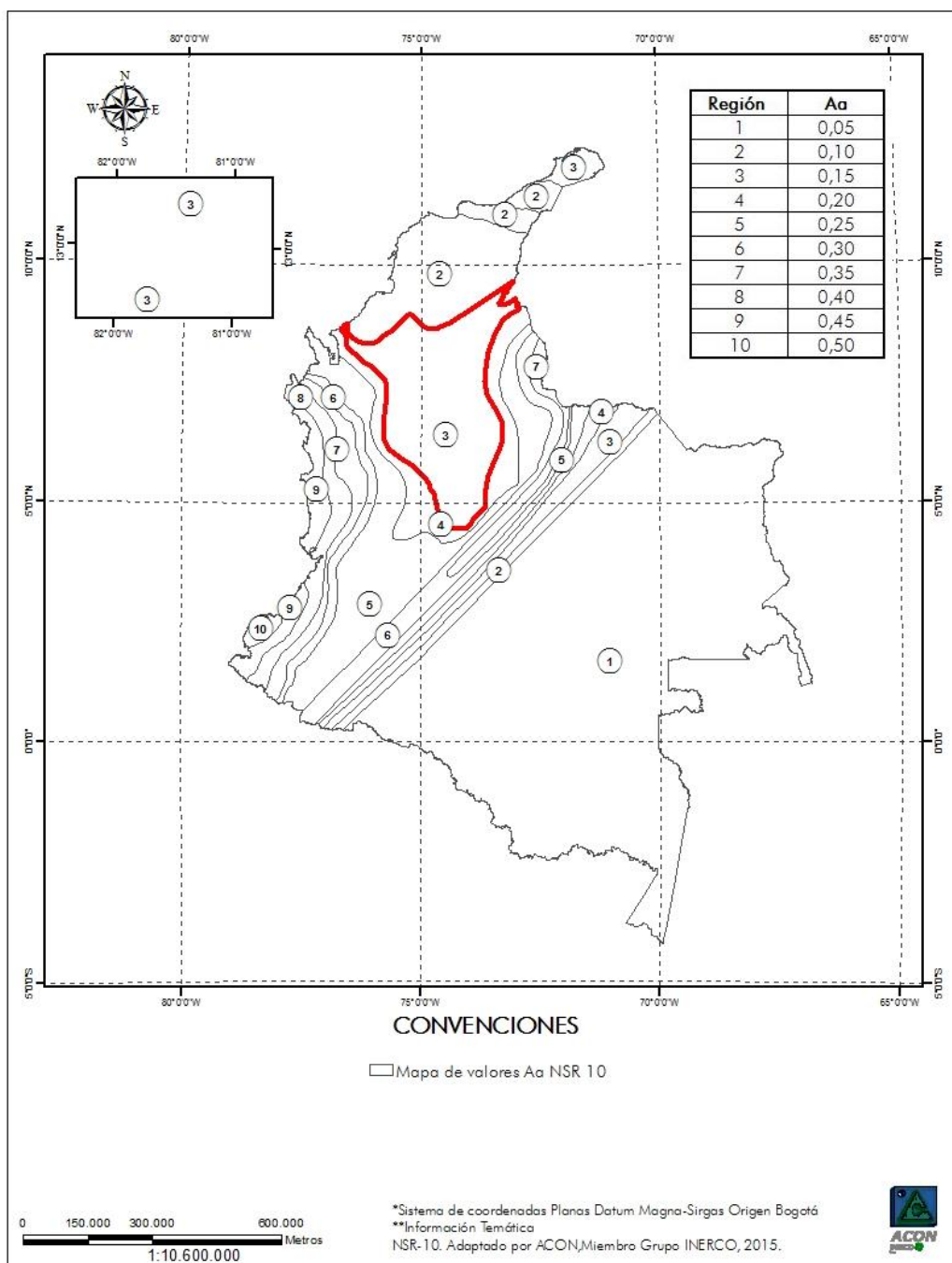
La amenaza sísmica hace referencia a la caracterización numérica de la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un área determinada, durante un período de tiempo.<sup>15</sup>

Según el reglamento colombiano de construcción sismoresistente NSR-10, la zona de estudio se encuentra en la región 3, con una aceleración horizontal ( $A_a$ ) de 0.15, la cual hace referencia al coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño, por lo que se le considera una zona de amenaza sísmica intermedia (ver Figura 3.2.1-5).

<sup>15</sup> FUNDACIÓN VENEZOLANA DE INVESTIGACIONES SISMOLÓGICAS. Amenaza Sísmica. [En línea] [citado el 2, febrero, 2015]. Áreas de estudio. Disponible en Internet: <http://www.funvisis.gob.ve/amenaza.php>



**Figura 3.2.1-5** Representación de amenaza sísmica en la que se localiza el área de estudio



**Fuente:** Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR10, 2010. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

Por otra parte y según el mapa de amenaza sísmica de Colombia elaborado por el Servicio Geológico Colombiano, anteriormente INGEOMINAS en el año de 1999, para la zona de estudio, indica que no existen fallas activas ni potencialmente activas pero que existen un gran número de fallas con actividad incierta, las cuales corresponden a microfallas que se desprenden de las fallas mayores que afectan la zona, en cuanto a los sismos ocurridos se tiene que estos han tenido una magnitud local (MI) de 3, en cercanías al embalse de Tominé y una profundidad de 40 a 60 km (ver Figura 3.2.1-6)

A continuación, se presenta el listado de los municipios en los que se han presentado eventos sísmicos, según la red sismológica nacional de Colombia:

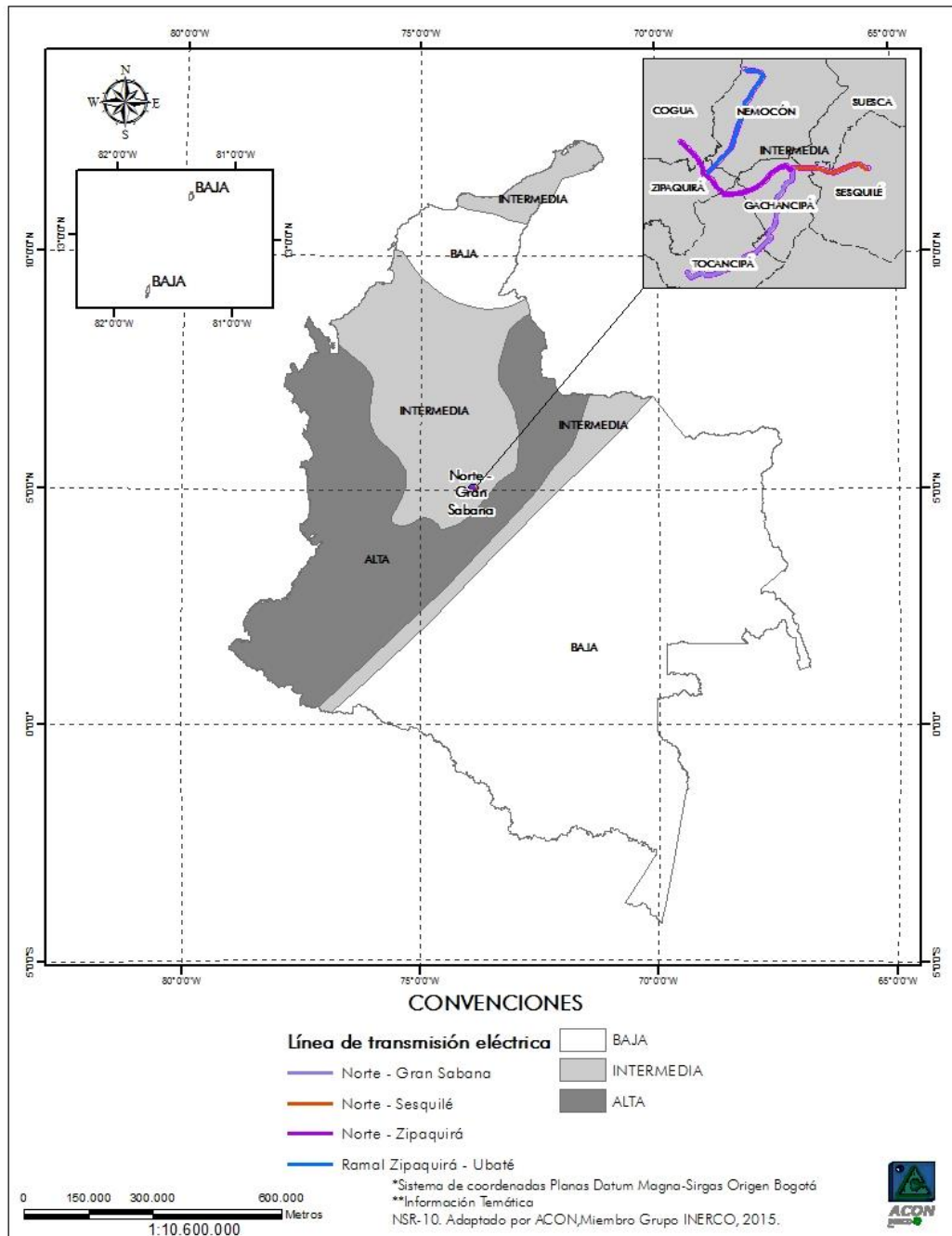
**Tabla 3.2.1-3** Listado de eventos sísmicos ocurridos en el área de estudio

Fecha	Hora UTC	Magnitud	Longitud	Latitud	Depto.	Municipio	Prof.
dd/mm/aaa	hh:mm:ss	MI	Grados	Grados			km
31/12/2008	23:37:31	2.5	-74.014	5.178	Cundinamarca	Cogua	136.1
19/06/2010	21:52:43	1.2	-74.047	5.151	Cundinamarca	Cogua	47.8
03/01/1998	16:42:11	2.6	-73.732	4.999	Cundinamarca	Sesquile	0
23/04/2002	15:37:19	2	-73.979	5.013	Cundinamarca	Zipaquirá	49.6
12/07/2010	08:32:27	1.5	-74.058	5.046	Cundinamarca	Zipaquirá	10.7
06/12/2003	20:20:45	1.8	-73.962	4.967	Cundinamarca	Tocancipá	73.9

**Fuente:** Ingeominas, 2014. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

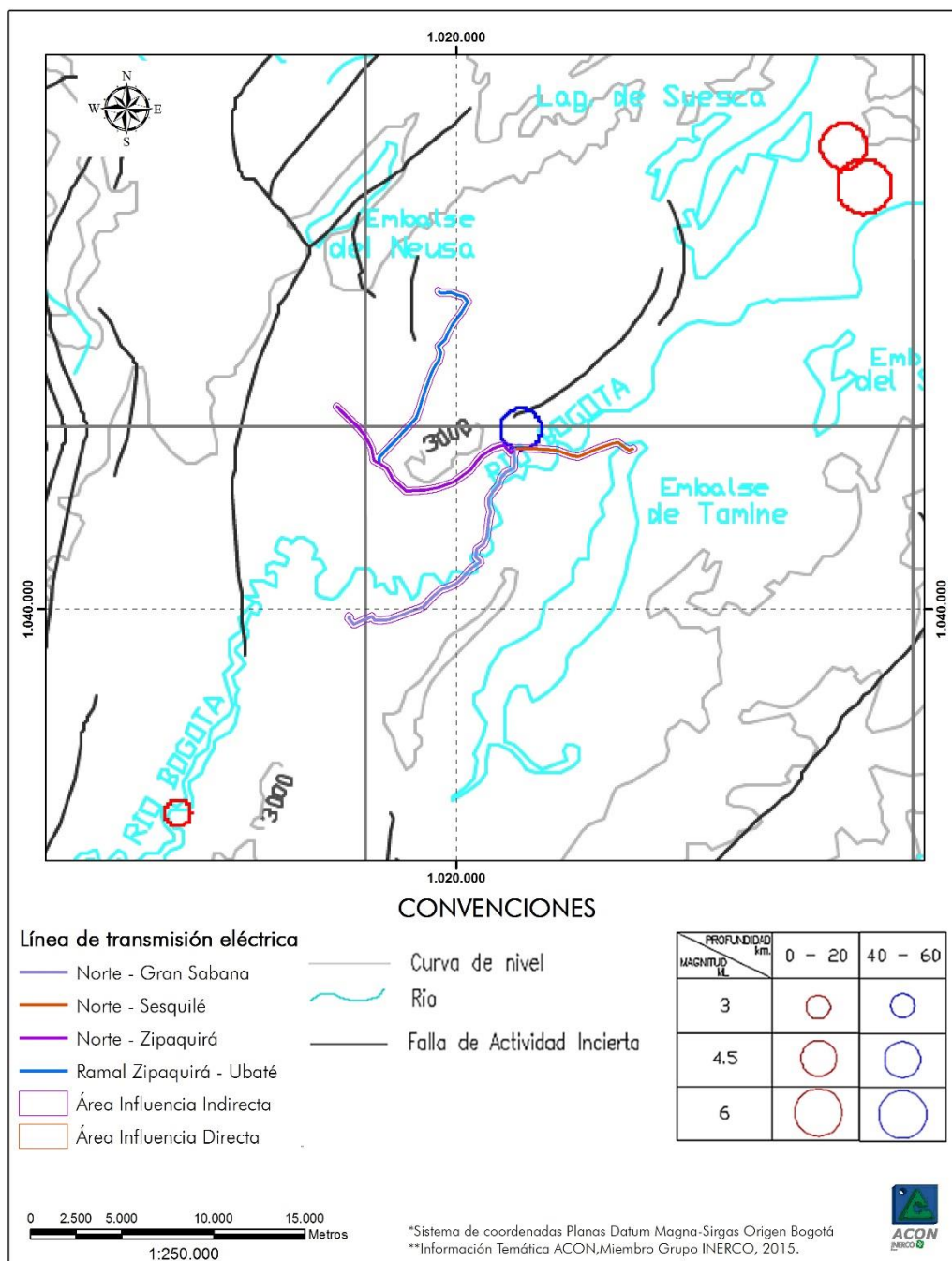
Finalmente, se concluye que el área de estudio no representa una zona potencialmente activa sísmicamente, por lo cual los potenciales fenómenos de remoción en masa que se encuentran en la misma no se consideran amenazantes.

**Figura 3.2.1-6** Zonas de amenaza sísmica de Colombia, el círculo azul indica el área de estudio



**Fuente:** Reglamento colombiano de construcción sismoresistente NSR-10. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Figura 3.2.1-7 Fallas activas y sismicidad en el área de estudio**



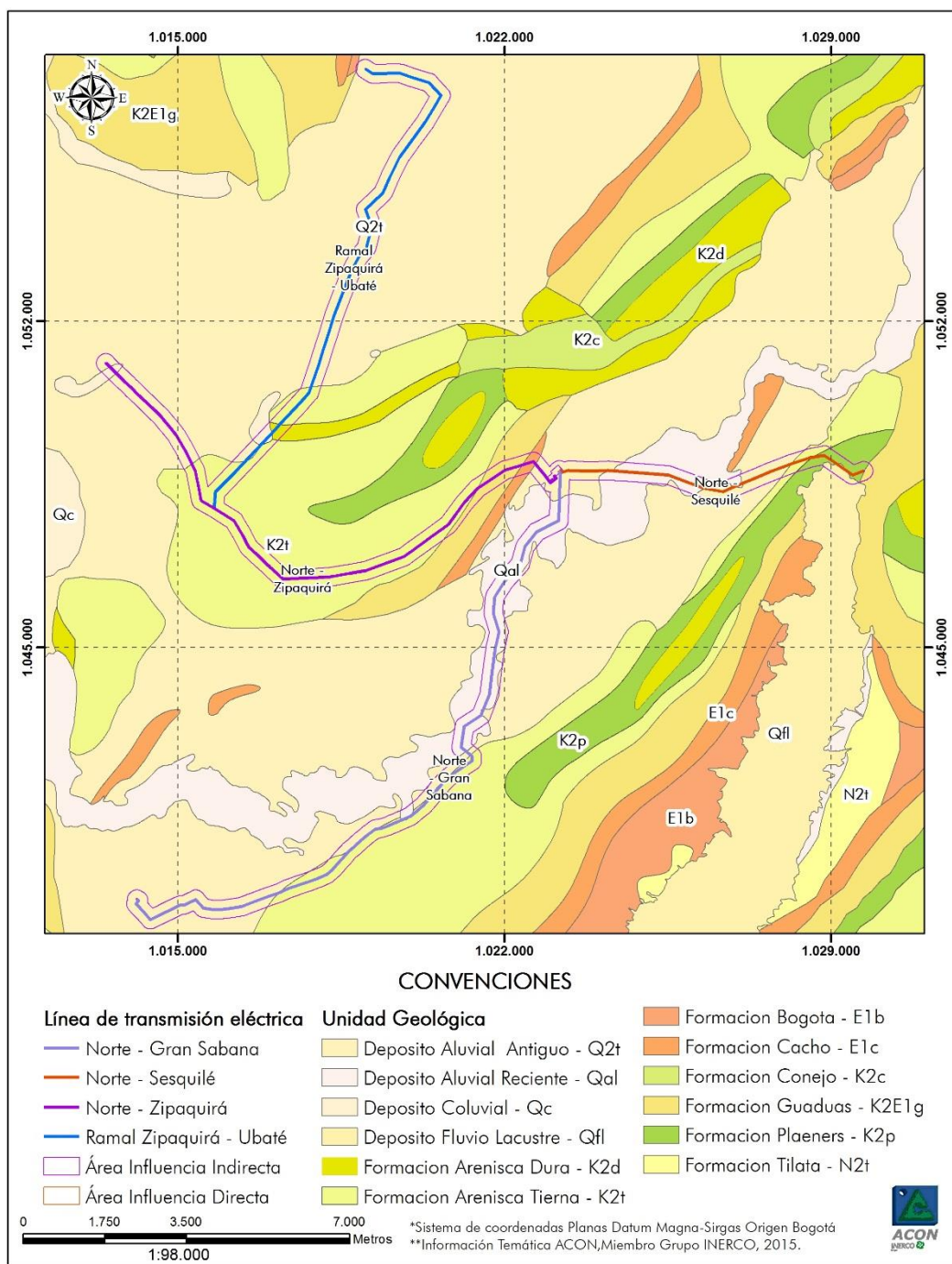
**Fuente:** Servicio Geológico Colombiano. Atlas de amenaza sísmica de Colombia, mapa de fallas activas y sismicidad, Plancha 9, 1999. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

### 3.2.1.2 Geología local, líneas de transmisión. Área de Influencia Directa (AID)

Localmente el área de estudio se encuentra enmarcada geológicamente por unidades de edad Cretácica como las formaciones Conejo, Arenisca dura, Plaeners, Labor y tierna, Guaduas y Paleógenas, así como las formaciones Cacho y Bogotá, además se hallan depósitos recientes que corresponden a cuaternarios coluviales, aluviales y de terraza (ver Figura 3.2.1-8).



**Figura 3.2.1-8 Configuración geológica local**



Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

A continuación, se describen cada una de las unidades de la más antigua a la más joven.

## **A Cretácico**

### **I Formación Conejo (K2c)**

El nombre de formación Conejo fue propuesto por Renzoni en 1967 y publicado en 1981, para referirse a la unidad geológica que aflora en la plancha 191 (Tunja) y suprayace a la formación San Rafael e infrayace al grupo Guadalupe. Etayo<sup>16</sup>, utiliza esta nomenclatura y la separa en tres conjuntos: el inferior (80 m), compuesto por shales negros e intercalaciones de bancos de limolitas o areniscas de grano fino; el conjunto intermedio es llamado Miembro Cucaita (170 m) y está conformado por dos segmentos, el inferior (segmento A) calcáreo arenoso con presencia de amonitas y el segmento superior B, constituido por arcillolitas y con manifestaciones fosilíferas; el techo de esta unidad (conjunto superior) está representado por areniscas y calizas con fósiles.

En el área de estudio esta unidad se constituye por un conjunto arcilloso y arenoso que aflora en el anticlinal de Nemocón y en cercanías a este municipio, en el flanco occidental se halla en contacto concordante con la unidad Arenisca dura, mientras que hacia el flanco oriental el contacto es fallado con la formación Plaeners.

### **II Formación Arenisca dura (K2d)**

Esta unidad aflora en el área de estudio, sobre la vía que de Nemocón conduce a Gachancipá, a la altura de la vereda Camacho, sus afloramientos se observaron allí, moderadamente fracturados, se trata de capas medias de arenisca de color crema, el contacto entre estas es liso y la laminación plano paralela (ver Fotografía 3.2.1-1); exhibe una secuencia granodecreciente hacia el techo, las capas superiores se conforman por areniscas arcillosas de grano medio de color gris en roca fresca y amarillo rojizo en roca meteorizada con presencia moderada de óxidos de hierro. Infrayaciendo a estas capas se observan areniscas de grano grueso de composición cuarzosa cuya resistencia es alta, debido al cemento silíceo que las compone. Presenta una geomorfología de ladera estructural debido a que se encuentran afectadas por el anticlinal de Nemocón del que hacen parte y el cual ocasiona una inversión de las capas de la misma, además se encuentra afectada por fallamiento de tipo inverso el cual hace que cabalgue sobre rocas más jóvenes de la formación Labor y Tierna.

<sup>16</sup> ETAYO-SERNA, F: Geología Colombiana, Bogotá. 1968



**Fotografía 3.2.1-1** Afloramiento de las capas superiores de la Formación Arenisca dura



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

Hacia la parte Sur oriental del área, también se encuentran haciendo parte del núcleo del anticlinal de Sopo-Sesquilé a la altura de la vereda Salinas.

La formación Arenisca Dura se encuentra suprayacida por la formación Plaeners e infrayace a la formación Conejo en ambos casos el contacto es neto y concordante.

La Formación Arenisca Dura se depositó en un ambiente de plataforma marina interior a media, durante una fase regresiva del mar. Dentro de esta plataforma, la variación de facies arenosas totalmente bioturbadas a facies laminadas, sugieren una fluctuación de depósito desde el *upper offshore*, a la zona de transición y el *lower shoreface*.

### **III Formación Plaeners (K2p)**

La formación Plaeners se observó en el área infrayaciendo la formación arenisca tierna en contacto concordante con en el sector oriental del área a la altura del embalse de Tominé (ver Fotografía 3.2.1-2). Litológicamente la unidad está compuesta por arcillolitas y limolitas varicoloreadas, las cuales exhiben pequeños replegamientos ya que hacen parte de la estructura del anticlinal de Sopo-Sesquilé (Fotografía 3.2.1-3).

**Fotografía 3.2.1-2** Contacto entre las formaciones arenisca labor y Plaeners



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

**Fotografía 3.2.1-3** Replegamientos en materiales arcillosos de la unidad Plaeners



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

La formación Plaeners también se encuentra en el centro del área haciendo parte del anticlinal de Nemocón, en donde se encuentra infrayaciendo a la formación arenisca tierna y suprayaciendo a la formación Arenisca dura.

La Formación Plaeners se depositó en un ambiente de plataforma externa a media, por debajo de la acción de las olas, con un aporte importante de sílice que puede indicar corrientes de surgencia favoreciendo el desarrollo de fauna.

#### **IV Formación Labor y Tierna (K2t)**

La formación labor y tierna sobresale en el área de estudio especialmente en el sector de la vereda Tunal (Zipaquirá), Aguas claras (Cogua), la Fuente (Tocancipá) y en el municipio de Gachancipá, en donde se exhiben afloramientos de capas potentes de arenisca, en ocasiones intercaladas con capas medias de arcilla de color blanco deleznable con óxidos de hierro, presentando erosión diferencial (ver Fotografía 3.2.1-4, Fotografía 3.2.1-5 y Fotografía 3.2.1-6 ). Las areniscas son cuarzosas de grano medio, bien seleccionadas y con alto contenido de óxidos de hierro. Esta unidad se encuentra componiendo el anticlinal de Sopo-Sesquilé y Nemocón.

