



Laboratorio de Suelos
Global Civil
Interventorias y Construcción

ABRIL 2019

ESTUDIO GEOLÓGICO