**Fotografía 3.2.1-4** Erosión diferencial sobre estratos de la unidad Labor y Tierna



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

Los contactos de la formación Arenisca de Labor y Tierna, se observan claramente; el límite inferior es transicional rápido y concordante con la Formación Plaeners, pasa de intercalaciones de limolitas silíceas, arcillolitas a capas arenosas con intercalaciones de material fino (limolitas y arcillolitas) de la formación Arenisca de Labor y Tierna. El contacto superior con la formación Guaduas es neto y concordante, al pasar de paquetes arenosos a arcillolitas de la formación Guaduas.

**Fotografía 3.2.1-5** Afloramiento de la formación Labor y Tierna en el sector de la Vereda La Fuente



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.



**Fotografía 3.2.1-6** Afloramiento de la formación Labor y Tierna en el sector de Gachancipá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## **V Formación Guaduas (K2E1g)**

La formación Guaduas en el área de estudio aflora en la parte central en donde se observa suprayaciendo en contacto concordante y neto a la formación Arenisca Tierna, este último se definió a partir del cambio litológico de la secuencia arenosa de la unidad Labor y Tierna a la secuencia de arcillas varicoloreadas fisibles de la Formación Guaduas (ver Fotografía 3.2.1-7).

**Fotografía 3.2.1-7** Contacto entre las Formaciones Arenisca Labor y Tierna y Guaduas



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

Hacia la parte Nor-Occidental del área se halla infrayaciendo en contacto concordante con la Formación Cacho. La Formación Guaduas se depositó en una zona de contrabarreras y llanuras aluviales.

## **B Paleógeno**

### **I Formación Cacho (E1c)**

La formación Cacho se observa hacia la parte suroccidental y nororiental en la vereda La Fuente (Tocancipá) y Salinas (Sesquile) en donde por acción de fallamiento de tipo inverso se encuentra cabalgado por Rocas de la formación Arenisca Tierna en el flanco occidental del anticlinal de Sopo-Sesquilé.

La formación Cacho suprayace a la formación Guaduas en contacto Neto y concordante e infrayace a la formación Bogotá. En el área de estudio se caracteriza por presentarse de forma aislada y sobresaliente sobre la planicie aluvial (Fotografía 3.2.1-8).

**Fotografía 3.2.1-8** Morfología de la formación Cacho sobresaliendo en la planicie aluvial, vereda La Fuente



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

Litológicamente la formación esta representa con una secuencia arenosa de capas gruesas de grano medio con laminación y estratificación cruzada a gran escala, su coloración varia de gris en roca fresca y amarillo rojizo meteorizada, las capas de areniscas se encuentran separadas por capas delgadas lenticulares de arcillolitas de color crema.

La formación Cacho en su mayoría conformada por grano tamaño medio a grueso se depositó en un ambiente ríos trezados en facies St, Sh, según la clasificación de Walder & James<sup>17</sup>.

## II Formación Bogotá (E1b)

Sobre la vía que de Zipaquirá conduce a Tausa a la altura de la Vereda Patio Bonito y en la vereda Salinas (Sesquile) se observa la formación Bogotá, los afloramientos se presentan intensamente fracturados y estas fracturas se encuentran rellenas de costras ferruginosas (ver Fotografía 3.2.1-9). Litológicamente corresponde a areniscas de grano medio de color amarillo rojizo con altos contenidos de óxidos de hierro con intercalaciones de arcillolitas fisibles y varicoloreadas.

**Fotografía 3.2.1-9** Afloramiento fracturado de la Formación Bogotá y costras ferruginosas



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

La formación Bogotá se encuentra suprayaciendo en contacto transicional y concordante a la formación Cacho e infrayace a la formación Regadera, los contactos son netos y concordantes. La formación Bogotá se depositó en un ambiente de ríos meandriformes, las areniscas corresponden a barras de meandros y la parte lodosa a llanuras de inundación.

<sup>17</sup> WALDER. R. & JAMES, N. Facies Models. Ontario, 1992.p 454.

## **C Neógeno**

### **I Formación Tilata**

La formación Tilata aflora en el embalse de Tominé, haciendo parte del sinclinal de Sesquilé, se aprecia suprayaciendo a la formación Bogotá con un contacto definido. La unidad corresponde a un depósito caótico, al oriente, está constituido por bloques de liditas y areniscas envueltos en una matriz arenoso-gravosa, con un espesor aproximado de 15 m, que genera una morfología abrupta alargada. Las gravas y arenas de la formación Tilatá se depositaron en un ambiente de abanico aluvial.

## **D Depósitos Cuaternarios**

### **I Deposito Coluvial (Qc)**

Se incluyen en esta denominación a los depósitos de pendientes de origen local, son acumulaciones sobre las laderas por procesos de escorrentía superficial, por flujo lento y viscoso de suelos saturado y no saturado. La litología es de bloques angulares a subangulares de diferentes tamaños arenosos embebido en un material arcilloso provenientes de la Formaciones aledañas (Fotografía 3.2.1-10).

**Fotografía 3.2.1-10** Deposito coluvial, los bloques corresponden a la Formación Arenisca Labor y Tierna



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.



## II Deposito Aluvial reciente (Qal)

Son aquellos depósitos que se localizan a lo largo de los drenajes del área. Se destacan por su dimensión los que forma el río Bogotá. Se caracterizan por presentar material no consolidado, arenoso y limoso con escasas barras de gravas; las areniscas son de varias granulometrías (Fotografía 3.2.1-11).

**Fotografía 3.2.1-11** Deposito Aluvial reciente generado por el Río Bogotá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## III Deposito Aluvial antiguo (Q2t)

Afloran como depósitos aplanados formando terrazas altas, con respecto al nivel actual de inundación; se observan en cercanías a las cabeceras de los municipios de Nemocón y Zipaquirá. Están conformadas por sedimentos conglomeráticos de diferentes rangos, en una matriz areno-arcillosa y con lentes arcillosos y arenosos (Fotografía 3.2.1-12).

**Fotografía 3.2.1-12** Depósito Aluvial antiguo



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

#### **IV Depósito fluviolacustre**

Esta unidad hace referencia dentro del área de estudio, al depósito formado por el embalse de Tominé al sur oriente. Está constituido por arenas y arcillas y localmente lentes de gravas.

#### **E Geología Estructural**

En el área de estudio se observan estructuras de tipo sinclinal, anticlinal y fallas inversas o de cabalgamiento a continuación se describirán cada una de estas.

##### **I Fallas**

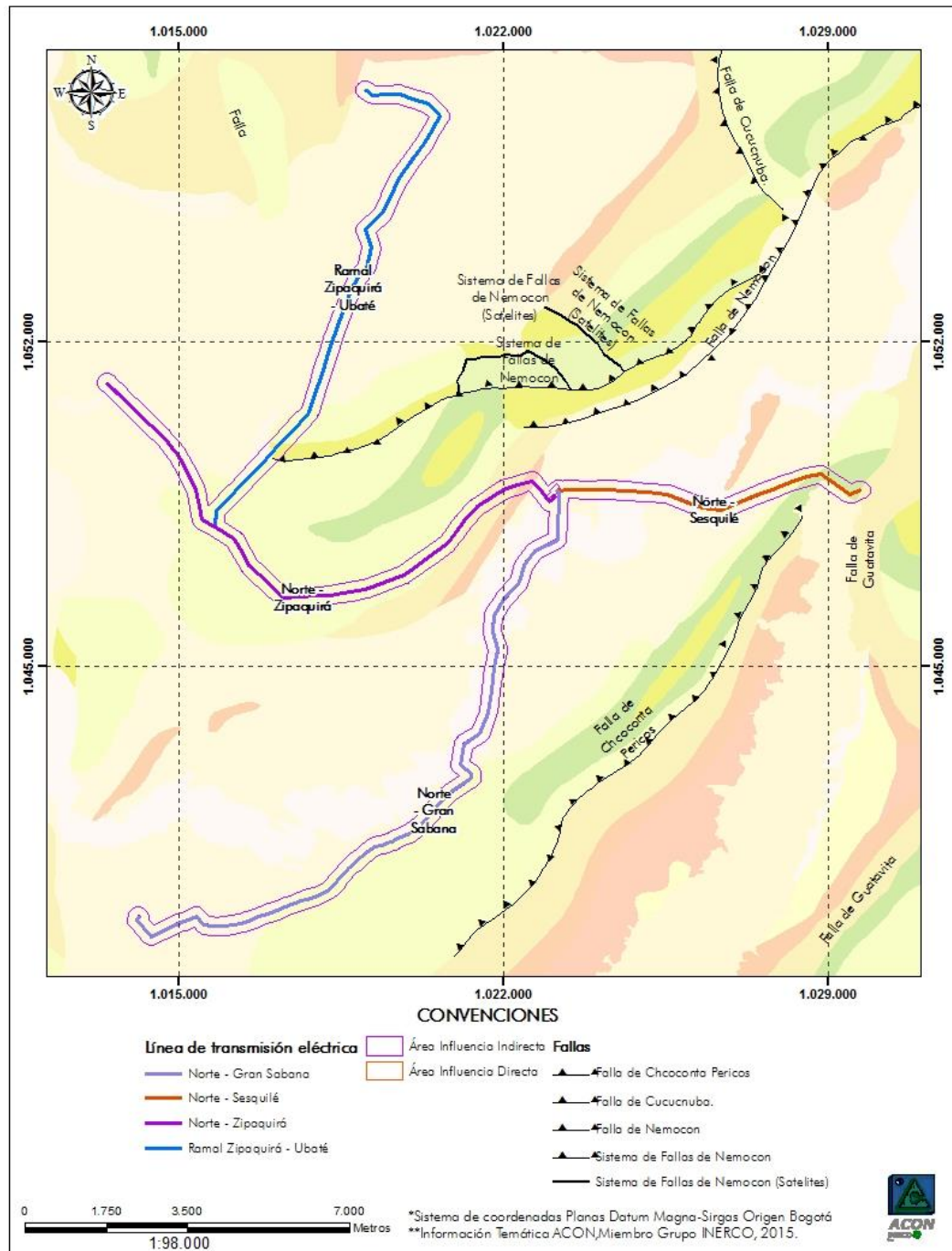
##### **• Falla de Nemocón**

Presenta un rumbo variable entre N20-60° E y una vergencia al oriente. Se inicia al sur en el de Nemocón donde se encuentra su salto más grande, allí ponen en contacto rocas de la formación Conejo del anticlinal de Nemocón con las formaciones Guaduas y Cacho del sinclinal de Suesca con una geometría típica de falla de cabalgamiento.

- **Sistema de fallas de Nemocón**

Se localiza en el municipio de Nemocón en donde se observa una falla con vergencia al oriente, es una falla de cabalgamiento la cual pone en contacto rocas de la formación Conejo cabalgando sobre rocas de la formación arenisca dura, de esta falla se desprenden fallas satélites conformando una estructural en flor hacia la parte occidental, que afecta principalmente capas de la formación Conejo y Arenisca Dura.

**Figura 3.2.1-9 Geología estructural del área de estudio**



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

- **Falla Chocontá-Pericos**

El tramo de esta falla se observa al oriente en cercanías del embalse de Tominé, su trazo es paralelo al sinclinal de Sopo-Sesquilé, se trata de una falla de cabalgamiento con vergencia al oriente cabalgan las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor y Tiernas sobre rocas de la formación Guaduas. Las características de esta falla, tales como los grandes desplazamientos de bloques, su dirección, y prolongación hacia el sector de Tunja puede asociarse a la falla de Boyacá.

Adicionalmente a este fallamiento, se observan fallas de cabalgamiento menores hacia el oriente de la zona las que hacen cabalgar a la unidad arenisca Tierna sobre Guaduas y a la formación Cacho sobre la formación Bogotá.

- **Falla de Cucunubá**

La falla de Cucunubá en el área de estudio se observa hacia el costado Nor-oriental. Corresponde a una falla que, denotando una alta sinuosidad, lo que la caracteriza como una falla de cabalgamiento. Esta falla pone en contacto la parte superior de la Formación Arenisca Tierna con la parte media de la Formación Guaduas.

## II **Estructuras plegadas**

- **Anticlinal de Nemocón**

Esta estructura plegada conforma la parte central de área, está conformado por rocas de las formaciones Arenisca Tierna, Plaeners y Arenisca Dura, el eje tiene una dirección preferencial noreste. El eje se encuentra desplazado hacia el oriente, su núcleo está en la Formación Conejo y el flanco oriental dentro de la formación Arenisca Dura está invertido y limitado por la Falla Nemocón, mientras el flanco occidental es amplio con las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna, Guaduas y Cacho.

- **Anticlinal de Sopo-Sesquilé**

Estructura anticlinal localizada desde el municipio de Sesquilé hacia el sur, entre la localidad de Gachancipá y el embalse de Tominé. Es una estructura asimétrica con el flanco occidental menos inclinado que el oriental, el cual localmente presenta inversiones debidas a que está limitado por la falla de Chocontá. En su núcleo aparece la formación Arenisca Dura y en los flancos Plaeners y Labor y Tierna.

- **Sinclinal de Sesquilé**

Dentro del área de estudio esta estructura se encuentra cubierta en el embalse de Tominé hacia la parte suroriental, su núcleo está formado por rocas de las formaciones Tilata, Bogotá, Cacho y Guaduas la orientación preferencial de la estructura es N10°E.

- **Sinclinal de Suesca**

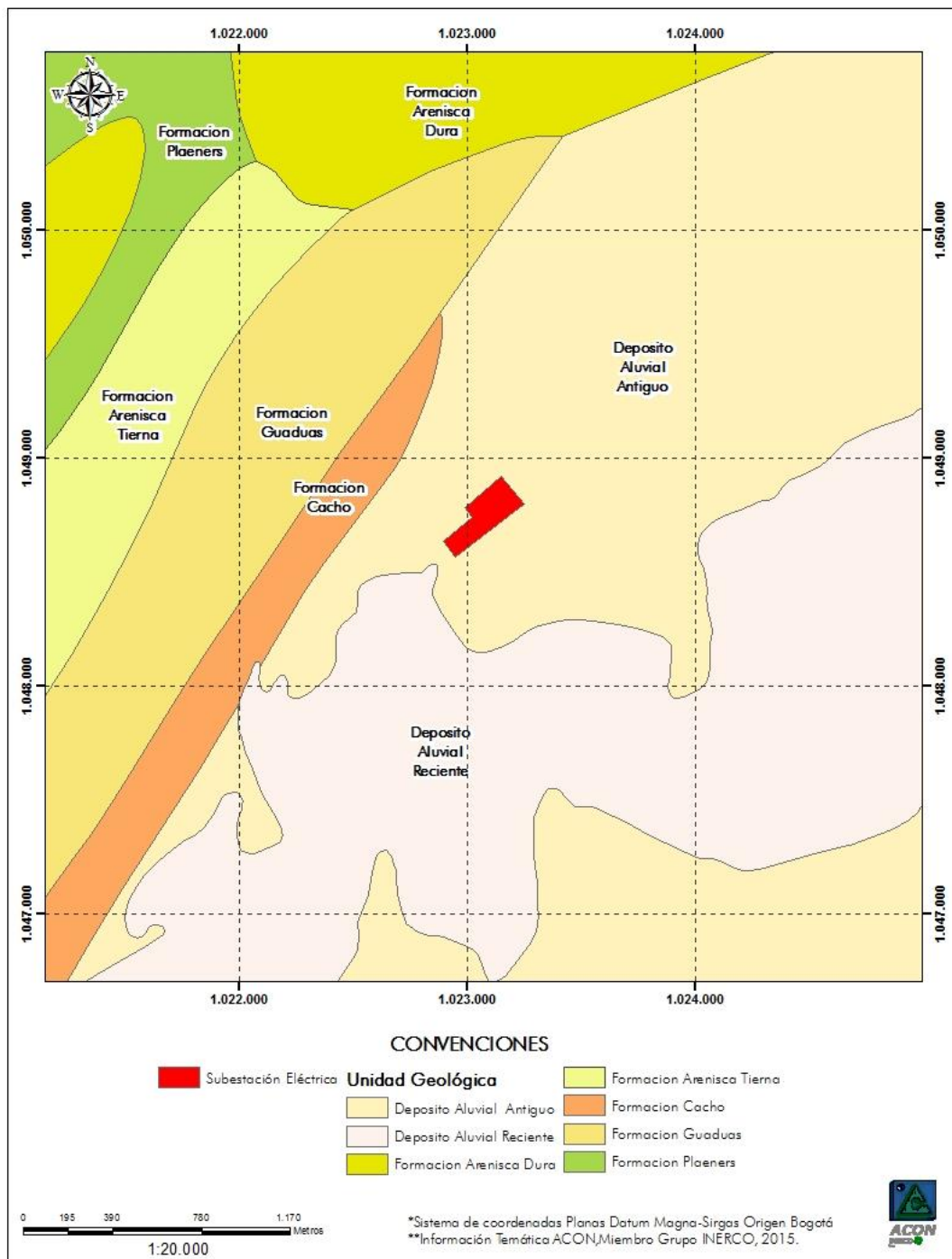
En el área de estudio, esta estructura se encuentra cubierta por los depósitos aluviales y de terrazas formadas por el río Bogotá, su dirección preferencial dentro es NNE y está limitado en sus flancos por las fallas de Nemocón y Suesca.

### **3.2.1.3 Geología local, Subestación. Área de Influencia Directa (AID)**

La subestación se localizará en la unidad Deposito aluvial antiguo (Q2t), morfológicamente son zonas aplanadas, ocasionalmente forman terrazas altas, con respecto al nivel actual de inundación Figura 3.2.1-10. En la Fotografía 3.2.1-13 se presenta el lote en donde se ubicará la subestación eléctrica.



**Figura 3.2.1-10** Configuración geológica del sector en donde se ubicará la subestación eléctrica



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



**Fotografía 3.2.1-13** Lote en donde se ubicará la subestación eléctrica



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

En el Mapa 3-3 se presentan el mapa geológico del proyecto.

### **3.2.2 Geomorfología**

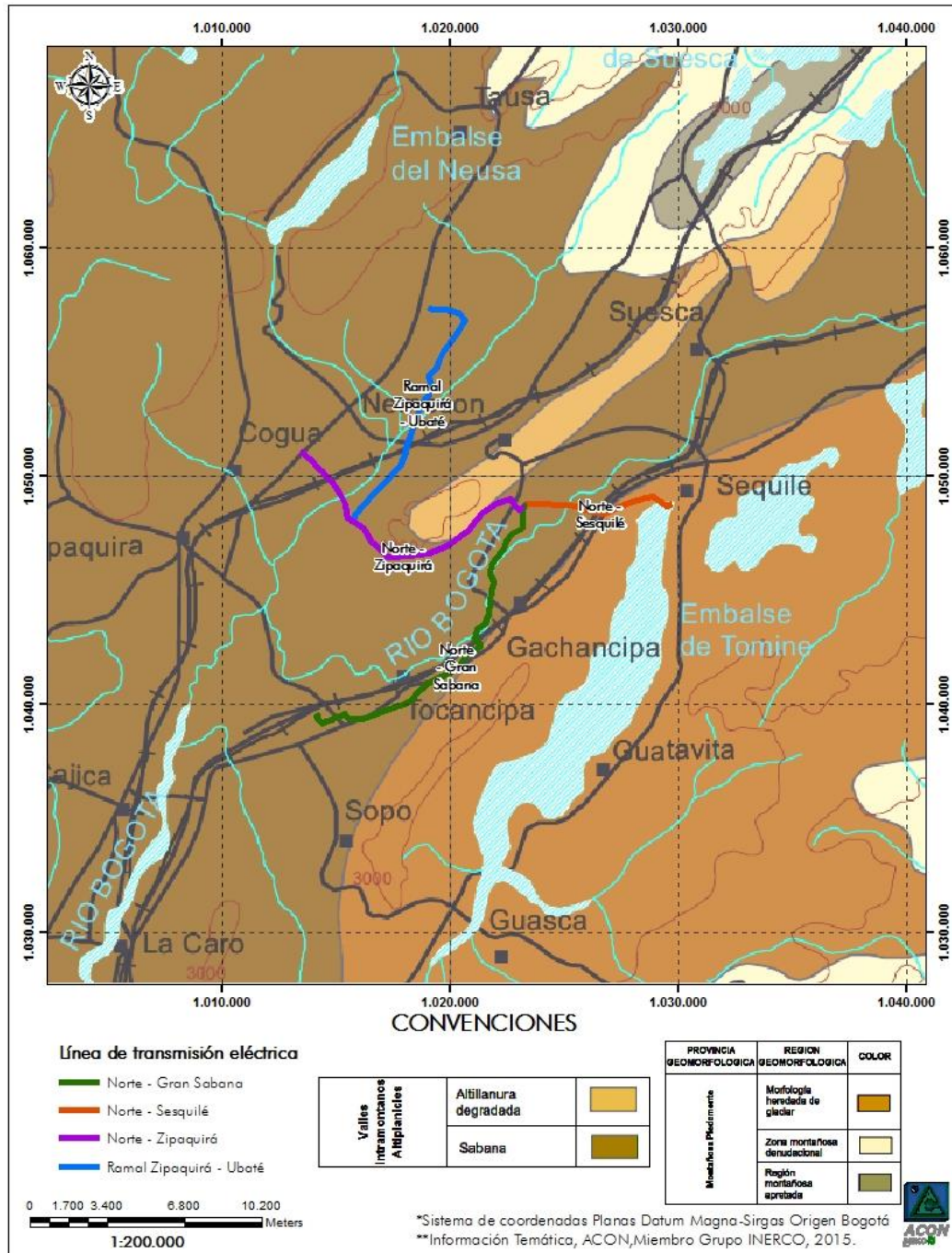
#### **3.2.2.1 Geomorfología regional, unidades geomorfológicas**

La zona de estudio se ubica en la sabana de Bogotá sobre la parte central de la cordillera oriental de los Andes colombianos en la que se pueden encontrar valles, planicies, colinas y montañas de diferentes orígenes. La Sabana constituye una cuenca tectonosedimentaria sobre la cual se depositaron materiales de diferente origen y textura, por ejemplo, la cuenca presenta una zona plana conformada principalmente por sedimentos fluvioacustres y algunos fluvioglaciares que pueden o no estar consolidados; y en las zonas de montaña, cerros y colinas se encuentran sedimentos marinos y fluviales.

Regionalmente, el aspecto geomorfológico de la zona se encuentra subdividido en geoestructuras de cordillera y de tipo valle aluvial. En cuanto a las provincias geomorfológicas se dividen en geoformas montañosas de piedemonte y valles intramontanos altiplanicies (ver Figura 3.2.2-1).

A continuación, se describe cada una de las geoformas mencionadas, cabe mencionar que, para efectos regionales, esta información fue tomada del mapa geomorfológico de la plancha 5-09 elaborado por INGEOMINAS en el 2003 a escala 1:500.000.

**Figura 3.2.2-1 Configuración geomorfológica regional del área de estudio**



**Fuente:** INGEOMINAS. Mapa geomorfológico plancha 5-09, 2003. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## **A Provincia geomorfológica, montañoso piedemonte**

### **I Morfología Heredada de Glaciar**

Geoformas que evidencian una actividad de tipo glaciar por encima de los 3.000 m, su morfología típica es suave y ondulada con vertientes alargadas; los valles son profundos en forma de U con fuertes pendientes en sus flancos ( $>60^\circ$ ). Se ubica principalmente en el macizo de Sumapaz, en las zonas de páramo que rodean al Altiplano Cundiboyacense y en la región de Chingaza.

### **II Zona Montañosa Denudacional**

Esta unidad está ubicada en toda la barrera oriental de la Cordillera Central, y conforman la vertiente oeste del valle del Magdalena.

### **III Región Montañosa apretada**

Zonas montañosas alineadas y estrechas que se ubican en el departamento de Cundinamarca en una franja angosta.

## **B Provincia Geomorfológica, valles intramontanos altiplanicies**

### **I Altillanura degradada**

Son geoformas correspondientes a una antigua llanura agradacional constituida por estratos horizontales de sedimentos que fueron sometidos a una intensa erosión fluvial que transformó su morfología inicial deo expuestas una serie de terrazas o "mesas".

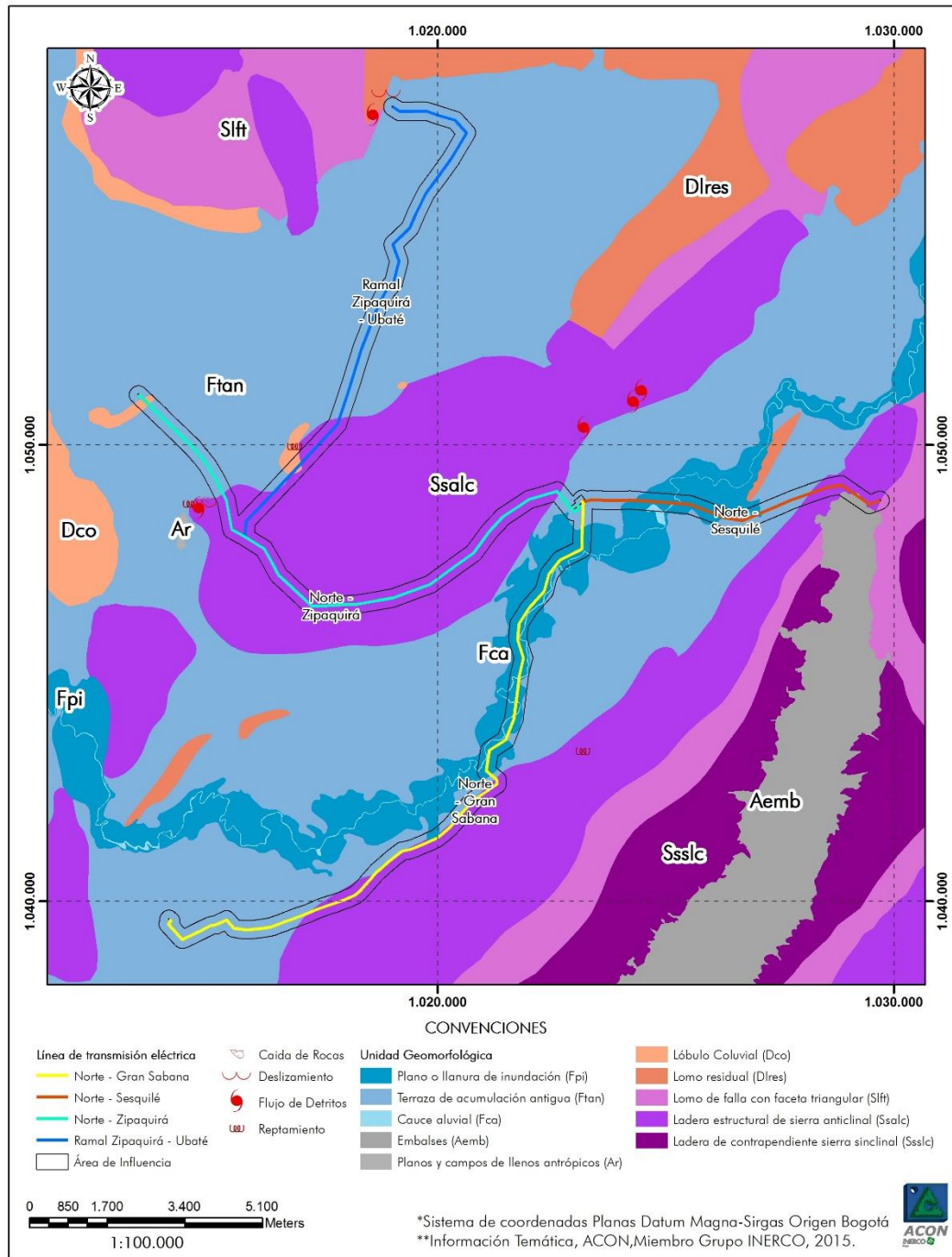
### **II Sabana**

Geoforma caracterizada por tener una superficie relativamente horizontal a subhorizontal que forma una altiplanicie de nítida y fácil delimitación debido a que los patrones de cultivo son contrastantes y resaltan ampliamente sobre las rocas adyacentes del Paleógeno, del Neógeno y de Cretácico.

### 3.2.2.2 Geomorfología Local

Localmente en el área de estudio se caracterizaron unidades de origen fluvial, denudacional, estructural y antrópico (ver Figura 3.2.2-2) las cuales se describen a continuación y se representan en el Mapa 3-4 Geomorfología.

**Figura 3.2.2-2 Configuración geomorfológica local del área de estudio**



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



## **A Unidades de origen fluvial**

### **I Cauce aluvial (Fca)**

Son canales de forma irregular excavados por corrientes perennes dentro de los sedimentos aluviales, los factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, hacen que persistan por grandes distancias y formen sistemas anastomosados, además por fluir en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo, un ejemplo de ello es el Río Bogotá que se encuentra en el área de estudio.

- **Morfogénesis:** Corresponde a formas planas y alargadas conformadas por acción del Río Bogotá, con limitadas coberturas sedimentarias de espesor variable, constituida principalmente por una secuencia de materiales que van desde arenosos, gravas y bloques de forma redondeados y subredondeados que han sufrido un gran transporte.
- **Morfoestructura:** Generalmente esta unidad aún no está afectada por procesos de fallamiento intenso, pero es atravesada por estructuras plegadas como el Sinclinal de Suesca.
- **Morfometría:** Esta unidad conforma un relieve relativamente plano, con alturas de 1 a 2 m y pendientes que varían entre el 0% y el 3%.
- **Morfodinámica:** El proceso morfodinámico dominante es la socavación lateral y de fondo.

### **II Terraza de acumulación antigua (Ftan)**

Es una franja alomada de varios kilómetros de extensión, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, inclinadas y discordantes sobre rocas antiguas. Hacen parte de la antigua llanura de inundación y de abanicos aluviales que fueron basculados y sometidos a procesos denudativos intensos que dejaron una morfología alomada, de formas lobuladas. Compuestas por gravas, arenas y arcillas.

- **Morfogénesis:** Su origen está asociado a la existencia de abanicos y planicies aluviales antiguas, muy disectadas y localmente tectonizadas.
- **Morfoestructura:** Esta unidad está afectada por procesos de fallamiento hacia la parte occidental del área –falla de Nemocón– y también se halla cubriendo estructuras plegadas como el sinclinal de Suesca.



- Morfometría: Es una franja alomada de varios kilómetros de extensión, de laderas moderadamente largas con pendientes que varían entre el 0% y el 7%.
- Morfodinámica: Pueden presentarse procesos de erosión laminar y concentrada.

**Fotografía 3.2.2-1** Morfología de terraza de acumulación antigua



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

### III Plano o llanura de inundación (Fpi)

Corresponde a una franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando el cauce del río Bogotá, se limita localmente por escarpes de terraza.

- Morfogénesis: El origen de esta unidad corresponde principalmente a periodos de inundación y/o recuperación del cauce del río Bogotá y drenajes secundarios que transportan sedimentos en épocas de alta pluviosidad, y luego los abandona en su retroceso.
- Morfoestructura: Esta unidad no está afectada por procesos de fallamiento intenso.
- Morfometría: Conforman un relieve relativamente plano y tiene pendientes que varían entre el 0% y el 3%. Ocasionalmente es común ver colinas que sobresalen de los terrenos llanos.
- Morfodinámica: En los sectores desprovistos de vegetación pueden presentarse procesos de erosión laminar y concentrada.

**Fotografía 3.2.2-2** Morfología de llanura de inundación



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## **B Unidades de origen denudacional**

### **I Lomo residual (Dlres)**

Son elevaciones del terreno menores de 200 metros que se presentan en el área de estudio a cuenta de la formación Cacho, con morfología alomada y alargada, de laderas cortas a moderadamente largas y de forma convexa. El índice de relieve es bajo a muy bajo. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas generalmente sobre materiales afectados por meteorización diferencial intensa (Fotografía 3.2.2-3).

- Morfogénesis: El origen de esta unidad corresponde principalmente a tectonismo y meteorización diferencial intensa.
- Morfoestructura: Esta unidad no está afectada por procesos de fallamiento intenso.
- Morfometría: Conforman un relieve abrupto y tiene pendientes que varían entre el 12% y el 25%.
- Morfodinámica: Pueden presentarse procesos de erosión laminar y concentrada. Presentan drenaje denso dendrítico y subparalelo.

**Fotografía 3.2.2-3** Morfología de lomo residual en la formación Cacho



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## **II      Lóbulo Coluvial (Dco)**

Geoforma con características de lóbulos alomados bajos. Se originan por procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales, están constituidos por bloques y fragmentos heterométricos de roca arenisca correspondientes principalmente a la Formación Arenisca tierna, embebidos en una matriz arcillosa a areno limo arcillosa.

- Morfogénesis: El origen de esta unidad corresponde a transporte de materiales, generalmente de la formación Arenisca tierna, por procesos de hidrogravitación (acción del agua combinada con la acción gravitacional) sobre las laderas.
- Morfoestructura: En el área de estudio, esta unidad no se observa afectada por fallamiento intenso.
- Morfometría: Corresponde a laderas en forma lobular alomadas y bajas, con pendientes entre 3% y el 7%.
- Morfodinámica: El proceso morfodinámico dominante es la erosión laminar.

**Fotografía 3.2.2-4** Lóbulo coluvial



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## **C Unidades de origen estructural**

### **I Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssalc)**

Ladera de sierra anticlinal denudada, con estratos inclinados en favor de la pendiente, de longitudes cortas, de formas convexas y con pendientes muy abruptas. Se constituye de rocas intermedias a duras de las formaciones Arenisca labor y Tierna, Conejo, Plaeners y Arenisca dura, haciendo parte de los anticlinales de Nemocón y Sopo-Sesquilé.

- **Morfogénesis:** Esta unidad es originada debido a los procesos de erosión que genera la estructura plegada correspondiente a los anticlinales de Nemocón y Sopo-Sesquilé.
- **Morfoestructura:** Se encuentra afectada por fallas de cabalgamiento como el sistema de fallas de Nemocón y la falla de Chocontá-Pericos.
- **Morfometría:** Corresponde a una ladera abrupta con pendientes que varían de 12% al 25%.
- **Morfodinámica:** El proceso morfodinámico dominante es la erosión laminar, en surcos y cárcavas. El patrón de drenaje es subparalelo.

**Fotografía 3.2.2-5** Geoforma ladera estructural de sierra anticlinal en rocas de la formación Arenisca Labor y Tierna



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## II Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (Ssslc)

Conforma una ladera de sierra sinclinal denudada, definida por la disposición de los estratos inclinados en contra de la pendiente del terreno, de longitud moderadamente larga y de formas convexas con pendientes escarpadas. Son producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas de la Formación Guaduas a intermedias de las unidades Cacho y Bogotá.

- Morfogénesis: Esta unidad es originada debido a los procesos de erosión que genera la estructura plegada correspondiente al sinclinal de Sesquilé.
- Morfoestructura: Se encuentra afectada por fallas de cabalgamiento como la falla de Chocontá - Pericos.
- Morfometría: Corresponde a una ladera abrupta con pendientes que varían de 12% al 25%.
- Morfodinámica: El proceso morfodinámico dominante es la erosión laminar, en surcos y cárcavas, el patrón de drenaje es dendríticos a subparalelo.

### III Lomo de falla con faceta triangular (Slft)

Es una estructura elongada paralela a la falla Chocontá-Pericos, con laderas muy inclinadas a abruptas y perpendicular a estas con forma de faceta triangular (Fotografía 3.2.2-6).

- Morfogénesis: Su origen se debe al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de la falla de Chocontá-Pericos, se presentan en rocas duras de la formación Arenisca Tierna a intermedias de la formación Guaduas.
- Morfoestructura: Se encuentra afectada por la falla de cabalgamiento Chocontá-Pericos.
- Morfometría: Corresponde a una estructura 3% al 7%.
- Morfodinámica: El proceso morfodinámico dominante es la erosión laminar.

**Fotografía 3.2.2-6** Geoforma de lomo de falla con faceta triangular, municipio de Sesquilé



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## D Unidades de origen antropogénico

### I Embalses (Aemb)

Es una acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho del Río Tominé. Se realizó con el fin de generar energía eléctrica, brindar riego a la sabana de Bogotá,



controlar inundaciones aguas abajo de la compuerta Achury y contribuir al abastecimiento de agua potable para Bogotá en la planta de tratamiento Tibitóc.

- Morfogénesis: Corresponde a acumulaciones de agua por la obstrucción del río Tominé.
- Morfoestructura: Esta unidad aún no está afectada por procesos de fallamiento intenso, pero se hallan estructuras plegadas que la atraviesan en dirección nororiental como el caso del sinclinal de Sesquilé.
- Morfometría: Morfométricamente corresponden a cuerpos irregulares con extensiones variadas, la profundidad varía de acuerdo con la capacidad del embalse.
- Morfodinámica: El proceso morfodinámico dominante es la erosión de orillas.

**Fotografía 3.2.2-7** Embalse de Tominé



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

## **II Planos y campos de llenos antrópicos (Ar)**

Son planos hechos artificialmente con material de relleno o explanaciones para acondicionar el terreno para cultivos, corresponde a acumulaciones de material desechado por industrias de papel (Fotografía 3.2.2-8).

- Morfogénesis: Su origen proviene de las actividades de adecuación y disposición de material de relleno para facilidades de cultivos.

- Morfoestructura: Esta unidad aún no está afectada por procesos de fallamiento intenso.
- Morfometría: Corresponden a pilas, sobre la unidad Plano o llanura de inundación (Fpi).
- Morfodinámica: Se encuentran presentes procesos de erosión laminar.

**Fotografía 3.2.2-8** Campos de llenos antrópicos



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2014.

En el Mapa 3-5 se presentan las pendientes.

### **3.2.2.3 Espesor de suelos y formaciones superficiales**

Esta información se relaciona en el numeral 3.2.3 del presente capítulo.

### **3.2.2.4 Condiciones de precipitación**

Esta información se relaciona en el numeral 3.2.7 “Atmósfera”, de la Sección 3.

### **3.2.2.5 Factor de sismicidad**

La actividad sísmica en Colombia ha sido observada de manera constante en el tiempo, tanto en los relatos históricos de terremotos importantes, como en la sismicidad instrumental reportada por diferentes redes sismológicas. El factor de sismicidad hace referencia a la aceleración horizontal pico para esta zona, este es el parámetro más

utilizado para caracterizar el movimiento fuerte del terreno (remitirse numeral 3.2.1.1 C “Procesos morfodinámicos”).

### **3.2.2.6 Tipo de cobertura vegetal que presenta el terreno**

Esta información se relaciona en el numeral 3.3.1 “Ecosistemas terrestres”, Sección 4.

### **3.2.2.7 Presencia de fallas geológicas**

Las fallas geológicas se definen como “Una fractura en el terreno a lo largo de la cual hubo movimiento de uno de los lados respecto del otro”, dentro del contexto del presente proyecto, la identificación de estas, es de mucha importancia ya que pueden ocasionar o acentuar fenómenos de remoción en masa además de causar inestabilidades, alteraciones y/o filtraciones hacia la superficie. Esta información se relaciona en el numeral 3.2.1 Geología.

### **3.2.2.8 Información hidrogeológica**

Dentro de la información evaluada dentro de este ítem, se encuentra el inventario de puntos de agua e identificación de la unidad geológica captada, además de esto se establece las unidades hidrogeológicas presentes en el área de estudio con su correspondiente descripción y por último se presenta la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, por las actividades propias del proyecto a través del método GO. Esta información se relaciona en el numeral 3.2.5 “Hidrogeología”.

### **3.2.2.9 Dirección del talud respecto de la dirección dominante de lineaciones.**

El alcance de la dirección respecto a los lineamientos, requiere de un levantamiento detallado de discontinuidades por cada talud en roca y análisis cinemático detallado y este se desarrolla cuando se tienen que realizar cortes o excavaciones en roca, no obstante, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, este ítem no aplica ya que la cimentación de las torres es puntual y no considera sobre-excavaciones.

### **3.2.3 Suelos**

En el presente Ítem se describe la información correspondiente a las características del suelo, los usos actuales, las clases agrológicas, la capacidad de uso (uso potencial) y los conflictos de uso dentro del área de influencia directa del proyecto. El levantamiento de la información relacionada con los suelos de la zona de trabajo, se llevó a cabo fundamentalmente con la recopilación de información, proveniente de las visitas a campo

y de los estudios de suelos previos, dentro de los cuales se destacan los del IGAC, que son realizados en una escala adecuada para así poder correlacionarlos. Los formatos de campo se presentan en el Anexo 3-2.

Para el presente estudio se clasifican y mapean en escala apropiada los suelos provenientes del estudio sistemático realizado en campo, (ver Mapa 3-6 Puntos de muestreo del suelo) a través de la descripción de sus características internas y externas, al igual que de los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras tomadas de los suelos más representativos de la población edáfica (ver Anexo 3-3. Análisis de laboratorio de suelos).

Las unidades cartográficas, también conocidas como unidades de mapeo se agrupan con el fin de obtener la espacialización del contenido edáfico para delimitar la población de suelos existentes en la zona. Actualmente, se emplean las siguientes unidades cartográficas: Consociación, Asociación, Complejo, Grupo no diferenciado o Disociación y Grupo no asociado o Inasociación.

En el área de influencia directa las unidades cartográficas existentes son: asociación y complejo. En donde una asociación es una unidad que contiene dos o más suelos distintos dominantes, que tienen relación geográfica y se pueden representar por separado, mientras el complejo representa dos o más suelos dominantes diferentes, asociados geográficamente, pero no se pueden representar por separado, ya que el patrón de distribución es intrincado<sup>18</sup>.

A continuación, se describen las unidades cartográficas, correspondientes al área de influencia directa, ya que son las que imperan en la condición espacial definida cartográficamente:

### **3.2.3.1 Descripción de las unidades cartográficas de suelos**

La descripción contiene la identificación climática, geomorfológica en cuanto a paisaje y relieve, como también las características propias de los suelos, tales como su taxonomía y principales condiciones fisicoquímicas.

A continuación, se describen las unidades cartográficas por las que transcurre el proyecto y sobre las cuales se harán remociones de suelo orgánico en distintas proporciones (ver Mapa 3-7 unidades de suelos.)

<sup>18</sup> JARAMILLO J., Daniel. Introducción a la ciencia del suelo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, 2002. 532-533 pp.

## **A Suelos del paisaje de planicie**

Estos suelos están ubicados en la zona central y norte del departamento de Cundinamarca, están localizados entre los 2.000 y 3.000 m s.n.m., en la planicie fluvio lacustre del río Bogotá y sus afluentes, en clima ambiental frío húmedo con temperaturas que varían entre los 12 y 18°C

Los relieves más comunes dentro de este tipo de paisaje son planos de inundación o terrazas y su régimen de temperatura es isomésico; el material parental de estos suelos está constituido por depósitos de ceniza volcánica de espesor variable y depósitos de sedimentos finos y medios, los suelos de este paisaje presentan diferente grado de evolución de acuerdo con su posición, en los planos de inundación se localizan los suelos de menor evolución (entisoles e inceptisoles), mientras que en las terrazas se observa un mayor grado de evolución (inceptisoles, andisoles y aridisoles), el relieve dominante es ligeramente plano a ligeramente ondulado con pendientes entre 1 y 7%<sup>(19)</sup>.

### **I Asociación Typic Endoaquepts-Aeric Endoaquepts-Thaptic Hapludands (RLOa)**

Estos suelos están localizados al norte del departamento de Cundinamarca, en el municipio de Zipaquirá, donde ocupan la posición de los planos de inundación del río Bogotá de la planicie fluvio lacustre en relieve ligeramente plano con pendiente del 1 al 3%.

Estos suelos son profundos a superficiales con buen drenaje, texturas medias y evolución moderada, en algunos sectores son inundables y de niveles freáticos altos durante la época invernal, lo que puede llegar a limitar su uso agrícola.

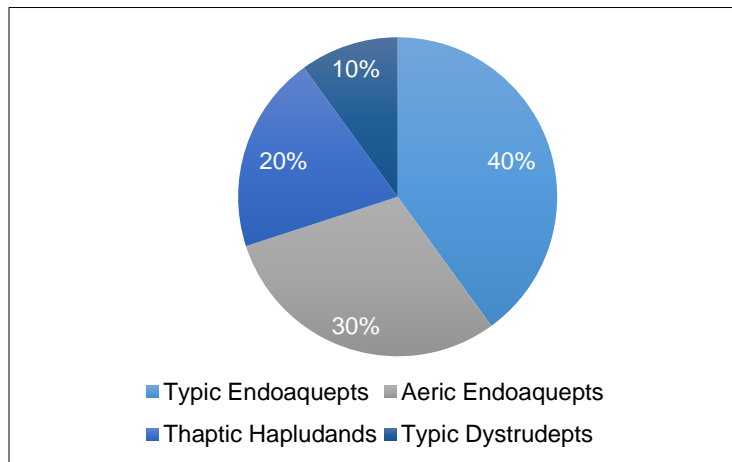
<sup>19</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. Bogotá D.C: IGAC, 2000. p 314

**Fotografía 3.2.3-1** Perfiles de suelo de la unidad RLOa



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Gráfico 3.2.3-1** Composición de suelos de la asociación Typic Endoaquepts-Aeric Endoaquepts-Thaptic Hapludands (RLOa)



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En el Gráfico 3.2.3-1 se describen los componentes de la asociación Typic Endoaquepts-Aeric Endoaquepts-Thaptic Hapludands (RLOa), además en la Tabla 3.2.3-1 se presenta una descripción detallada de los suelos principales que la componen y de las inclusiones que están representadas por los suelos Typic Dystrudepts, esta descripción se hace con base en la información recopilada en campo y la información secundaria presentada por el IGAC<sup>20</sup> para la zona en estudio.

<sup>20</sup> *Ibíd*, p.315



**Tabla 3.2.3-1** Descripción de los componentes de la Asociación RLOa

1	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Aquepts
	<b>Gran grupo</b>	Endoaquepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Plano de inundación
	<b>Subgrupo</b>	Typic Endoaquepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos se caracterizan por ser imperfecta a pobremente drenados, de texturas moderadamente finas y medias, son de baja evolución y su material parental está representado por sedimentos clásticos hidrogénicos. A nivel morfológico presentan una secuencia de perfiles Ap-Bw-C.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> está ubicado entre los 0 y 25 cm de profundidad, presenta un color marrón oscuro (7.5 YR 3/3), con manchas de color rojo (2.5 YR 4/8), son de textura arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares gruesa; consistencia en húmedo muy firme, frecuentes poros medianos y finos y frecuentes raíces de tamaño medio y finas; la actividad de macroorganismos es alta, y su pH es de 5.0.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> se localiza entre los 25 y 50 cm de profundidad, este se caracteriza por su color pardo oscuro (10YR 3/3) y un 20% de manchas color amarillo pardusco (10YR3/4) medianas y gruesas, contrastadas. El horizonte presenta textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares gruesa, consistencia en húmedo firme, alta cantidad de poros medianos y pocos gruesos, poca actividad de macroorganismos y pH de 4.6.</p> <p><b>El horizonte C</b> se ubica entre los 50 y 110 cm, carece de estructura (másiva), su textura es franco limosa y presenta color negro (7.5 YR 3/1); su consistencia en húmedo es firme, presenta frecuentes poros medianos y gruesos y poros finos, su pH es 4.4.</p> <p>En cuanto a propiedades químicas, estos suelos se caracterizan por su saturación de bases alta, capacidad de intercambio catiónico media, contenidos medios a bajos de fósforo, potasio y calcio, y bajos de magnesio, además su reacción es fuertemente ácida, lo que hace que su fertilidad se baja.</p>

2	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Aquepts
	<b>Gran grupo</b>	Endoaquepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Plano de inundación
	<b>Subgrupo</b>	Aeric Endoaquepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Aeric Endoaquepts son de baja evolución a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, son de texturas finas a medias y moderadamente profundos, en él se evidencian horizontes cámbicos (Bw) los cuales se caracterizan por cambios notorios en color y textura dentro de la secuencia del perfil. Estos suelos presentan una secuencia de horizontes Ap-Bw1-Bw2-Bw3-2AB y están limitados por las fluctuaciones del nivel freático.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> (0-18 cm) presenta un color gris rojizo oscuro (2.5 YR 4/1) con moteados color marrón fuerte (7.5 YR 5/8) contrastados, su textura es arcillosa, estructura en bloques angulares y subangulares, consistencia en húmedo firme, abundantes poros finos y medianos, gran cantidad de raíces finas y medianas, actividad de microorganismos regular y pH de 4.3.</p> <p><b>El horizonte Bw1</b> (18-36 cm) es de color gris a gris claro (10 YR 6/1) con moteados color rojo (2.5 YR 4/8) medios, que se ubican principalmente en los canales de las raíces y en el contacto de los peds, es de textura arcillosa y estructura en bloques angulares y subangulares gruesa; ese horizonte contiene una gran cantidad de poros finos y medios, abundantes raíces medianas, consistencia en húmedo firme, permeabilidad lenta y pH de 5.2.</p> <p><b>El horizonte Bw2</b> (36-72 cm) presenta un color gris (7.5 YR 4/1) con abundantes moteados marrón (7.5 YR 5/8) medios, claros, que están localizados principalmente en los canalículos de las raíces y en el contacto de los peds, es de textura arcillosa y estructura en bloques subangulares finos, consistencia en húmedo firme, frecuentes poros de tamaño medio con abundantes raíces finas y medias, permeabilidad lenta y pH de 4.5.</p> <p><b>El horizonte Bw3</b> (72-90 cm) es de color negro (10 YR 3/1), con abundantes moteados de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8), textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros finos y medios, frecuentes raíces medias, permeabilidad moderada; limite gradua y pH de 4.3.</p> <p><b>El horizonte 2Ab</b> (90-131 cm) presenta un color gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/1), con abundantes moteados de color pardo oscuro (7.5 YR 4/4) medios y gruesos, su textura es franco limosa, estructura en bloques subangulares y angulares, moderada; su consistencia en húmedo es friable, presenta abundantes poros finos y raíces medias, y su pH es de 4.3.</p> <p>Químicamente estos suelos se caracterizan por presentar niveles muy bajos de nitrógeno, fosforo, potasio y calcio, y</p>

		altos de magnesio, los cuales disminuyen a medida que aumenta la profundidad del suelo, lo que hace que la fertilidad del suelo sea baja, esta característica está relacionada con el alto intemperismo de las arcillas del suelo; la capacidad de intercambio catiónico es alta, el contenido de materia orgánica es muy bajo, la reacción de este suelo varía de extremadamente a fuertemente ácida a lo largo del perfil, no presenta problemas de salinidad, pues la conductividad eléctrica es muy baja.
3	<b>Orden</b>	Andisol
	<b>Suborden</b>	Udands
	<b>Gran grupo</b>	Hapludands
	<b>Tipo de relieve</b>	Plano de inundación
	<b>Subgrupo</b>	Thaptic Hapludands
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Thaptic Hapludands presentes en la fase RLOa, han evolucionado a partir de depósitos de ceniza volcánica sobre arcilla lacustre, son profundos y con buen drenaje; El perfil muestra una secuencia de horizontes Ap-A2-Bw-C.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> es de color negro (7.5 YR 2.5/1), textura arcillo limosa y estructura en bloques subangulares fina y media, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros finos y algunos medios, muchas raíces finas y muy finas y frecuentes medias, actividad de macroorganismos alta y pH de 5.3.</p> <p><b>El horizonte A2</b> es de color negro (10 YR 2/1), textura arcillo limosa, estructura de bloques subangulares media, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros muy finos a finos, muchas raíces finas a medias, mucha actividad de macroorganismos, limite claro y pH de 4.8.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> presenta color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares media, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros finos y muy finos, abundantes raíces finas y medias, alta actividad de macroorganismos, limite abrupto y pH de 5.5.</p> <p><b>El horizonte C</b> presenta un color gris (10 YR 5/8) con un 30 % de moteados pardo fuerte (7.5 YR 5/8), su textura es arcillo limosa, carece de estructura, su consistencia en húmedo es muy firme, pocos poros muy finos y un pH de 5.4. Químicamente se caracterizan por presentar reacción fuerte a medianamente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico y baja saturación de bases, su fertilidad es alta, ya que presenta niveles altos de calcio y potasio, y bajos de magnesio.</p>

4	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Udepts
	<b>Gran grupo</b>	Dystrudepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Plano de inundación
	<b>Subgrupo</b>	Typic Dystrudepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>En esta unidad los suelos Typic Dystrudepts representan las inclusiones, estos se caracterizan por ser imperfectamente drenados, de texturas finas y baja evolución. El perfil de suelo se subdivide en los horizontes Ap-Bg-Bg2-BC, los cuales se describen a continuación.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> está localizado de 0 a 20 cm, se caracteriza por presentar color negro (5 Y 2.5/1), estructura en bloques subangulares media, textura franco arcillosa, poros frecuentes y medianos, y consistencia firme. En cuanto a las propiedades químicas estos suelos tienen un pH ácido de 4.7 y poca actividad de macroorganismos.</p> <p><b>El horizonte Bg1</b> se ubica entre los 20 y 74 cm de profundidad, es de color gris oscuro marrón muy oscuro (7.5 YR 2.5/1), de tamaño medio, su textura es arcillosa, estructura prismática gruesa a muy gruesa, consistencia en húmedo firme, abundantes raíces finas, buena actividad de macroorganismos y pH de 4.3.</p> <p><b>El horizonte Bg2</b> se localiza entre los 74 y 104 cm de profundidad, su color principal es gris oscuro (10 YR 4/1) y presenta abundantes manchas de pardo rojizas (5 YR 4/4), estructura prismática media, consistencia en húmedo firme, abundantes raíces finas y pH de 4.5.</p> <p>Finalmente presenta un <b>horizonte BC</b>, el cual presenta un color gris oscuro (10 YR 4/1) con manchas pardo fuerte (7.5 YR 5/6), abundantes, textura arcillosa, estructura primatica media y débil, consistencia en húmedo firme, frecuentes raíces finas y pH de 4.5.</p> <p>Químicamente son suelos con bajo índice de fertilidad, lo cual se ve reflejado en los bajos niveles de macronutrientes como nitrógeno, fosforo y potasio; así mismo presenta niveles deficitarios de calcio y magnesio, los cuales se reducen a medida que aumenta la profundidad. La capacidad de intercambio catiónico es media</p>

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## II Complejo Pachic Melanudands-Andic Dystrudepts (RLQa)

Este complejo está localizado en el perímetro de los municipios de Zipaquirá, Nemocón y Cogua, estos suelos ocupan gran parte de la posición de terrazas del río Bogotá, su relieve es ligeramente plano a ligeramente inclinado con pendientes que varían entre 1 y 5%; estos suelos son de evolución moderada y tienen texturas finas a moderadamente gruesas, profundidad moderada, drenaje bueno a imperfecto por lo que el nivel freático fluctuante es uno de sus principales limitantes.

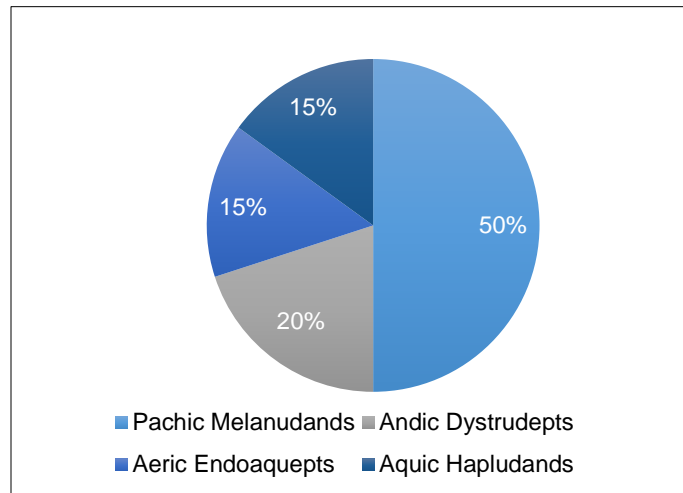
**Fotografía 3.2.3-2** Perfil de suelo de la unidad RLQa



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En el Gráfico 3.2.3-2 se presenta las proporciones de los suelos presentes del complejo Pachic Melanudands-Andic Dystrudepts (RLQa) y en la Tabla 3.2.3-2 se describe detalladamente las características de cada uno de los suelos que componen el complejo, donde los suelos Aerico Endoaquepts y Aquico Hapludands corresponden a las inclusiones dentro de la unidad.

**Gráfico 3.2.3-2** Composición de suelos del complejo Pachic Melanudands-Andic Dystrudepts (RLQa)



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



**Tabla 3.2.3-2** Descripción de los componentes del Complejo RLQa

1	<b>Orden</b>	Andisol
	<b>Suborden</b>	Udands
	<b>Gran grupo</b>	Melanudands
	<b>Tipo de relieve</b>	Terraza
	<b>Subgrupo</b>	Pachic Melanudands
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Pachic melanudans tienen como horizonte diagnóstico un epipedón melánico (horizonte orgánico con características típicas de un andisol), estos suelos son de baja evolución, desarrollados a partir de depósitos de ceniza volcánica, son profundos y su drenaje es bueno; estos suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, Bw, 2AB.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> está ubicado de los 0 a los 60 cm, se caracteriza por su color negro (10 YR 2/1), textura franco arcillo limosa, estructura en bloques subangulares media y gruesa, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros finos y muy finos, y pocos medianos, presenta muchas raíces finas y frecuentes gruesas vivas, además se caracteriza por la alta actividad de macroorganismos como lombrices y chizas, límite claro y pH de 5.8.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> se localiza entre los 60 y los 105 cm de profundidad, presenta color pardo grisáceo oscuro (10 YR 2/1), textura franco arcillo limosa, estructura columnar gruesa a muy gruesa moderada, consistencia en húmedo firme, pocos poros finos y muy finos, frecuentes raíces medias y finas vivas, poca actividad de macroorganismos, límite claro y plano y pH de 5.4.</p> <p><b>El horizonte 2Ab</b> se localiza a partir de los 105 cm y abarca hasta los 150 cm de profundidad, su color es negro (7.5 YR 2.5/1), es de textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares media y gruesa, su consistencia en húmedo es firme, presenta frecuentes poros muy finos y finos, ocupados por frecuentes raíces vivas de tamaño medio y grueso, su pH es de 5.4.</p> <p>En cuanto a las propiedades químicas estos suelos presentan reacción fuerte a medianamente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico, baja saturación de bases y fertilidad moderada debido a los contenidos bajos de potasio y fósforo.</p>

2	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Udepts
	<b>Gran grupo</b>	Dystrudepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Terrazas
	<b>Subgrupo</b>	Andic Dystrudepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Andic Dystrudepts representan el segundo componente de la fase RLQa, estos suelos son profundos y moderadamente bien drenados, con texturas moderadamente gruesas a finas, su evolución es baja y su material parental está representado por depósitos clásticos hidrogénicos, con algún grado de contaminación con ceniza volcánica. El perfil muestra una secuencia de horizontes Ap-A2-Bw1-2Ab-2Cg1-2Cg2-2Cg3.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> ocupa los primeros 15 cm de profundidad, es de color negro (2.5 YR 2.5/1), textura franca, estructura en bloques subangulares fina y mediana, consistencia en húmedo friable, pocos poros finos, tubulares, discontinuos, baja actividad de macroorganismos, abundantes raicillas, límite gradual y pH de 5.5.</p> <p><b>El horizonte A2</b> está ubicada entre los 15 y 47 cm, es de color negro (2.5 YR 2.5/1) con manchas marrón amarillento oscuro (2.5 YR 4/6) textura franco limosa, estructura en bloques subangulares, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros finos, abundantes raicillas y actividad de macroorganismos, y pH de 5.3.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> se localiza entre los 47 y 90 cm, este es de color pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3) y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4), textura franco arenosa, estructura prismática mediana y moderada, consistencia en húmedo firme, presenta abundantes poros finos y medios, presencia de crotovinas y gran número de raicillas, lo que evidencia la fuerte acción de macroorganismos, el límite entre horizontes es claro y el pH es de 5.4.</p> <p><b>El horizonte 2Ab</b> tiene un espesor de 10 cm (90-100 cm), presenta un color variegado pardo (7.5 YR 5/2), gris (10 YR 5/1) y pardo amarillento claro (10 YR 6/4), textura franco arenosa, estructura de bloques subangulares fina, media y fuerte; consistencia en húmedo friable, abundantes poros medios, actividad de macroorganismos muy baja, frecuentes raíces finas, límite irregular y pH de 5.6.</p> <p><b>El horizonte 2Cg1</b> está ubicado de los 100 a los 113 cm, presenta un color amarillo (10 YR 7/8) y gris claro (10 YR 7/1), textura arcillosa, carece de estructura (masiva), consistencia extremadamente firme, frecuentes poros medios, límite abrupto y pH de 5.0.</p> <p><b>El horizonte 2Cg2</b> se localiza entre los 113 y 121 cm, es de color amarillo pardusco (10 YR 6/8) y gris a gris claro (10 YR 6/1), el cual recubre los poros radicales, su textura es arcillosa, carece de estructura, su consistencia es extremadamente firme, presente frecuentes poros medios, su límite es claro y su pH es de 4.2.</p>

		<p><b>El horizonte 2Cg3</b> está ubicado entre los 121 y 150 cm de profundidad, es de color gris claro (10 YR 7/1), textura arcillosa, consistencia extremadamente firme, no tiene estructura, presenta frecuentes poros medios y su pH es de 4.2.</p> <p>Químicamente se caracterizan por su reacción extremada a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases media a baja, contenidos bajos de fósforo y altos de potasio, calcio y magnesio, los cuales disminuyen con la profundidad, por lo que la fertilidad de estos suelos es moderada.</p>
3	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Aquepts
	<b>Gran grupo</b>	Endoaquepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Terrazas
	<b>Subgrupo</b>	Aeric Endoaquepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Aeric Endoaquepts se presentan en menor proporción dentro de la asociación, estos se caracterizan por ser moderadamente profundos, imperfectamente drenados, de texturas finas, alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) y una distribución de horizontes Ap-AB-Bw-C.</p> <p><b>El Horizonte Ap</b> ocupa los primeros 12 cm del perfil, es de color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), con moteados color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/6) que representan el 10% del área del horizonte, es de textura arcillo limosa, estructura en bloques subangulares fina y media, consistencia en húmedo friable, muchos poros finos y muy finos, ocupados por muchas raíces finas y medias, además se observa una fuerte actividad de macroorganismos, principalmente lombrices, y pH de 6.1.</p> <p><b>El horizonte AB</b> se ubica entre los 12 y 32 cm, es de color gris oscuro (2.5 YR 4/1), con un 35% de moteados rojo amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares fina y media, consistencia en húmedo friable, frecuentes poros finos y pocos medianos, pocas raíces medias y abundantes finas y muy finas, se evidencia poca actividad de macroorganismos, límite claro y plano y pH de 5.8.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> se localiza entre los 32 y 47 cm de profundidad, este presenta un color pardo amarillento (10 YR 5/6), con un 35% de moteados color pardo grisáceo (2.5 Y 5/2) contrastados medianos, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares, media y gruesa, frecuentes poros muy finos y finos, ocupados por raíces finas y medias vivas, el límite entre horizontes es difuso e irregular y el pH en este horizonte es de 5.0.</p> <p><b>El horizonte C</b> abarca de los 47 a los 120 cm de profundidad, su color es pardo grisáceo (2.5 Y 5/2), con 25% de moteados pardo amarillento (10 YR 5/6) contrastados y medianos, es de textura arcillosa, carece de estructura</p>

		<p>(másiva), consistencia en húmedo friable, pocos poros finos y muy finos ocupados por raíces muy finas, la actividad de macroorganismos es reducida en este horizonte; el pH es de 5.3 y se observan manchas de color pardo por las grietas del suelo que son evidencia de la filtración de materia orgánica desde los horizontes más superficiales del suelo.</p> <p>Químicamente estos suelos se caracterizan por su alta capacidad de intercambio catiónico, baja saturación de bases, reacción fuerte a moderadamente ácida, y fertilidad moderada.</p>
4	<b>Orden</b>	Andisol
	<b>Suborden</b>	Udands
	<b>Gran grupo</b>	Hapludands
	<b>Tipo de relieve</b>	Terraza
	<b>Subgrupo</b>	Aquic Hapludands
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Aquic Hapludands se caracterizan por ser moderadamente profundos, con drenaje moderado lo que hace que su principal limitante sean las fluctuaciones del nivel freático, presentan texturas medias a gruesas y generalmente tienen fertilidad moderada a alta y baja saturación de bases. A lo largo del perfil de suelo se muestra una secuencia de horizontes Ap-A2-AB-Bw1-Bw2-2Ab1-2Ab2.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> se ubica entre los 0 y 19 cm de profundidad, su color es negro (10 YR 2/1), presenta textura franca, se ha perdido la estructura como resultado de la actividad antrópica (arado), su consistencia en húmedo es muy friable, presenta pocos poros finos y abundante actividad de macroorganismos, además hay abundantes raíces finas, límite difuso y pH de 5.6.</p> <p><b>El horizonte A2</b> se ubica entre los 19 y 39 cm de profundidad, su color es negro (10 YR 2/1) combinado con un color pardo muy oscuro (10 YR 2/1.5), su textura es franco arenosa, estructura en bloques subangulares fina y media, moderada, consistencia en húmedo friable, presenta pocos poros de tamaño fino, que son ocupados por algunas raíces finas, la actividad de macroorganismos es abundante y hay evidencia de materiales tixotrópicos, el límite es gradual y el pH de 5.5.</p> <p><b>El horizonte AB</b> se localiza entre los 39 y 50 cm de profundidad, es de color pardo muy oscuro (10 YR 2/2) con inclusiones de color pardo a pardo oscuro (10 YR 3/2) y algunas manchas finas y tenues de color pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4), textura franco arenosa, estructura en prismas fina y mediana, consistencia en húmedo friable, presenta abundantes poros finos y pocos medianos ocupados por frecuentes raíces finas, actividad de macroorganismos muy escasa, límite claro y pH de 5.6.</p>

	<p><b>El horizonte Bw1</b> se ubica entre los 50 y 85 cm de profundidad, presenta un color pardo grisáceo (10 YR 5/2) con abundantes manchas medianas y prominentes de color amarillo rojizo (7.5 YR 6/8) y verde oliva (5 Y 5/2), textura franca, estructura prismática mediana a gruesa débil, consistencia en húmedo friable, abundantes poros finos y frecuentes medianos, pocas raíces finas y pH de 5.6.</p> <p><b>El horizonte Bw2</b> ocupa de los 85 a los 98 cm, su color es pardo grisáceo oscuro (10 YR 3.5/2), con abundantes manchas finas, de color rojo amarillento (5 YR 5/8), textura franco limosa, estructura en prismas fina y débil, abundantes poros finos y medianos, pocas raíces, límite entre horizontes gradual y ph de 5.5.</p> <p><b>El horizonte 2Ab1</b> ocupa de los 98 a los 114 cm es de color negro (N2/) con chorreaduras pardas a pardo oscuras (7.5 YR 4/2) en los canales de las raíces y en los poros, con algunas manchas medianas de color pardo fuerte (7.5 YR 5/6), su textura es franco arenosa, estructura en prismas, mediana, consistencia friable, abundantes poros finos, pocas raíces finas, límite gradual ondulado y pH de 5.5.</p> <p><b>El horizonte 2Ab2</b> es de color negro (2.5/N) con vetas verticales de color pardo (7.5 YR 5/3), textura franca, estructura prismática media, consistencia en húmedo friable, abundantes poros finos, pH de 5.5 y muy pocas raíces. En cuanto a las propiedades químicas, estos suelos presentan alta capacidad de intercambio catiónico, baja saturación de bases, reacción fuerte a moderadamente ácida, y fertilidad moderada.</p>
--	--

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

### III Asociación Aeríc Epiaquepts-Fluvaquentic Endoaquepts (RMOa)

Los suelos de esta asociación se localizan en la parte central del departamento de Cundinamarca, principalmente en los municipios de Tocancipá y Gachancipá; estos suelos ocupan zonas inundables del río Bogotá, en relieves que varían entre ligeramente plano y ligeramente ondulado, con pendientes del 1 al 5%.

Los suelos correspondientes a esta unidad se caracterizan por ser superficiales, pobremente drenados, de texturas finas, baja evolución, baja profundidad efectiva y están limitados por el nivel freático fluctuante.

Como resultado de las fluctuaciones del nivel freático el régimen de humedad no guarda relación con el clima ambiental, y que el régimen es ácuico; la profundidad efectiva y las inundaciones ocasionales representan las principales limitantes para el desarrollo de actividades agrícolas.

En el Gráfico 3.2.3-3 se presenta la composición de suelos de la asociación Aeríc Epiaquepts-Fluvaquentic Endoaquepts (RMOa), y en la Tabla 3.2.3-3 se describen detalladamente las propiedades de cada uno de los suelos que componen la asociación.

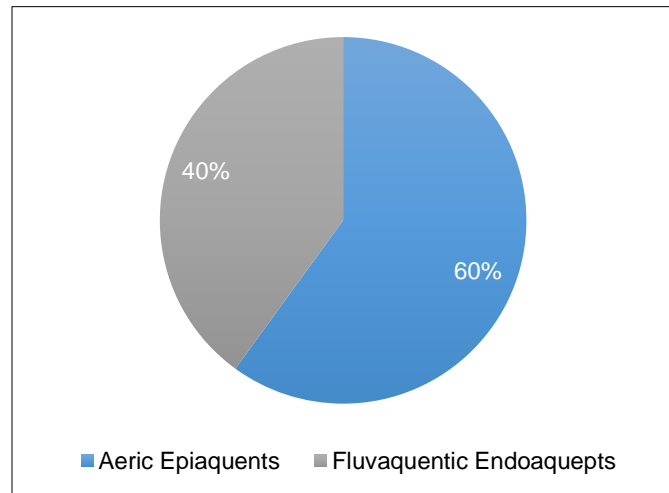
**Fotografía 3.2.3-3** Perfil de suelo de la unidad RMOa



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



**Gráfico 3.2.3-3** Composición de suelos de la Asociación Aerico Epiaquents-Fluvaquentic Endoaquents (RMOa)



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-3** Descripción de los componentes de la Asociación RMOa

1	<b>Orden</b>	Entisol
	<b>Suborden</b>	Aquepts
	<b>Gran grupo</b>	Epiaquepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Plano de inundación
	<b>Subgrupo</b>	Aeric Epiaquepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Aeric Epiaquepts en general son de baja evolución a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, se caracterizan por ser superficiales y por su pobre drenaje, y están limitados por las fluctuaciones del nivel freático. Estos suelos son de texturas finas en todo el perfil, el cual muestra una secuencia de horizontes Ap-Cg1-Cg2.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> se localiza entre los 0 y 15 cm de profundidad, presenta un color negro (7.5 YR 2.5/1), su textura es franco arcillosa, estructura granular fina, en húmedo su consistencia es suelta, presenta muchos poros medianos y finos, y gran cantidad de raíces medias y finas, el límite entre horizontes es abrupto, se observa una baja actividad de macroorganismos y pH de 5.4.</p> <p><b>El horizonte Cg1</b> se ubica entre los 15 y 37 cm de profundidad, presenta un color gris (7.5 YR 5/2), con pequeños moteados contrastados de color negro (7.5 YR 2.5/1), que ocupan el 15 % del área del horizonte. La textura en este horizonte es franco arcillosa, carece de estructura, su consistencia en húmedo es firme, presenta pocos poros medianos y finos, ocupados por abundantes raíces medias, el límite es difuso y el pH de 5.9.</p> <p><b>El horizonte Cg2</b> es el de mayor espesor, su color es negro (2.5 Y 5/2) con 25% de moteados medianos y contrastados de rojo claro (2.5 YR 6/6); carece de estructura y la textura es arcillosa, consistencia en húmedo firme, muchas raíces de tamaño medio, pocos poros medianos y finos, límite difuso y pH de 5.7.</p> <p>Estos suelos presentan reacción fuerte a medianamente ácida, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es media a alta, los contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo son medios, lo que hace que su fertilidad sea moderada.</p>

2	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Aquepts
	<b>Gran grupo</b>	Endoaquepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Plano de inundación
	<b>Subgrupo</b>	Fluvaquentic Endoaquepts
	<b>Características fisicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos son de muy baja evolución a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, son muy superficiales, de texturas finas y su drenaje es muy pobre, lo que hace que su principal limitante sean las fluctuaciones en el nivel freático; la secuencia de perfiles de estos suelos muestran los horizontes Ap-Bw-Cg1-Cg2.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> se ubica entre los 0 y 30 cm, es de color gris oscuro (10 YR 4/1), con abundantes moteos de oxidación rojos amarillentos (5 YR 5/8), textura franco arcillosa, estructura de bloques subangulares medianos y gruesos, su consistencia en húmedo es firme, presenta actividad de macroorganismos abundante, y raíces medias y finas abundantes, su pH es de 4.6.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> se localiza entre 30 y 48 cm de profundidad, su color es gris rojizo oscuro (5 R 3/1), con abundantes moteos de color gris rojizo producto de oxidación (2.5 YR 5/1), su textura es arcillosa y la estructura de bloques subangulares medianos, consistencia en húmedo firme, actividad de macroorganismos regular, abundantes raíces finas y pH de 4.5.</p> <p><b>El horizonte Cg1</b> abarca de los 48 a los 82 cm de profundidad, es de color gris rojizo oscuro a negro (5 R 3/1), con abundantes moteados de color rojo amarillento (10 YR 5/8), carece de estructura, es de textura arcillosa y su consistencia es firme; presenta pocas raíces y abundantes poros finos, el límite entre horizontes es plano y gradual y el pH es de 4.4.</p> <p><b>El horizonte Cg2</b> se localiza entre los 82 y 100 cm de profundidad, es de color negro rojizo (10 R 2.5/1) con moteados marrón amarillento (10 YR 5/8), su textura es arcillosa y consistencia en húmedo firme, la presencia de raíces finas es regular y el pH es de 4.2.</p> <p>En cuanto a las propiedades químicas estos suelos presentan niveles óptimos de nitrógeno en el primer perfil, y muy bajos de fósforo y potasio en todo el perfil; además los niveles de calcio y magnesio son altos en el primer horizonte y disminuyen a medida que aumenta la profundidad, la capacidad de intercambio catiónico es alta y la fertilidad del suelo es baja. La densidad aparente de este suelo es de 0.78 g/cm<sup>3</sup>, lo que contribuye a su alta retención de humedad y poca penetración de agua.</p>

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### IV **Complejo Humic Dystrustepts-Typic Haplustalfs-Fluvanquentic Endoaquepts (RMRa)**

Los suelos contenidos en este complejo están localizados principalmente en los municipios de Tocancipá, Gachancipá, Sesquilé y Nemocón, esta unidad forma parte de las terrazas de la planicie fluvio lacustre del río Bogotá, en relieves que varían entre ligeramente plano y ligeramente ondulado, con sectores planos cóncavos (cubetas) que se ven afectados por inundaciones de corta duración.

Los suelos de la fase RMRa son de baja evolución y se caracterizan por haber evolucionado a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, su drenaje es pobre a moderado y presenta texturas finas a moderadamente gruesas.

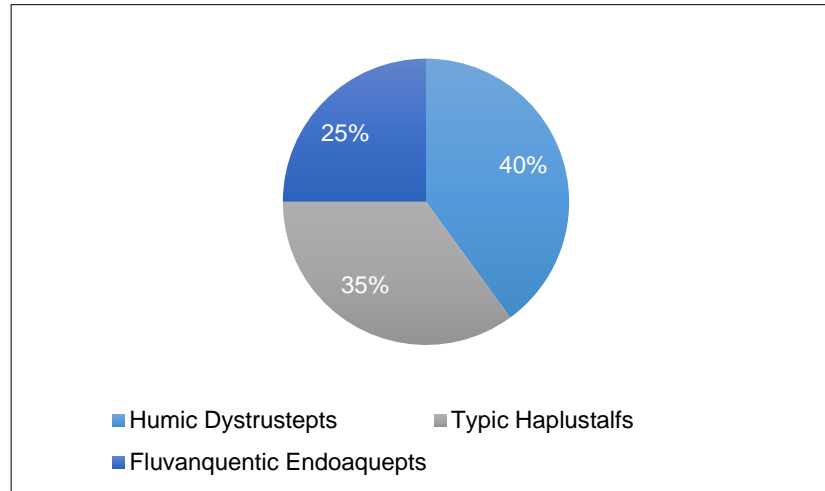
**Fotografía 3.2.3-4** Perfil de suelo de la unidad RMRa



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En el Gráfico 3.2.3-4 se presenta la composición de los suelos presentes en la asociación en estudio, así mismo en la Tabla 3.2.3-4 se describe en detalle las características de cada uno de los suelos que componen la unidad de suelos.

**Gráfico 3.2.3-4** Composición de los suelos del Complejo Humic Dystrustepts-Typic Haplustalfs-Fluvanquentic Endoaquepts (RMRa)



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-4** Descripción de los componentes del Complejo RMRa.

1	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Ustepts
	<b>Gran grupo</b>	Dystrustepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Terrazas
	<b>Subgrupo</b>	Humic Dystrustepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>En esta fase los suelos Humic Dystrustepts se localizan en sectores con pendientes entre 1 y 3%, son de baja evolución, moderadamente bien drenados, poseen epipedón úmbrico, el endopedón es cámbico y son de baja evolución. El régimen de humedad es ustico, presentan perfiles Ap, A2, Bw1, Bw2, Bw3, Ab1 y Ab2.</p> <p>El <b>horizonte Ap</b> se encuentra entre 0 - 12 cm, tiene un color en húmedo pardo rojizo claro (5YR6/4), manchas de oxidación radicular de color amarillo rojizo (5YR6/8); cuenta con una textura arcillosa; estructura granular fina, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, plástica; abundantes poros finos; abundantes raíces finas y mediana; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plano; cuenta con un pH de 5.0.</p> <p>El <b>horizonte A2</b>, se localiza entre 12 - 33 cm, posee un color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6), con regulares manchas de oxidación radicular, contrastadas de color amarillo rojizo (5YR6/8); posee una textura arcillosa; estructura en bloques subangulares gruesa, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, plástica; abundantes poros finos, abundantes raíces finas; pocos macroorganismos; límite claro, plano; el pH es de 5.2.</p> <p>El <b>horizonte Bw1</b>, se localiza entre 33 y 58 cm, el color en húmedo es pardo oscuro (7.5YR3/4), con regulares manchas de oxidación radicular de color rojo amarillento (5YR5/8); posee una textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares gruesa, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, plástica, abundantes poros finos; presencia de raíces finas; poca actividad de macroorganismos; límite claro, plano; tiene un pH de 5.1.</p> <p>El <b>horizonte Bw2</b>, se encuentra entre 58 - 70 cm, cuenta con un color en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR3/4), con pocas manchas pequeñas contrastadas de color rojo (2.5YR4/6); textura franco arcillosa; estructura en bloques angulares fina, débil; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, muy plástica; regulares poros finos; pocas raíces finas y unas gruesas muertas; límite claro, plano; tiene un pH de 5.0.</p> <p>El <b>horizonte Bw3</b>, está entre 70 - 81 cm, su color en húmedo es pardo muy oscuro (7.5YR2.5/3), con manchas contrastadas de color rojo amarillento (5YR5/8) y pardo rojizo claro (5YR6/4); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, fina, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado muy pegajosa, muy plástica; abundantes poros finos; pocas raíces finas; límite gradual, plano; cuenta con un pH de 5.1.</p>



		<p>El <b>horizonte Ab1</b> se encuentra entre 81 - 140 cm, posee un color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/3), con manchas de oxidación radicular de color amarillo rojizo (7.5YR6/6) y manchas cutanes pardo claro (7.5YR6/3); textura arcillosa; estructura en bloques angulares, gruesa, fuerte; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, muy plástica; presencia de cutanes finos; pocos poros finos; tiene un pH de 5.0.</p> <p>El <b>horizonte Ab2</b> se encuentra entre 140 y 160 cm de profundidad, el color en húmedo negro (10YR2/1), con pocas manchas pequeñas, poco contrastada de color pardo rojizo oscuro (5YR3/4); textura arcillosa; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, muy plástica.</p> <p>La reacción de estos suelos es muy fuertemente ácida a medianamente acida, niveles altos de saturación de bases, con contenidos bajos en fósforo, potasio, calcio y altos contenidos de magnesio, posee una alta capacidad de intercambio catiónico en el horizonte superior, los horizontes inferiores mantienen los bajos contenidos de nutrientes. Estos suelos tienen buena materia orgánica y baja conductividad eléctrica, por las razones anteriores se puede decir que estos suelos poseen una baja fertilidad, pues retienen agua que la planta no puede aprovechar.</p>
2	<b>Orden</b>	Alfisol
	<b>Suborden</b>	Ustalfs
	<b>Gran grupo</b>	Haplustalfs
	<b>Tipo de relieve</b>	Terraza
	<b>Subgrupo</b>	Typic Haplustalfs
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos ocupan los planos de terraza, son superficiales limitados por un horizonte argílico endurecido, son de texturas finas y moderadamente finas con drenaje moderado. El régimen de humedad es ústico, el epipedón es ócrico, la secuencia del perfil contiene horizontes Ap-AB-Bt1-Bt2-C.</p> <p>El <b>horizonte Ap</b> tiene un espesor de 0-10 cm, posee un color en húmedo pardo a pardo oscuro (7.5YR4/2), con manchas de oxidación radicular finas de color amarillo rojizo (7.5YR6/8); textura franco limosa; estructura disturbada; la consistencia en húmedo es firme, en mojado pegajosa, plástica; pocos poros finos; abundantes raíces finas; actividad de macroorganismos; límite claro, plano; pH: 5.4.</p> <p>El <b>horizonte AB</b>, tiene un espesor de 10-38 cm, el color en este horizonte en húmedo pardo (7.5 YR4/4), con manchas cutanes de color amarillo rojizo (7.5YR6/8) y unas pocas manchas de oxidación radicular finas, contrastadas de color amarillo rojizo (5YR6/8); la textura es franco limosa; estructura en bloques subangulares gruesa a moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, plástica; pocos poros medianos, abundantes finos; abundantes raíces finas; mediana actividad de macroorganismos; límite gradual, plano; cuenta con un pH de 5.2.</p>

		<p>El <b>horizonte Bt1</b>, se localiza entre 38-73 cm; cuenta con un color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR4/4), con manchas de cutanes de color negro (7.5YR2/0) y manchas de oxidación radicular amarillo rojizo (5YR6/6); cuenta con una textura arcillosa; estructura en bloques angulares mediana, fuerte; consistencia en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa, muy plásticas; pocos poros finos, frecuentes raíces finas y medianas; límite claro, plano; cuenta con un pH de 5.0.</p> <p>El <b>horizonte Bt2</b>, se localiza entre 73 y 97 cm; posee un color en húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4) y cutanes de color rojo amarillento (5YR4/6) y manchas de oxidación radicular de color amarillo rojizo (7.5YR6/6); cuenta con una textura arcillosa, la estructura es en bloques angulares gruesa y fuerte; consistencia en húmedo muy firme, en mojado muy pegajosa, muy plástica; posee pocas raíces finas; el límite es claro y plano; posee un pH de 4.0.</p> <p>El <b>horizonte C</b>, se localiza entre 97-150 cm; posee un color en húmedo pardo (10YR5/3) y cutanes gris rojizo oscuro (5YR4/2); la textura es arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, muy plástica, cuenta con un pH de 4.3.</p> <p>Estos suelos tienen una reacción química medianamente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases; contenidos bajos de calcio y buenos contenidos de potasio y fósforo, niveles altos de magnesio; tiene un muy bajo porcentaje de carbono orgánico y buen contenido de materia orgánica en el horizonte superficial y bajos niveles en los horizontes inferiores, como también el pH, el cual se reduce muy fuertemente a extremadamente ácido. Cuenta con una densidad aparente óptima. Los horizontes superiores tienen una baja conductividad eléctrica, mientras los horizontes inferiores cuentan con una alta conductividad eléctrica. Este suelo posee una fertilidad natural de media a alta, pero por los resultados de los análisis de suelos, la fertilidad se ha reducido de mediana a baja, por las razones anteriormente expuestas.</p>
3	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Aquepts
	<b>Gran grupo</b>	Endoaquepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Terraza
	<b>Subgrupo</b>	Fluvanquentic Endoaquepts
	<b>Características fisicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos se desarrollan en zonas mal drenadas de la planicie fluvio lacustres. Son suelos muy superficiales, limitados por el nivel freático, pues es fluctuante. Sus horizontes se encuentran en su totalidad saturados con agua. Cuenta con un régimen de humedad ácuico y el epipedón es ócrico.</p> <p>Este tipo de suelo presenta una distribución de horizontes Ap-Bw-C1-C2-C3. El <b>horizonte Ap</b> se encuentra entre 0 - 18</p>

	<p>cm de profundidad, el color es pardo grisáceo oscuro con moteados de color pardo fuerte, la textura es franco arcillosa y tiene una estructura blocosa subangular moderadamente desarrollada. El <b>horizonte Bw</b> se localiza entre 18 - 41 cm de profundidad, cuenta con un color pardo con moteados de color pardo fuerte, la textura es franco arcillosa y estructura blocosa subangular moderadamente desarrollada. El <b>horizonte C1</b> se encuentra entre 41 - 89 cm de profundidad, el color es gris, pardo y pardo fuerte, la textura franco arenosa y sin estructura (masiva). El <b>horizonte C2</b> se encuentra entre 89 - 104 cm, posee un color pardo con moteados pardo fuerte, de textura franca y sin estructura (masiva) y el <b>horizonte C3</b> se localiza entre 104 - 123 cm, cuenta con un color gris oscuro, la textura es franco arenosa y no pose estructura (suelta).</p> <p>La reacción es muy fuerte a ligeramente ácida, posee contenidos medios a bajos de potasio y fósforo, altos de calcio y magnesio, niveles medios a altos en cuanto a la capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases. La fertilidad es moderada.</p>
--	---

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## **B Suelos del paisaje de montaña**

Los suelos de montaña abarcan una fracción representativa dentro del área de influencia del proyecto, ya que este paisaje está formado por campos morrénicos, artesas, filas-vigas, crestas, crestones y espinazos, lomas, glaciares y algunos abanicos en relieves que van de ligeramente ondulado a fuertemente escarpado.

Los suelos de este tipo de paisaje están cubiertos en las zonas más altas por bosque natural y vegetación de páramo, en zonas de subpáramo se puede observar la intervención humana, ya que la actividad agropecuaria es predominante con cultivos principalmente de papa, en zonas menores a los 3.000 metros la vegetación natural ha sido reemplazada prácticamente en su totalidad para dar paso a la explotación agropecuaria<sup>21</sup>.

## **I Asociación Typic Haplustalfs-Ultic Haplustalfs-Typic Haplustepts (MMKd)**

Los suelos de esta unidad están localizados en los glaciares coluviales con pendientes entre 7 y 25%, su drenaje va de bueno a moderadamente bueno, son moderadamente profundos y tienen texturas finas a moderadamente gruesas, sus principales limitantes son la baja humedad y la profundidad efectiva superficial. En la Fotografía 3.2.3-5 se muestra el perfil correspondiente a esta asociación.

**Fotografía 3.2.3-5** Perfil de suelo de la unidad MMKd

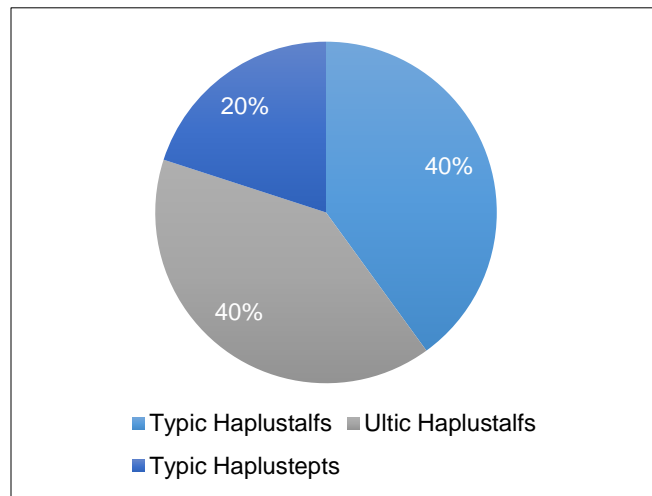


**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

<sup>21</sup> *Ibíd*, p.171

En el Gráfico 3.2.3-5 se muestra la composición en términos de porcentaje de los suelos que componen la fase MMKd, además en la Tabla 3.2.3-5 se presentan en detalle las características de cada uno de los suelos que la componen.

**Gráfico 3.2.3-5** Composición de los suelos de la Asociación Typic Haplustalfs-Ultic Haplustalfs-Typic Haplustepts (MMKd)



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-5** Descripción de los componentes de la asociación MMKd

1	<b>Orden</b>	Alfisol
	<b>Suborden</b>	Ustalfs
	<b>Gran grupo</b>	Haplustalfs
	<b>Tipo de relieve</b>	Glacís coluvial
	<b>Subgrupo</b>	Typic Haplustalfs
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Typic Haplustalfs presentes en la fase MMKd se localizan en pendientes entre 12 y 25%, se caracterizan por tener drenaje moderadamente bueno, y ser superficiales limitados por la presencia de horizontes argílicos endurecidos; estos suelos han evolucionado a partir de depósitos clásticos hidrogravígenicos y muestran una secuencia de perfiles Ap-Bt1-Bt2-Bt3-BC-C1-C2.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> ocupa los primeros 13 cm de profundidad del perfil de suelo, es de color amarillo oscuro (10 YR 3/4), textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares mediana, consistencia en húmedo friable, pocos poros finos, abundantes raíces finas, pocas gruesas, actividad media de macroorganismos, límite abrupto y pH de 5.6.</p> <p><b>El horizonte Bt1</b> se ubica entre los 13 y 33 cm de profundidad, es de color húmedo negro (5 YR 2/1), su textura es arcillosa, estructura de bloques subangulares media, consistencia en húmedo firme, abundantes argilanes (cutanes de arcilla) ubicados en las caras verticales; presenta baja actividad de macroorganismos y una gran cantidad de raíces muertas, su pH es de 5.8.</p> <p><b>El horizonte Bt2</b> es de color pardo oscuro (10YR3/3) y pardo fuerte (7.5YR5/6) y contiene cutanes de color negro (5YR2/1), está ubicado entre los 33 y 54 cm de profundidad, es de textura arcillosa, su estructura es en bloques subangulares media y gruesa, consistencia en húmedo firme, argilanes delgados frecuentes localizados en caras verticales y horizontales de los peds, baja porosidad y poca actividad de macroorganismos, su pH es de 6.6.</p> <p><b>El horizonte Bt3</b> se localiza entre los 54 y 90 cm de profundidad, su color es pardo grisáceo oscuro (10YR4/2), cutanes pardo amarillentos (10YR5/6), textura arcillosa, estructura en bloques subangulares mediana y gruesa moderada, consistencia en húmedo firme, argilanes delgados localizados en caras verticales de los peds, pocos poros gruesos, límite gradual y ondulado y un pH de 6.4.</p> <p><b>El horizonte BC</b> se localiza entre los 90 y 114 cm, se caracteriza por su color pardo amarillento (10 YR 5/6), presenta textura arcillosa, estructura en bloques subangulares media, consistencia en húmedo firme, pocos poros finos, límite claro y pH de 6.5.</p> <p><b>El horizonte C1</b> se ubica en la parte baja del perfil, entre los 114 y 141 cm, presenta una mezcla de colores pardo</p>



		<p>fuerte (7.5 YR 5/8) y gris claro (10 YR 7/1), su textura es arcillosa, carece de estructura, la consistencia en húmedo es pegajosa, presenta pocos poros finos, baja actividad de macroorganismos y un pH de 5.8.</p> <p><b>El horizonte C2</b> va de los 141 a los 163 cm de profundidad, este presenta un color pardo a pardo oscuro (7.5YR4/4), además presenta manchas litocrómicas claras de color pardo amarillento (10YR5/6); no tiene estructura y su textura es arcillosa, presenta muy pocos poros finos y su pH es de 5.7.</p> <p>Químicamente estos suelos se caracterizan por su reacción ligeramente ácida, y su fertilidad varía entre moderada y alta, debido a sus altos contenidos de potasio, calcio y magnesio, y la alta capacidad de intercambio catiónico que presentan.</p>
2	<b>Orden</b>	Alfisol
	<b>Suborden</b>	Ustalfs
	<b>Gran grupo</b>	Haplustalfs
	<b>Tipo de relieve</b>	Coluvio
	<b>Subgrupo</b>	Ultic Haplustalfs
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Ultic Haplustalfs están ubicados en zonas con pendientes entre 12 y 25%, se caracterizan por ser moderadamente bien drenados, superficiales, su principal limitante es la presencia de horizontes argílicos endurecidos; estos suelos se han desarrollado a partir de depósitos clásticos hidrogravigénicos y presentan una secuencia de perfiles Ap-Bt1-Bt2-BC-C.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> está ubicado entre los 0 y 37 cm de profundidad, es de color negro (10 YR 2/1), su textura es franco arenosa, posee estructura de bloques angulares fina, moderada, su consistencia en húmedo es friable, presenta pocos poros finos, que albergan una cantidad muy baja de raíces finas, la actividad de macroorganismos en este horizonte es baja y el pH es 5.0.</p> <p><b>El horizonte Bt1</b> se ubica entre los 37 y 70 cm de profundidad, es de color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franca, abundantes cutanes medianos arcillosos y orgánicos, localizados en las caras verticales de los peds, estructura en bloques subangulares fina, consistencia en húmedo friable, pocas raíces medias y finas muertas, limite claro y pH de 4.9.</p> <p><b>El horizonte Bt2</b> se ubica entre 70 y 95 cm, son de color negro (7.5 YR 2.5/1), con abundantes manchas marrón oscuro (7.5 YR 3/2), es de textura franco arenosa, con pocos cutanes orgánicos medianamente espesos, que se localizan en las caras verticales de los peds, presenta estructura de bloques subangulares fina y media, su consistencia es firme, el límite es claro y el pH de 5.1.</p>

		<p><b>El horizonte BC</b> se ubica entre 95 y 110 cm, este es de color rojo amarillento (5 YR 4/6) y presenta fragmentos de plintita, es de textura franca, estructura de bloques subangulares media, consistencia en húmedo firme, limite gradual y pH de 5.1.</p> <p><b>El horizonte C</b> está entre 110 y 120 cm de profundidad, este se caracteriza por su color pardo amarillento (10 YR 5/4), con manchas de oxidación medianas color rojo (2.5 YR 4/6), su textura es arcillosa, carece de estructura, su consistencia en húmedo es firme, y su pH es de 4.9.</p> <p>En cuanto a las propiedades químicas, estos suelos son de muy baja fertilidad, ya que presentan contenidos muy bajos macro y micronutrientes, a excepción de potasio, el cual está en niveles muy altos. La capacidad de intercambio catiónico es alta, mientras que el contenido de materia orgánica y saturación de bases son bajos, la densidad aparente de estos suelos es 0.92 g/cm<sup>3</sup>.</p>
3	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Ustepts
	<b>Gran grupo</b>	Haplustepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Coluvio
	<b>Subgrupo</b>	Typic Haplustepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Typic Haplustepts esta localizados en esta fase en pendientes que varían entre 12 y 25%, evolucionaron a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, presentan buen drenaje, texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, son superficiales y su principal limitante es la presencia fragmentos de roca; el perfil solo presenta horizontes Ap y Bw.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> ocupa los primeros 13 cm del perfil de suelo, presenta un color en húmedo gris muy oscuro (10 YR 3/2), estructura en bloques subangulares a angulares fina, es de textura franco arenosa, consistencia en húmedo friable, abundantes poros finos ocupados por abundantes raíces finas, medias y gruesas, adicionalmente presenta abundante actividad de macroorganismos, limite claro y pH de 6.5.</p> <p><b>El horizonte Bw</b> se localiza entre los 13 y 38 cm de profundidad, su color es pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4), su textura es franco arcillo arenosa, con poca gravilla, su estructura es de bloques subangulares mediana, consistencia en húmedo firme, presenta pocos poros medianos, abundantes poros finos, abundantes raíces medias y finas, vivas y muertas y pH de 6.5.</p> <p>Desde los 38 cm hay una gran cantidad de fragmentos de piedra y cascajo, en la matriz del suelo.</p>

	En cuanto a las propiedades químicas estos suelos se caracterizan por presentar reacción ligeramente ácida, capacidad de intercambio catiónico media, y la fertilidad debida a los altos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo.
--	---

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

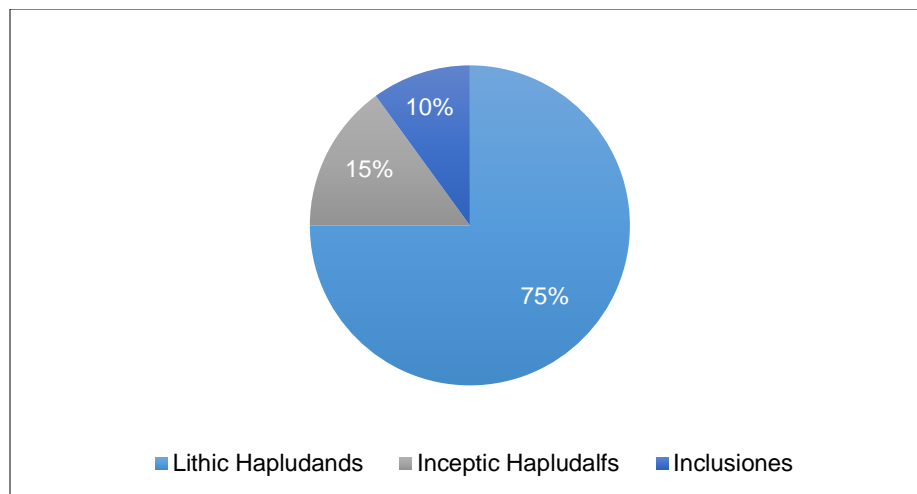
## II Consociación Lithic Hapludands (MMTd2)

Los suelos de esta unidad se ubican generalmente hacia el norte y centro del departamento, en el municipio de Nemocón y otros que no hace parte del área de influencia del proyecto como Bojaca y Tausa. Se ubica en alturas entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m., el clima es frío seco.

Estos suelos tienen un relieve moderadamente quebrado con pendientes que varían entre 7 y 25%. Se originaron a partir de depósitos de ceniza volcánica y rocas clásticas limoarcillosas, por lo general cuentan con un buen drenaje, son moderadamente profundos a superficiales, pues se encuentran limitados por el manto rocoso y horizontes argílicos.

En el Gráfico 3.2.3-6 se relacionan los porcentajes de los suelos que componen la Consociación.

**Gráfico 3.2.3-6** Composición de los suelos de la Consociación Lithic Hapludands (MMTd2)



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-6** Descripción de los componentes de la asociación MMTd2

1	<b>Orden</b>	Andisol
	<b>Suborden</b>	Udands
	<b>Gran grupo</b>	Hapludands
	<b>Tipo de relieve</b>	Cuesta
	<b>Subgrupo</b>	Lithic Hapludands
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos tienen un régimen de humedad údico y el régimen de temperatura es isomésico, por lo general son suelos moderadamente profundos, ya que se encuentran limitados por contacto lítico, el drenaje interno es moderado y el natural es bueno.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> se ubica los primeros 17 cm de fondo, tiene un color en húmedo negro (10YR2/1), la textura es franco limosa y la estructura es granular, media y fina; la consistencia en húmedo es muy friable y en mojado no es pegajosa ni plástica, tiene muchas raíces gruesas y medias vivas y una buena actividad de macroorganismos, el límite es abrupto y ondulado y tiene un pH de 6.1.</p> <p><b>El horizonteBw1</b> se ubica entre 17 y 37 cm de fondo, tiene un color húmedo pardo oscuro (7.5YR3/4); la textura es franco arcillo limosa y la estructura es en bloques subangulares fina y muy fina; la consistencia en húmedo es friable y en mojado no es pegajosa ni es plástica, posee muchas raíces medias vivas y la actividad de macroorganismos es baja, el límite es abrupto y ondulado y el pH es de 6.8</p> <p><b>El horizonte Bw2</b> se localiza entre 37 y 49 cm de profundidad, el color es pardo oscuro (7.5YR3/4) en húmedo con manchas de color pardo negro (7.5YR2/1); la textura es arcillosa y la estructura es en bloques subangulares media y gruesa; la consistencia en húmedo es friable y en mojado es ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; tienen bastantes raíces finas y medias vivas y muertas y el límite es abrupto y plano y cuenta con un pH de 6.6.</p> <p>A partir de los 49 cm se localiza una roca fragmentada.</p> <p>Químicamente estos suelos tienen una reacción ligeramente ácida a neutra, la capacidad de intercambio catiónicos es alta y los contenidos de fósforo son bajos, mientras los de potasio son altos y los de calcio y magnesio varían de medios a bajos, la fertilidad natural es baja.</p>

2	<b>Orden</b>	Alfisol
	<b>Suborden</b>	Udalfs
	<b>Gran grupo</b>	Hapludalfs
	<b>Tipo de relieve</b>	Cuesta
	<b>Subgrupo</b>	Inceptic Hapludalfs
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos son superficiales, pues se encuentran limitados por un horizonte argílico; el drenaje natural es bueno y el régimen de humedad es údico y el de temperatura es isomésico.</p> <p><b>El horizonte A:</b> este horizonte se ubica en los primeros 40 cm de fondo, tiene un color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); la textura es franco arcillosa y la estructura es en bloques subangulares fina, moderada; la consistencia en húmedo es muy firme y en mojado es ligeramente pegajosa y no es plástica, tiene varias raíces finas y medias vivas, la actividad de macroorganismos es baja y el límite es abrupto y ondulado y tiene un pH de 6.1.</p> <p><b>El horizonte Bt:</b> se localiza entre 40 y 60 cm de fondo, tiene un color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6) con cutanes de color negro (10YR2/1), la textura es arcillosa y la estructura es en bloques subangulares media y moderada; la consistencia en húmedo es firme y en mojado es pegajosa y plástica, tiene pocas raíces finas vivas y muertas, el límite es gradual y plano y tiene un pH de 6.1.</p> <p><b>El horizonte C:</b> se ubica entre 60 y 120 cm de fondo, tiene un color pardo amarillento (10YR5/6) en húmedo en mezcla con un color pardo muy pálido (10YR7/3); la textura es arcillosa y no tiene estructura (masiva); la consistencia en húmedo es firme y en mojado es pegajosa y plástica, tiene pocas raíces finas vivas y muertas, el límite es gradual y plano y el pH es de 6.1.</p>

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



### III Asociación Typic HaplusteAsociación Typic Haplustepts -Lithic Ustorthents; Fases MMVe y MMVf

Los suelos de esta asociación se localizan en las zonas montañosas del departamento de Cundinamarca, en el área de influencia del proyecto la mencionada asociación está localizada en jurisdicción de los municipios de Gachancipá, Cogua y Sesquilé; estos suelos ocupan territorios con pendientes que varían entre 25 y 75%, el material parental que origina estos suelos está constituido por rocas clásticas limoarcillosas y depósitos de espesor variable de ceniza volcánica; estos suelos presentan drenaje excesivo, texturas finas y profundidad moderada, limitados en la mayoría de casos por contacto con el manto rocoso.

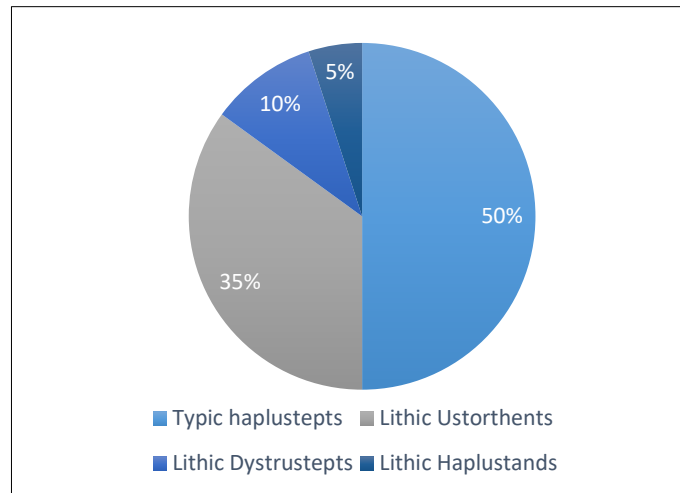
**Fotografía 3.2.3-6** Perfil de suelo de la unidad MMVe y barreno de MMVf



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En la Tabla 3.2.3-7 se muestra la composición en términos de porcentaje de los suelos que componen las fases MMVe y MMVf, donde los suelos principales son los Typic Haplustepts y Lithic Ustorthents y las inclusiones están representadas por los tipo Lithic Dystrustepts y Lithic Haplustands, además en la Tabla 3.2.3-7 se presentan en detalle las características de cada uno de los suelos que la componen.

**Gráfico 3.2.3-7** Composición de los suelos de la asociación Typic Haplustepts-Lithic Ustorthents;  
Fases MMVe y MMVf



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-7** Descripción de los componentes de la Asociación con Fases MMVe y MMVf

1	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Ustepts
	<b>Gran grupo</b>	Haplustepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Crestón
	<b>Subgrupo</b>	Typic haplustepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Estos suelos están localizados en sectores con pendientes entre 25 y 50%, hacen parte de las laderas estructurales de los crestones de relieve quebrado. Son suelos poco evolucionados a partir de rocas clásticas limoarcillosa, bien drenados, moderadamente profundos y limitados por contacto lítico.</p> <p><b>El horizonte A</b> se ubica entre 0 y 18 cm de profundidad, su color es negro (10 YR 2/1), es de textura franco arenoso, estructura de bloques subangulares fina, consistencia en húmedo friable, gran cantidad de poros medianos y finos, presenta frecuentes raíces finas y medias vivas, lo que favorece la alta actividad de macroorganismos, su pH es de 4.2.</p> <p><b>El horizonte Bw1</b> ocupa de 18 a 40 cm, es de color marrón oscuro (7.5 YR 3/2); este horizonte es de textura franco arenosa y tiene 5% de gravilla irregular parcialmente alterada; su estructura es de tipo granular fina y su consistencia en húmedo muy friable, presenta frecuentes poros finos, pocas raíces finas, pH de 4.3 y frecuente actividad de macroorganismos.</p> <p><b>El horizonte Bw2</b> se ubica entre 40 y 80 cm, su color en húmedo es gris muy oscuro (5 YR 3/4), su textura es franco arenoso y contiene un 30% de gravilla irregular medianamente modificada y 5% de piedra angular; su estructura es de bloques subangulares fina, consistencia en húmedo muy firme, presenta pocos poros finos, pocas raíces finas y muy finas, vivas y muertas, limite claro y pH de 4.9.</p> <p>En cuanto a las propiedades químicas cabe resaltar que presenta niveles muy bajos de nitrógeno y potasio, lo que puede estar relacionado con la acidez del suelo, el nivel de fósforo es óptimo; en cuanto a micronutrientes los niveles en general son bajos, haciéndose notorias las deficiencias de calcio y magnesio. La capacidad de intercambio catiónico de estos suelos es media, y el porcentaje de materia y carbono orgánico bajo, haciendo que la fertilidad edáfica sea baja.</p> <p>A partir de los 80 cm se encuentra la roca dura (R) sobre la cual se ha desarrollado el suelo.</p>

2	<b>Orden</b>	Entisol
	<b>Suborden</b>	Orthents
	<b>Gran grupo</b>	Ustorthents
	<b>Tipo de relieve</b>	Crestón
	<b>Subgrupo</b>	Lithic Ustorthents
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Lithic Ustorthents pertenecientes a esta unidad se ubican en relieve ligeramente escarpado con pendientes de 25 a 50%, son de textura fina y presentan buen drenaje; son de muy baja evolución genética a partir de rocas clásticas limoarcillosas y solo presenta los horizontes Ap y R, el principal limitante de uso de estos suelos corresponde a su profundidad efectiva limitada por el contacto con material rocoso duro y coherente.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> ocupa los primeros 20 cm del suelo, es de color pardo grisáceo (5 YR 2.5/1), su textura es franco arenosa, carece de estructura (masiva), su consistencia en húmedo es friable, presenta abundantes poros finos con abundantes raíces, la actividad de macroorganismos es baja, y el pH es de 5.1.</p> <p>Estos suelos presentan baja conductividad eléctrica, y niveles muy bajos de Nitrógeno y Fósforo, y muy altos de Potasio, en cuanto a micronutrientes tiene deficiencia de calcio y azufre, así mismo tiene exceso de Magnesio, lo cual genera desequilibrios entre los cationes, su capacidad de intercambio catiónico es alta. A partir de los 20 cm se observa la presencia de roca dura y coherente.</p>
3	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Ustepts
	<b>Gran grupo</b>	Dystruptepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Crestón
	<b>Subgrupo</b>	Lithic Dystruptepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Lithic Dystruptepts se caracterizan por ser superficiales, presentan contacto lítico, tienen drenaje excesivo y texturas finas, se localizan en las laderas cortas con pendientes entre 50 y 75%. El perfil presenta la sucesión de horizontes A-C-R.</p> <p><b>El horizonte A</b> se localiza entre los 0 y 20 cm, es de color pardo grisáceo (10 YR 3/2), presenta gravilla y cascajo angular de naturaleza sedimentaria en su matriz de textura arcillosa, presenta estructura de bloques suabngulares fina, consistencia en húmedo friable, pocos poros medianos y finos con raíces finas y muy finas; la actividad de macroorganismos es muy baja y el pH es de 4.9.</p> <p><b>El horizonte C</b> se localiza entre los 20 y 32 cm de profundidad, su color es pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2),</p>

		<p>textura arcillosa con abundante gravilla y cascajo angular sin alteración, de naturaleza sedimentaria, carece de estructura, su consistencia en húmedo es friable, presenta pocos poros finos y medianos, con pocas raíces finas y muy finas; en este horizonte se identificó un pH de 4.9 y baja actividad de macroorganismos.</p> <p>Químicamente son suelos de reacción fuertemente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico, fertilidad moderada, debido a que presenta contenidos medios de nutrientes.</p> <p>Entre los 32 y 100 cm se ubica la roca dura y coherente.</p>
4	<b>Orden</b>	Andisol
	<b>Suborden</b>	Ustands
	<b>Gran grupo</b>	Haplustands
	<b>Tipo de relieve</b>	Crestón
	<b>Subgrupo</b>	Lithic Haplustands
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos Lithic Haplustands se ubican en pendientes de 25 a 50%, son bien drenados, superficiales y limitados por contacto lítico; estos suelos son de baja evolución y su material parental está representado por depósitos de ceniza volcánica. La secuencia del perfil solo muestra los horizontes Ap y R.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> se ubica de 0 a 48 cm de profundidad, es de color negro (5 YR 2.5/1), su textura es arcillosa, presenta gravilla y cascajo irregular de origen sedimentario con alteración media, su estructura es de bloques subangulares media, su consistencia en húmedo es friable, posee pocos poros finos y medianos, muchas raíces finas y muy finas, pH de 5.8 y frecuente actividad de macroorganismos.</p> <p>En cuanto a las propiedades químicas, cabe resaltar que estos suelos presentan fertilidad baja, debido su bajo grado de intemperismo del material parental, además se caracterizan por su alta capacidad de intercambio catiónico, baja saturación de bases y reacción medianamente ácida.</p> <p>Entre los 48 y 120 cm se presenta roca dura y coherente.</p>

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### IV Asociación Humic Dystrudepts-Typic Hapludalfs (MMCd)

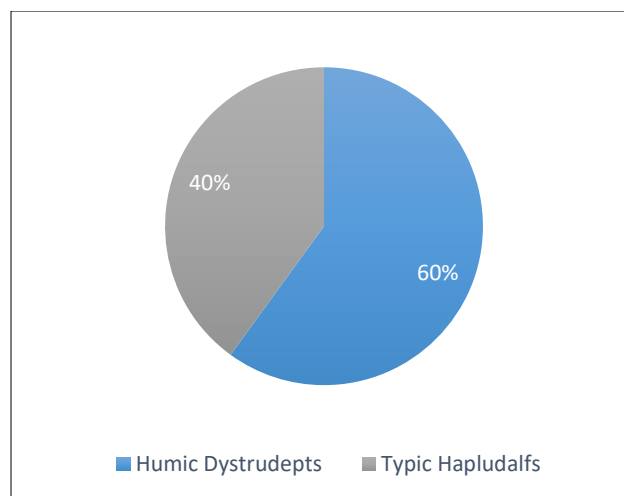
Los suelos presentes en esta asociación están localizados en los municipios de Sesquilé, y Gachancipá; están localizados en lomas de relieve ligera a fuertemente quebrado con pendientes entre 7 y 50%, con laderas de longitud media a larga, ligeramente convexas y cimas estrechas.

El material parental de estos suelos corresponde a rocas clásticas limoarcillosas y arenosas, su drenaje es bueno a moderadamente bueno y están limitados por la presencia de horizontes argílicos (acumulación de arcillas), el régimen de humedad de estos suelos no corresponde con el clima ambiental, pues aunque está localizado en una región de clima frío seco el régimen de humedad del suelo es údico\*

En algunas secciones de esta unidad cartográfica se observan evidencias de erosión hídrica laminar ligera y en sectores moderada, y en algunos sectores se evidencian procesos de remoción en masa como patas de vaca y terracetos.

En el Gráfico 3.2.3-8 se muestran los suelos que componen la asociación MMCd y sus correspondientes porcentajes, así como en la Tabla 3.2.3-8.

**Gráfico 3.2.3-8** Composición de los suelos de la asociación Humic Dystrudepts-Typic Hapludalfs MMCd



**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

\* El régimen de humedad údico (L. *udus*, húmedo) es uno en el cual la sección de control de humedad no está seca en alguna parte por un periodo tan largo como 90 días acumulativos en años normales.



**Tabla 3.2.3-8** Descripción de los componentes de la Asociación MMCd

1	<b>Orden</b>	Inceptisol
	<b>Suborden</b>	Udepts
	<b>Gran grupo</b>	Dystrudepts
	<b>Tipo de relieve</b>	Lomas
	<b>Subgrupo</b>	Humic Dystrudepts
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Suelos distribuidos en las laderas de pendiente de 12 al 25%, se caracterizan por ser profundos, bien drenados, de texturas medias a moderadamente finas; estos suelos son de baja evolución y su material parental corresponde a rocas clásticas limoarcillosas, presenta una secuencia de horizontes Ap-A2-AB-Bw1-Bw2-C.</p> <p>El <b>horizonte Ap</b> ocupa los primeros 16 cm del perfil de suelo, es de color negro (10 YR 2/1), textura franca, estructura en bloques subangulares fina, consistencia en húmedo friable, actividad de macroorganismos abundante, regular presencia de raíces gruesas y abundantes finas; su pH es de 5.0.</p> <p>El <b>horizonte A2</b> se ubica entre los 16 y 42 cm, su color es negro (10 YR 2/1), su textura es franco arcillosa, tiene estructura de bloques subangulares a angulares y consistencia en húmedo friable; presenta pocos poros medios y regulares. En este horizonte hay presencia de crotovinas, evidencia de una alta actividad de macroorganismos, hay pocas raíces gruesas y finas, y el pH es de 4.7.</p> <p>El <b>horizonte AB</b> se ubica entre 41 y 52 cm, este presenta una mezcla de colores pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) y pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), su textura es franco arcillosa, estructura de bloques angulares, consistencia en húmedo friable, presencia de crotovinas y gravilla gruesa, abundante actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y pH de 4.5.</p> <p>El <b>horizonte Bw1</b> se sitúa entre los 52 y 66 cm, contiene una mezcla de colores pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) y amarillo (10 YR 7/8), es de textura arcillosa, estructura de bloques angulares media a gruesa, consistencia en húmedo firme, pocos poros medios, regulares, poca actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y pH de 4.5.</p> <p>El <b>horizonte Bw2</b> se sitúa entre los 66 y 86 cm, presenta color amarillo (10 YR 7/8), textura arcillosa, estructura de bloques angulares a subangulares gruesa, consistencia en húmedo firme, regulares poros con actividad de macroorganismos baja, límite difuso y pH de 4.7.</p> <p>El <b>horizonte C</b>, situado entre 86 y 150 cm, color amarillo (10 YR 7/8), con manchas de color blanco (10 YR 8/1), textura arcillosa, carece de estructura, su consistencia es pegajosa y plástica, regulares poros finos y gravillas con un alto grado de intemperismo; pH de 4.8.</p>

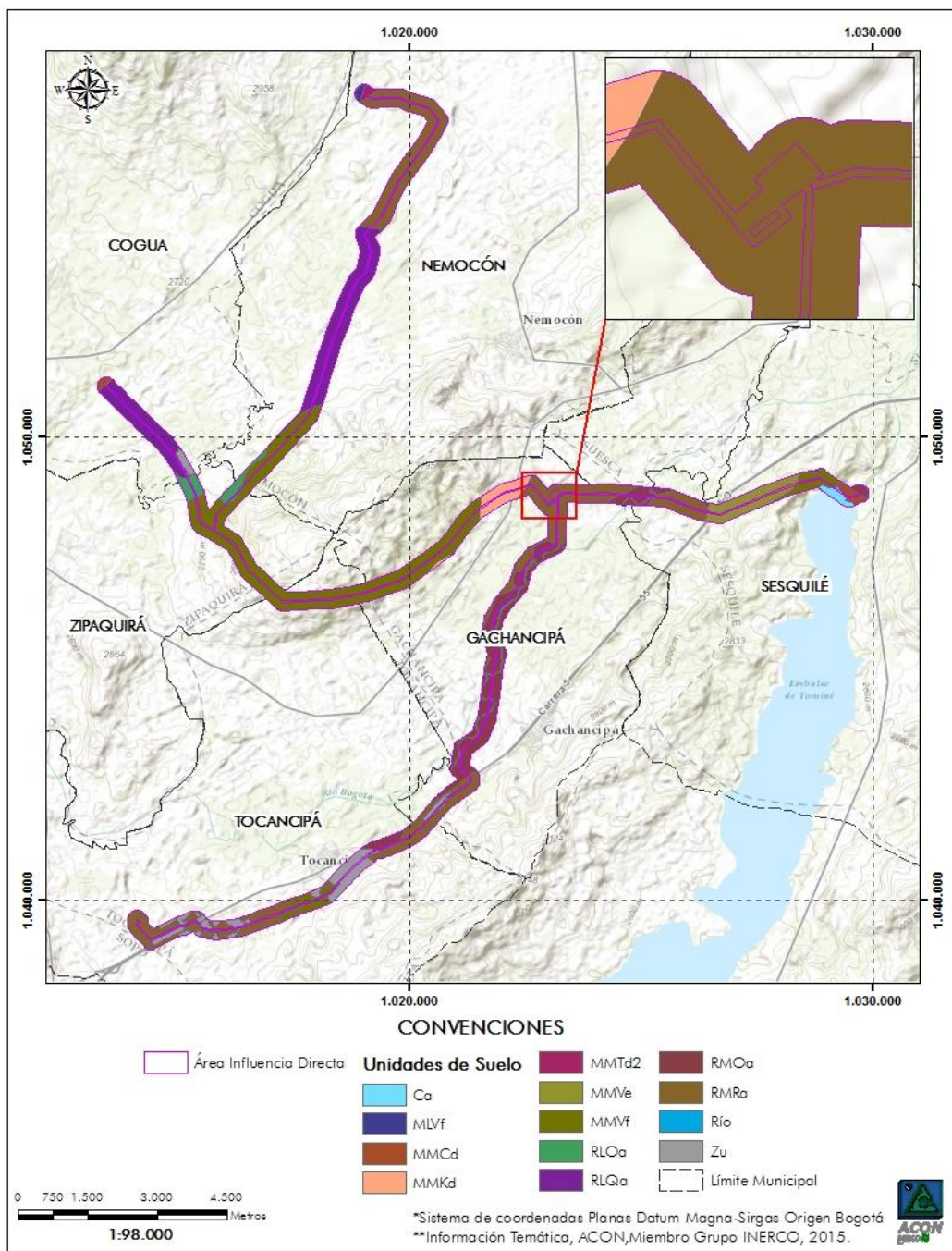
		Químicamente son suelos con reacción fuertemente ácida, su saturación de aluminio es alta y la de bases es baja, y la capacidad de intercambio catiónico es media, además presenta niveles bajos de calcio, magnesio y fósforo, y altos de potasio, lo que hace que la fertilidad en general sea baja.
2	<b>Orden</b>	Alfisol
	<b>Suborden</b>	Udalfs
	<b>Gran grupo</b>	Hapludalfs
	<b>Tipo de relieve</b>	Lomas
	<b>Subgrupo</b>	Typic Hapludalfs
	<b>Características físicoquímicas y biológicas</b>	<p>Los suelos se encuentran localizados en zonas de ladera con relieves entre 12 y 25%, se caracterizan por ser profundos y moderadamente bien drenados, presentan texturas finas a moderadas, y su principal limitante físico es la presencia de horizontes de acumulación de arcilla Bt. Estos suelos presentan una secuencia de horizontes Ap-A2-Bt1-Bt2-C.</p> <p><b>El horizonte Ap</b> se localiza en los primeros 41 cm del perfil, su color es pardo oscuro (7.5 YR 3/2), presenta textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares media, su consistencia en húmedo es friable, presenta pocos poros finos, abundante actividad de macroorganismos, pocas raíces medias y pH de 5.1.</p> <p><b>El horizonte A2</b> se ubica entre los 41 y 59 cm, es de color pardo oscuro (7.5 YR 3/2) con manchas litocrómicas rojo amarillentas (5 YR 4/8), textura arcillosa, estructura de bloques subangulares media, consistencia en húmedo friable, alta actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y pH de 4.6.</p> <p><b>El horizonte Bt1</b> se localiza entre los 59 y 87 cm, es de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8), con manchas pardas a pardas oscuras (7.5 YR 4/4) en los pedotubulos y negras (10 YR 2/1) en los cutanes, es de textura arcillosa y estructura en bloques angulares que tienden a subangulares, consistencia en húmedo fuerte, cutanes regulares, argilanes en las caras verticales y horizontales de los pedos, pocos poros medios, abundante actividad de macroorganismos y pH de 5.1.</p> <p><b>El horizonte Bt2</b> se localiza entre 87 y 123 cm, su color es amarillo pardusco (10 YR 6/8), con manchas pardas oscuras (7.5 YR 3/2) y rojizas oscuras (5 YR 3/2), su textura es arcillosa y estructura de bloques subangulares, consistencia en húmedo firme, pocos cutanes, argilanes localizados en las caras verticales, presencia de pedotubulos, actividad de macroorganismos frecuente, límite claro y pH de 5.5.</p> <p><b>El horizonte C</b>, se ubica en la parte final del perfil (123-150 cm), su color es amarillo pardusco (10 YR 6/8), textura arcillo arenosa, carece de estructura, pH de 5.4 y consistencia en húmedo friable.</p>

	Estos suelos tienen baja saturación de aluminio, la capacidad de intercambio catiónico es media, la saturación de bases es media, son de reacción química fuertemente ácida, niveles bajos de potasio, calcio y fósforo, que generan problemas de fertilidad.
--	---

**Fuente:** IGAC, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En la Figura 3.2.3-1 se ilustran las unidades de suelo presentes en el área del proyecto.

**Figura 3.2.3-1** Unidades de suelo presentes en el área de influencia del proyecto



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

### 3.2.3.2 Usos actuales en el área de influencia directa

Para determinar el uso actual, se realizó una fotointerpretación\* de la cobertura del suelo la cual fue corroborada en campo, para esto se utilizó como base el sistema de clasificación CORINE Land Cover y se reclasificó de acuerdo con las coberturas presentes dentro de la geodatabase, las cuales están estipuladas dentro de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, dada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2010 (hoy MADS). En la Tabla 3.2.3-9 se presentan las coberturas presentes en el área de influencia del proyecto y su correspondiente uso actual (ver Mapa 3-8 Uso actual del suelo.)

**Tabla 3.2.3-9** Uso actual del suelo

Cobertura	Uso	Tipo de uso	Símbolo	Área (ha)	%
Mosaico de pastos y cultivos	Agroforestal	Agrosilvopastoril	Ac	0,31	0,21%
Cultivos permanentes arbóreos	Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos	Cp-Fr	0,15	0,10%
Otros cultivos transitorios		Cultivos transitorios semiintensivos	Cu	2,52	1,69%
Tierras desnudas y degradadas	Ganadera	Pastoreo extensivo	Em	0,45	0,30%
Pastos enmalezados			Pn	0,98	0,66%
Arbustal abierto			Ap	2,46	1,65%
Herbazal abierto				0,37	0,25%
Herbazal denso			SI	0,07	0,05%
Zonas pantanosas			Ag	0,28	0,19%
Pastos limpios			Pastoreo intensivo y semi-intensivo	Pm	89,54
Plantación forestal	Forestal	Producción	Bp	0,02	0,01%
Plantación forestal		Producción-protección			9,34
Pastos arbolados			Pa	0,08	0,05%
Arbustal denso		Ma	0,19	0,12%	
Tierras desnudas y degradadas	Conservación	Recuperación	Em	0,33	0,22%
Afloramientos rocosos					2,41
Obras hidráulicas			Recursos hídricos	Ari	0,26

\* La fotointerpretación se refiere a la identificación de los objetos fotografiados y límites de éstos encontrados en imágenes satelitales, con el fin de identificar paisaje, cobertura y usos actuales del suelo

Cobertura	Uso	Tipo de uso	Símbolo	Área (ha)	%
Río				0,49	0,33%
Embalse				0,74	0,50%
Zonas pantanosas			Ag	0,18	0,12%
Bosque de galería			Bn	0,21	0,14%
Plantación forestal		Forestal protectora	Bp	0,13	0,09%
Arbustal denso			Ma	16,97	11,40%
Herbazal denso			SI	1,85	1,24%
Red vial y territorios asociados	Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, Institucional, Red Vial y Canales	Zu	8,13	5,46%
Red ferroviaria y territorios asociados				0,91	0,61%
Áreas deportivas				0,34	0,23%
Cuerpos de agua artificiales				0,20	0,13%
Canales				2,08	1,40%
Tejido urbano discontinuo				0,97	0,65%
Zonas de extracción minera		Zi	1,39	0,93%	
Zonas industriales o comerciales			3,94	2,64%	
Zonas de disposición de residuos			0,61	0,41%	
Total				148,86	100,00%

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## A Tierras con uso agroforestal Agrosilvopastoril

Estas tierras se caracterizan por combinar actividades de tipo agrícola y ganaderas, en el área de estudio este uso está representado por la cobertura de mosaico de pastos y cultivos, donde predominan los cultivos de subsistencia y la ganadería intensiva para producción de leche.



## **B Tierras de uso agrícola con cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos**

Dentro de este uso se encuentra la cobertura cultivos permanentes arbóreos, los cuales corresponden principalmente a especies frutales, ya que las condiciones climáticas son favorables para la producción.

## **C Tierras de uso agrícola con cultivos transitorios semi-intensivos**

Este uso corresponde a la cobertura de otros cultivos transitorios, en esta se incluyen los cultivos de maíz, papa y hortalizas propios de clima frío, los cuales son principalmente para subsistencia en unidades de producción pequeñas, así mismo se identificaron cultivos confinados tal como se observa en la Fotografía 3.2.3-7.

**Fotografía 3.2.3-7** Cultivos confinados presentes en el municipio de Tocancipá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO. 2015.

## **D Tierras de uso ganadero con pastoreo extensivo**

Corresponde a las coberturas de pastos enmalezados (Fotografía 3.2.3-8), en ciertas zonas las tierras desnudas y degradada, los arbustales y herbazales abiertos y en una pequeña zona del herbazal denso, al igual que en las zonas pantanosas en las épocas secas, estas se caracterizan por el bajo grado de intervención humana y poca adopción de medidas de manejo para su aprovechamiento, por lo tanto se define que su uso actual es de pastoreo extensivo.

**Fotografía 3.2.3-8** Pastos enmalezados presentes en el municipio de Tocancipá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## **E Tierras de uso ganadero con pastoreo intensivo y semi-intensivo**

Estos suelos se caracterizan por la implementación de prácticas de manejo como el uso de variedades mejoradas de pastos y rotación de potreros, dentro del área donde se realizó el estudio este uso está representada por la cobertura de pastos limpios, tal como se observa en la Fotografía 3.2.3-9.

**Fotografía 3.2.3-9** Pastos limpios presentes en el municipio de Gachancipá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## **F Tierras con uso forestal de producción**

El uso forestal de producción dentro del área de influencia directa, está representado por algunas plantaciones forestales (Fotografía 3.2.3-10) con fines de extracción de madera para diversos usos.

**Fotografía 3.2.3-10** Plantación forestal presente en el municipio Tocancipá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## **G Tierras con uso forestal de producción-protección**

Estas tierras se caracterizan por que las coberturas tienen una función mixta, ya que permite la extracción de materias primas y conserva las funciones del ecosistema, en el área de estudio está representado por las coberturas de plantaciones forestales, pastos arbolado y arbustales densos.

## **H Tierras con uso de conservación recuperación**

Estas tierras se caracterizan por carecer de funciones ecosistémicas como consecuencia del desarrollo de actividades antrópicas o por la topografía propia del terreno, para este uso se identificaron las coberturas de tierras desnudas y degradadas y afloramientos rocosos (Fotografía 3.2.3-11).

**Fotografía 3.2.3-11** Afloramientos rocosos presentes en el área de estudio



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO. 2015

## **I Tierras con uso de conservación de recursos hídricos**

Corresponde a las obras hidráulicas, construidas al borde del río Bogotá con el fin de proteger esta ronda hídrica, el bosque de galería, ciertas zonas pantanosas, el embalse de Tominé y el río Bogotá, estas zonas se encuentran protegidas y/o preservadas en la actualidad, ya que cumplen una función importante en los ciclos hidrobiológicos.

**Fotografía 3.2.3-12** Río Bogotá



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015



## **J Suelos con uso de conservación forestal protectora**

Estos suelos están destinados para la conservación de los recursos naturales, ya que poseen coberturas nativas que cumplen una función ecosistémica indispensable. Dentro del área de estudio está representada por las coberturas de herbazales y arbustales densos al igual que ciertas plantaciones forestales (ver Fotografía 3.2.3-13).

**Fotografía 3.2.3-13** Arbustal denso presente en el municipio de Cogua.



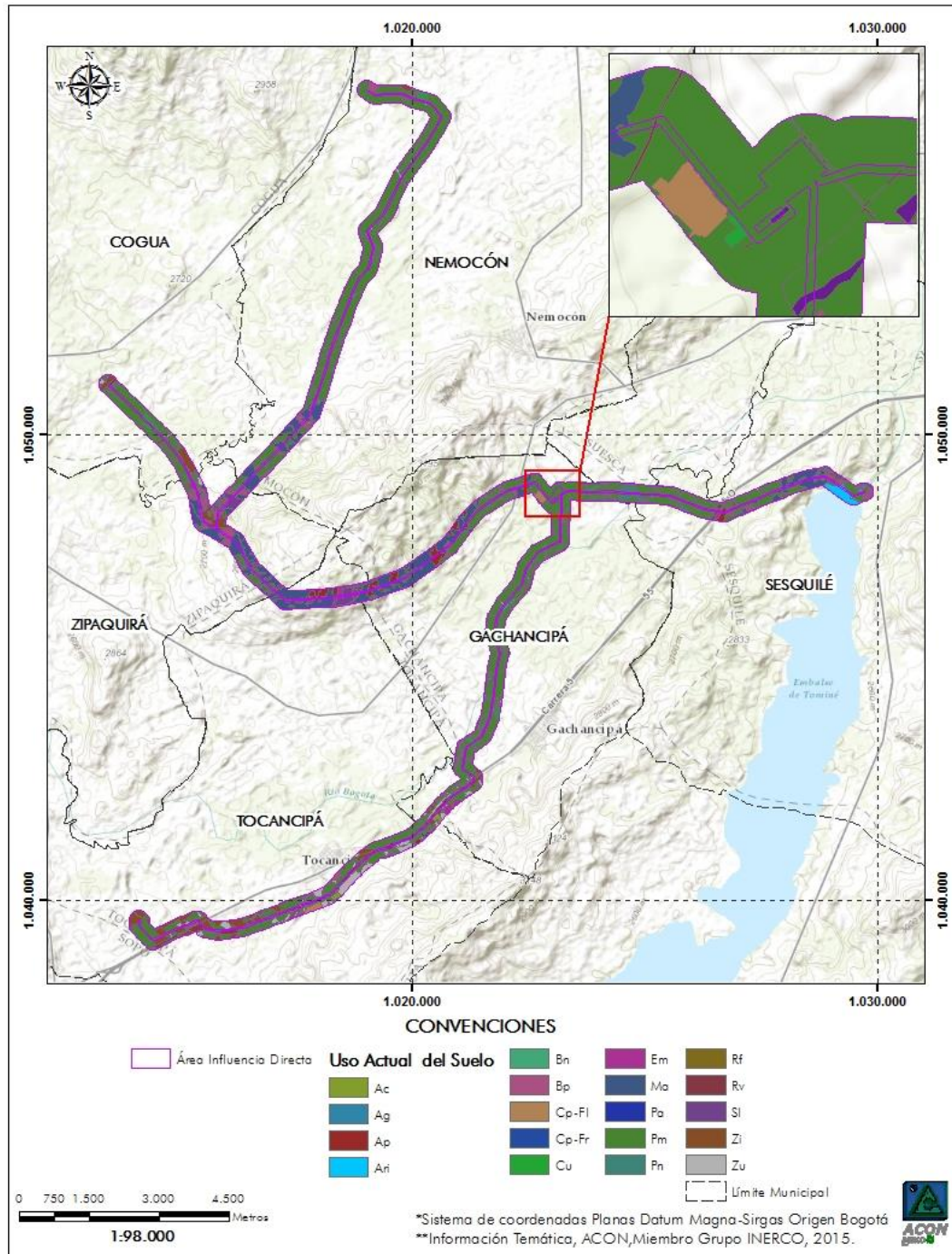
**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO. 2015.

## **K Suelos con uso de infraestructura urbana e industrial**

Este uso está representado por las coberturas de red vial, red ferroviaria, canales, cuerpos de agua artificiales, zonas de extracción minera, zonas industriales o comerciales, tejido urbano discontinuo, zonas de disposición de residuos, y áreas deportivas; las cuales hacen parte de las cabeceras municipales y están contempladas dentro de los planes de ordenamiento territorial de los municipios.

En la Figura 3.2.3-2 se ilustra el uso actual del suelo en el área de influencia del proyecto.

**Figura 3.2.3-2** Uso actual del suelo en el área de influencia del proyecto



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



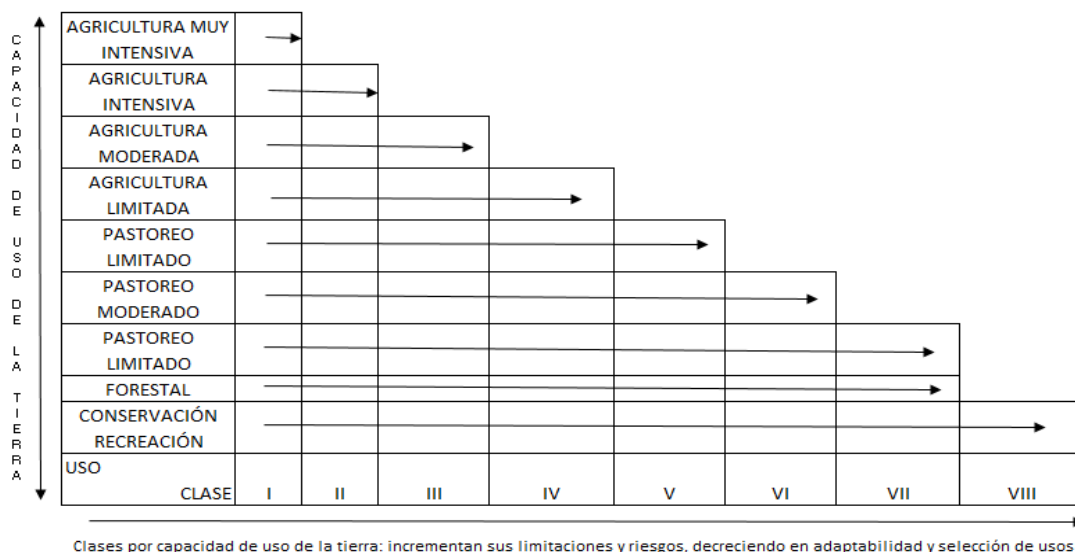
### 3.2.3.3 Uso potencial del suelo y clasificación agrológica

El objetivo principal de esta clasificación es definir la potencialidad agropecuaria de los suelos, basados en los resultados de los análisis de suelos y las características morfológicas del mismo modo que se toman factores intrínsecos tales como el relieve, el clima y las características hidrológicas. En el Mapa 3-10 se presenta el uso potencial del suelo.

La información presentada a continuación se desarrolló a partir de los 4 tomos de Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia (IGAC y CORPOICA, 2001), por el Estudio General de Suelos y Zonificación del Departamento de Caldas (IGAC, 2004) y de igual modo por las observaciones realizadas en campo.

A partir de la información recolectada, se hace posteriormente una descripción de cada una de las unidades de la clasificación de tierras por capacidad de uso en la zona de estudios, para tal fin se seguirán las pautas de la metodología correspondiente a las ocho clases agrológicas. Estas clases están representadas con los números romanos del I al VIII establecidas, con gradaciones descendentes en calidades de suelos, en los cuales la capacidad disminuye a medida que aumenta este tipo de numeración (ver Figura 3.2.3-3).

**Figura 3.2.3-3 Clase por capacidad de uso de las tierras.**



**Fuente:** IGAC<sup>22</sup>, 2000. Adaptado por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

<sup>22</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca. Bogotá D.C: IGAC, 2000. p 458

También existen subclases, las cuales agrupan los suelos en una clase, estas se designan con letras en minúscula y normalmente son los limitantes que determinan estas subclases:

e: susceptibilidad a erosión o erosión presente

h: exceso de humedad en el suelo e inundaciones

s: limitaciones en la zona radicular, debido a limitaciones físicas y/o químicas

c: limitaciones climáticas como bajas temperaturas, exceso de nubosidad y déficit o exceso de lluvias

Además, se encuentra la fase de manejo que indica la integración de diferentes subclases, que tienen un clima diferente, esta fase de manejo se designa con un número arábigo a continuación de la subclase.

## **A Tierras de clase II**

Los suelos de la clase II se ubican en áreas planas del departamento de Cundinamarca, donde el clima predominante es frío húmedo, se caracterizan por presentar pocas restricciones para el aprovechamiento agropecuario, ya que requieren de prácticas de conservación sencillas con el objetivo de cuidar las propiedades físicas y químicas, y mejorar los niveles de nutrientes presentes en el suelo.

### **I Suelos con subclase II c-1**

En esta subclase se clasifican los suelos de las unidades RLQa y RMRa, que están localizadas en las terrazas del río Bogotá, su principal limitante es la ocurrencia de heladas, que ocasionan pérdidas en las cosechas y pasturas, adicionalmente los suelos de estas unidades presentan limitaciones debido a las bajas precipitaciones durante el primer semestre del año., sin embargo este periodo de tiempo puede variar de acuerdo con el comportamiento climático y la ocurrencia del fenómeno del niño y otros eventos de menor magnitud.

Estos suelos son aptos para cultivos transitorios de clima frío como papa, maíz, sorgo, fresa y hortalizas, e incluso para flores y algunos frutales como curuba y feijoa; además pueden ser empleados para ganadería con pasturas mejoradas, para producción de leche.

Los suelos de la subclase II c-1 permiten el uso de maquinaria agrícola, requieren de la aplicación de abonos y fertilizantes, así como de la incorporación de abonos verdes y residuos de cosecha; es importante emplear medidas de manejo agronómico como

rotación y diversificación de cultivos con el fin de conservar las propiedades físicas de los suelos.

## **B Tierras de la clase IV**

Los suelos de la clase IV se localizan en los paisajes de montaña, lomerío, piedemonte y planicie fluvio lacustre, en relieves que van de plano a ligeramente ondulado; sus principales limitaciones corresponden a las pendientes fuertemente inclinadas, reacción fuertemente ácida, altos contenidos de aluminio, profundidad efectiva limitada y drenaje deficiente que puede ocasionar encharcamientos.

### **I Suelos con subclase IV pc-1**

A esta subclase pertenecen los suelos de las unidades MMCd y MMKd, los cuales se ubican en relieves de cuestras, lomas y glaciares coluviales de clima frío seco. El principal limitante de estos suelos corresponde a las fuertes pendientes y las bajas precipitaciones durante todo el año, así mismo se caracterizan por su baja fertilidad y poca profundidad efectiva en algunos sectores debido a la presencia de horizontes compactados.

Estos suelos son aptos para el aprovechamiento agropecuario con cultivos anuales de subsistencia como papa, arveja o fresa, así mismo pueden ser empleados para ganadería extensiva con pastos introducidos como azul orchoro y falsa poa, con riego artificial.

### **II Suelos con subclase IV hs-1**

Las unidades RLOa y RMOa pertenecen a esta subclase, y se ubican en los planos de inundación del Río Bogotá, las principales limitantes de estos suelos son las inundaciones ocasionales generadas por el drenaje imperfecto y las fluctuaciones en el nivel freático, además su fertilidad va de moderada a baja.

Estos suelos tienen vocación ganadera con pastoreo semi-intensivo, empleando pasturas mejoradas como ray grass, falsa poa y azul orchoro para producción comercial de leche; presentando restricciones para el uso de maquinaria, ya que en época invernal puede afectar la estructura del suelo, por lo cual se debe hacer rotación de potreros, aplicar fertilizantes y usar variedades mejoradas y certificadas para el mejoramiento de praderas.

## **C Tierras de la clase VI**

Los suelos de la clase VI hacen parte una gran gama de paisajes y relieves dentro del departamento, con diferentes condiciones climáticas; presentan limitaciones debidas al suelo, pendiente, erosión, clima, etc.

### **I Suelos con subclase VI pc-1**

Los suelos de la unidad MMVe hacen parte de esta subclase, estos presentan limitantes de uso severo, tales como las pendientes ligeramente escarpadas y bajas precipitaciones durante un periodo del año, además se caracterizan por su fertilidad baja a moderada y ser superficiales.

El uso más recomendable para estos suelos corresponde a ganadería extensiva con pasturas mejoradas y manejadas, para producción de carne, así mismo son aptos para el uso agrícola con cultivos transitorios semi-comerciales como papa, arveja, haba, maíz, entre otros. Para un aprovechamiento sostenible de estos suelos se deben desarrollar prácticas culturales y de mecanización, como evitar el sobrepastoreo y la implementación de sistemas de riego.

## **D Tierras de la clase VII**

Están localizados principalmente en zonas montañosas, en un rango de pendientes que varía entre 3 y 75%, de todos los climas del departamento de Cundinamarca. Estos suelos presentan una o más limitaciones severas, debidas principalmente a que son suelos superficiales, a las pendientes escarpadas, a climas extremadamente fríos, a la erosión y a la susceptibilidad a remoción en masa.

### **I Suelos con subclase VII e-1**

A esta subclase pertenecen los suelos ubicados en la unidad cartográfica MMTd2, los cuales se encuentran localizados en el relieve de crestones y cuevas en el paisaje de montaña. Dentro de las limitaciones para el uso se encuentran la erosión en grado moderado por efectos de escorrentía, el grado de pendientes que se encuentra en el rango de 12 a 25% al igual que las bajas precipitaciones que se presentan en los meses de junio a septiembre.

Estos suelos no son aptos para actividades agropecuarias, por el contrario, se debe evitar este tipo de uso y se deben implementar usos de reforestación, pues este tipo de uso protege el suelo de los efectos erosivos de las lluvias, el viento y lo protege del arrastre

pues con el enraizamiento se sostiene el suelo, de igual forma sirve de área recreativa natural. Del mismo modo se deben implementar medidas de conservación y protección de los recursos naturales, la fauna y la vegetación presente.

## **II Suelos con subclase VII pc-1**

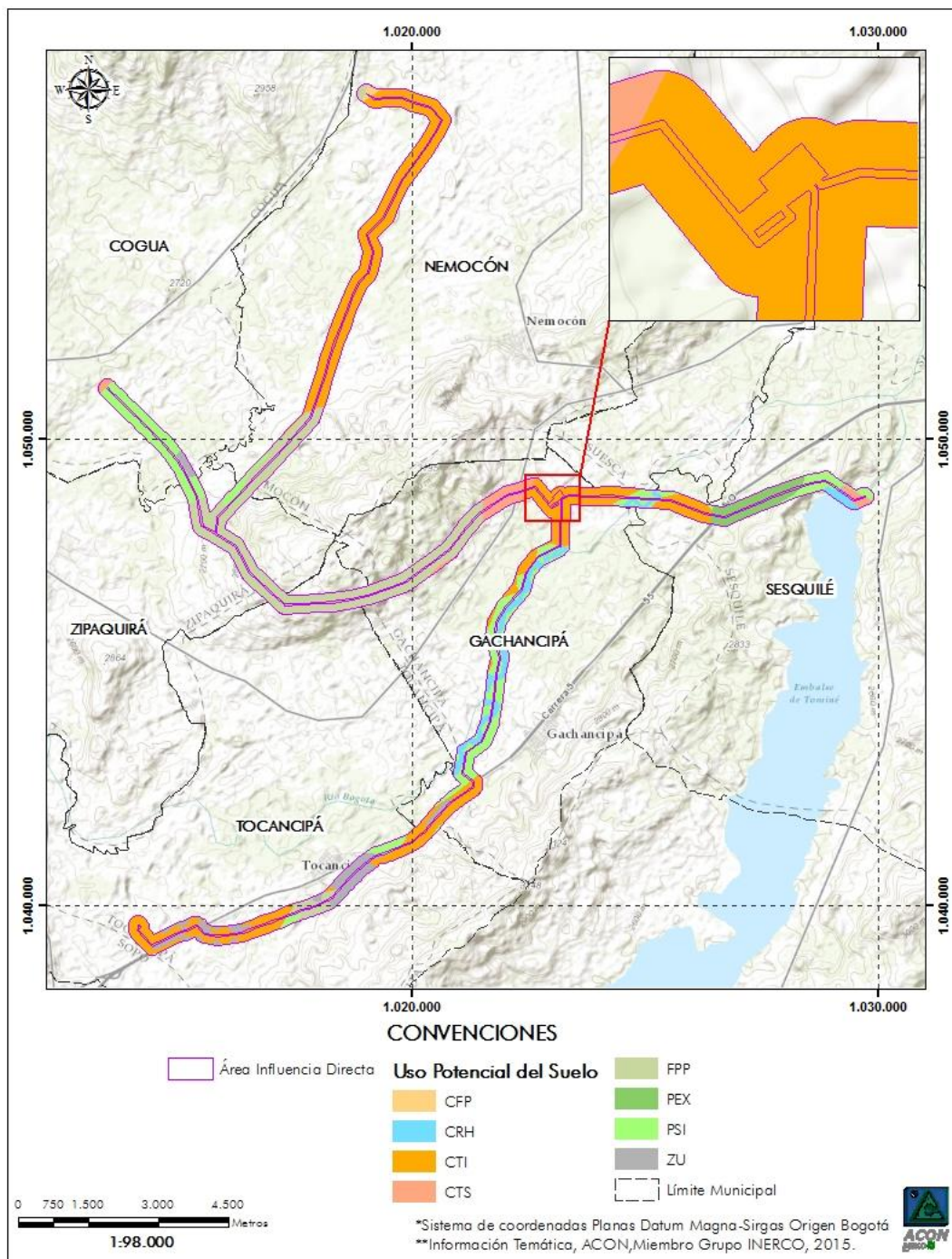
Los suelos de la unidad MMVf hacen parte de esta subclase, están ubicados en los espinazos y crestas homoclinales del paisaje de montaña, sus principales limitantes corresponden a las pendientes moderadamente escarpadas, las deficientes precipitaciones a lo largo del año y la poca profundidad efectiva de los suelos.

La vocación de uso de esta unidad es forestal, para producción, conservación y protección de los recursos naturales, se debe tener en cuenta que para un óptimo aprovechamiento es necesario que la explotación se haga bajo un manejo técnico, de manera que se conserve el sinergismo en el ecosistema, evitando talas o quemas indiscriminadas.

En la Figura 3.2.3-4 se presenta el uso potencial del suelo en el área de influencia del proyecto.



**Figura 3.2.3-4** Uso potencial del suelo en área de influencia del proyecto



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



### 3.2.3.4 Conflictos de uso del suelo

El conflicto de uso hace referencia a las divergencias que se presentan entre la cobertura actual de los suelos y su vocación de uso. Este se establece por medio del cruce entre el uso actual y el uso potencial del suelo, los cuales fueron previamente presentados en este capítulo. En el área de influencia del proyecto se identificaron los siguientes conflictos de uso del suelo (Ver Mapa 3.10 Conflicto uso del suelo).

**Tabla 3.2.3-10** Conflictos de uso encontrados en el área de estudio.

Conflicto de uso	Símbolo	Área	%
Tierras sin conflicto de uso	A	65,44	43,96%
Tierras con conflicto de uso por subutilización ligera	S1	52,79	35,46%
Tierras con conflicto de uso por subutilización moderada	S2	1,58	1,06%
Tierras con conflicto de uso por subutilización severa	S3	5,07	3,40%
Tierras con conflicto de uso por sobreutilización ligera	O1	8,88	5,97%
Tierras con conflicto de uso por sobreutilización moderada	O2	2,18	1,46%
Tierras con conflicto de uso por sobreutilización severa	O3	12,93	8,69%
<b>Total</b>		<b>148,86</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015

De la Tabla 3.2.3-11 a la Tabla 3.2.3-13 se relacionan los conflictos encontrados en el área de influencia directa del proyecto, especificando los usos actuales y potenciales definidos para los mismos.

**Tabla 3.2.3-11** Tierras sin conflicto de uso (A)

Uso actual	Tipo de uso	Uso potencial	Tipo uso potencial
Agrícola	Cultivos transitorios semi-intensivos	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
			Cultivos transitorios semi-intensivos
Conservación	Forestal protectora	Forestal	Producción-protección
		Ganadera	Pastoreo extensivo
			Pastoreo intensivo y semi-intensivo
		Forestal	Producción-protección
	Recuperación	Ganadera	Pastoreo extensivo
			Pastoreo intensivo y semi-intensivo
	Recursos hídricos	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
			Cultivos transitorios semi-intensivos
		Conservación	Recursos hídricos
		Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo
Forestal	Producción-protección	Forestal	Producción-protección
Ganadera	Pastoreo extensivo	Ganadera	Pastoreo extensivo
	Pastoreo intensivo y semi-intensivo		Pastoreo intensivo y semi-intensivo
Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, institucional, Red vial y Canales	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
		Forestal	Producción-protección
		Ganadera	Pastoreo extensivo
		Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, Institucional, Red Vial y Canales

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-12** Tierras con conflicto de uso por sobreutilización ligera (O1), sobreutilización moderada (O2) y sobreutilización severa (O3)

Uso actual	Tipo de uso	Uso potencial	Tipo uso potencial	Conflicto	Nomenclatura
Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos	Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo	Conflicto por sobreutilización ligera	O1
	Cultivos transitorios semi-intensivos		Pastoreo intensivo y semi-intensivo		
Forestal	Producción-	Conservación	Forestal		

Uso actual	Tipo de uso	Uso potencial	Tipo uso potencial	Conflicto	Nomenclatura
	protección		protectora		
Ganadera	Pastoreo extensivo	Forestal	Producción-protección		
	Pastoreo intensivo y semi-intensivo	Ganadera	Pastoreo extensivo		
Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, institucional, Red vial y Canales	Agrícola	Cultivos transitorios semi-intensivos		
Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, institucional, Red vial y Canales	Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo	Conflicto por sobreutilización moderada	O2
Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos	Forestal	Producción-protección		
Ganadera	Pastoreo intensivo y semi-intensivo	Conservación	Forestal protectora	Conflicto por sobreutilización severa	O3
			Recursos hídricos		
		Forestal	Producción-protección		
Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, institucional, Red vial y Canales	Conservación	Recursos hídricos		

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 3.2.3-13** Tierras con conflicto de uso por subutilización ligera (S1), subutilización moderada (S2) y subutilización severa (S3)

Uso actual	Tipo de uso	Uso potencial	Tipo uso potencial	Conflicto	Nomenclatura
Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos	Agrícola	Cultivos transitorios semi-intensivos	Conflicto por subutilización ligera	S1
Ganadera	Pastoreos intensivo y semi-intensivo		Cultivos transitorios intensivos		
			Cultivos transitorios semi-		

Uso actual	Tipo de uso	Uso potencial	Tipo uso potencial	Conflicto	Nomenclatura
			intensivos		
		Infraestructuras Urbanas e Industriales	Residencial, Comercial, Industrial, institucional, Red vial y Canales		
Forestal	Producción-protección	Ganadera	Pastoreo extensivo	Conflicto por subutilización moderada	S2
Ganadera	Pastoreo extensivo		Pastoreos intensivo y semi-intensivo		
Agroforestal	Agrosilvopastoril	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos	Conflicto por subutilización severa	S3
Forestal	Producción				
Forestal	Producción-protección				
Forestal	Producción-protección	Ganadera	Pastoreos intensivo y semi-intensivo		
Ganadera	Pastoreo extensivo	Agrícola	Cultivos transitorios intensivos		

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## A Tierras sin conflicto de uso

Son áreas donde el uso actual guarda correspondencia con el uso potencial. Dentro del área de estudio la mayoría de los suelos no presentan conflicto de uso, ya que en su generalidad el uso recomendado es agrícola, ganadero y/o forestal siendo estas las actividades que se están implementando en la actualidad; así mismo se ha establecido que las tierras donde actualmente están ubicadas infraestructuras para el beneficio de la población de los municipios no poseen ningún conflicto de uso. De igual forma las tierras con uso de conservación y protección de los recursos naturales prevalecen, por lo tanto son tierras que no se encuentran en conflicto.

## B Tierras con conflicto de uso por sobreutilización ligera

Estos suelos se caracterizan porque su uso actual excede ligeramente el uso recomendado para el suelo, por ejemplo se identificaron zonas donde el uso actual es ganadero con pastoreo intensivo y semi-intensivo, y el uso potencial es ganadero para pastoreo extensivo.

### **C Tierras con conflicto de uso por sobreutilización moderada**

Son áreas que en la actualidad poseen un uso moderadamente más exigente que el uso potencial que tienen, como por ejemplo algunos tejidos urbanos discontinuos muy pequeños que se encuentran en áreas aptas para la ganadería.

### **D Tierras con conflicto de uso por sobreutilización severa**

Este conflicto hace referencia a las tierras donde el uso actual supera excesivamente el uso potencial del suelo, dentro del área de estudio representa un 8,69%, el cual hace referencia a tierras con vocación forestal de producción-protección o de conservación, y que están siendo empleadas actualmente para ganadería intensiva y semi-intensiva.

### **E Tierras con conflicto de uso por subutilización ligera**

Estas tierras exceden levemente su capacidad de uso, debido a que las actividades desarrolladas en estos terrenos no hacen un aprovechamiento total del potencial que tienen dichos suelos, tal es el caso de las tierras que en la actualidad están siendo usadas para actividades ganaderas y agrícolas, las cuales debido a sus propiedades físico químicas son aptos para actividades agrícolas de mayor intensidad o que según el POT son aptas para la expansión urbana.

### **F Tierras con conflicto de uso por subutilización moderada**

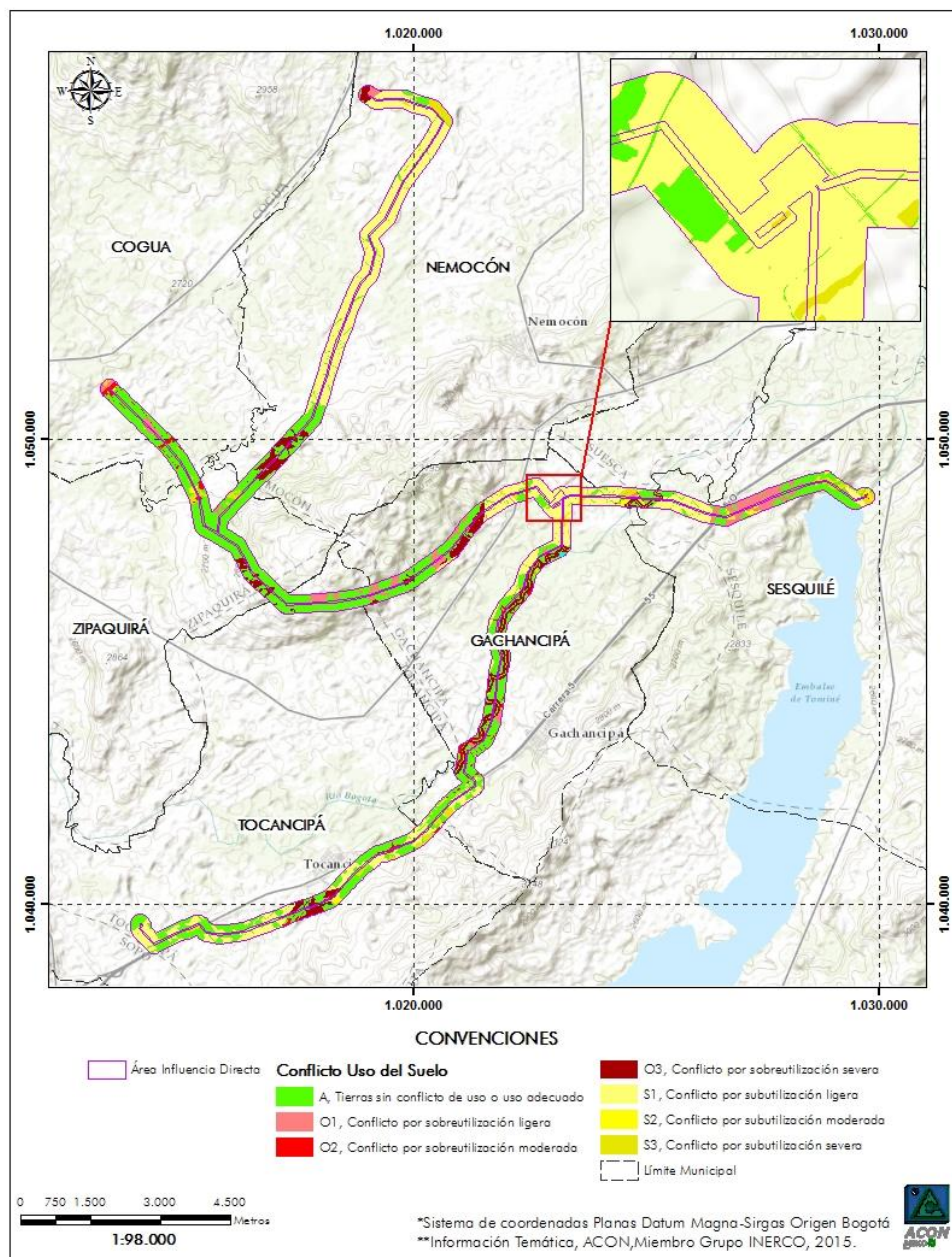
Esta categoría hace referencia a aquellos suelos donde el uso actual está dos niveles por debajo de su capacidad de uso recomendada; por ejemplo, en el área de influencia directa del proyecto se identificaron zonas donde la capacidad de uso es ganadera con pastoreo intensivo y semi-intensivo y se utiliza para ganadería extensiva.

### **G Tierras con conflicto de uso por subutilización severa**

Son tierras en las que el uso actual se encuentra muy por debajo de la capacidad productiva de estos suelos, como por ejemplo suelos cuyo uso actual es forestal y agroforestal, pero la vocación de uso es agrícola con cultivos transitorios intensivos. En la Figura 3.2.3-5 Conflictos de uso identificados en el área de influencia del proyecto se realiza la superposición del uso potencial y actual del suelo con el fin de identificar el tipo de conflicto.



**Figura 3.2.3-5** Conflictos de uso identificados en el área de influencia del proyecto



Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

### 3.2.3.5 Compatibilidad del proyecto con el uso recomendado de los suelos

Para determinar el cambio en el uso del suelo se analizaron las etapas y actividades necesarias para la construcción y operación de la subestación eléctrica y las líneas de



transmisión y se identificaron los cambios de uso que genera cada una de estas en el componente suelo, como se muestra a continuación en la Tabla 3.2.3-14.

**Tabla 3.2.3-14** Cambios de uso proyectados por el desarrollo del proyecto

Proyecto	Etapas	Actividad	Cambio de uso del suelo		
			Sin cambio	Temporal	Definitivo
<b>Subestación Eléctrica</b>	Actividades previas	Adecuación del terreno (descapote, nivelación, remoción del suelo)			X
	Construcción	Adecuación estructural y construcción civil			X
		Montaje electromecánico	X		
		Transporte de maquinaria y materiales		X	
		Almacenamiento		X	
		Disposición de residuos sólidos		X	
	Operación y mantenimiento	Operación de la subestación eléctrica y mantenimiento electromecánico	X		
	Puesta en marcha	Pruebas de energización	X		
<b>Líneas de Transmisión</b>	Actividades previas	Negociación de predios y/o servidumbre	X		
		Tala y remoción de la cobertura vegetal			X
		Adecuación del terreno en sitios de estructuras (descapote, remoción del suelo)			X
	Construcción	Excavación para cimentación de torres y postes			X
		Cimentación relleno y compactación			X
		Replanteo	X		
		Montaje electromecánico	X		
		Transporte de maquinaria y materiales		X	
		Almacenamiento		X	
		Disposición de residuos sólidos		X	
	Operación y mantenimiento	Mantenimiento zona de servidumbre	X		
	Puesta en marcha	Proceso de energización y operación	X		

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Con el fin de establecer los cambios en el uso del suelo que generaría el desarrollo del proyecto, se consideró la información plasmada en los planes de ordenamiento territorial de los siete (7) municipios por los cuales se proyecta el trazado y se revisó el estudio de suelos del departamento de Cundinamarca del IGAC, 2002, lo anterior para determinar el cambio en el uso del suelo y si este es temporal o definitivo.

Conforme al análisis realizado se puede concluir que la adecuación del terreno generaría los principales cambios de uso en el componente suelo, pues dicha actividad implica la remoción de la cobertura vegetal y descapote y por ende la pérdida de suelo. Sin embargo dichos cambios no representarían una amenaza para la biodiversidad y las funciones ecosistémicas del suelo, ya que el área de intervención de las obras civiles es baja, razón por la cual es posible mitigar los impactos generados mediante la adopción de un plan de manejo adecuado.

Dado que el transporte de maquinaria, almacenamiento y disposición de residuos son actividades de baja intensidad, el cambio en el suelo que generarían sería temporal pues los suelos retornarían a su condición original con la aplicación de medidas de manejo adecuadas.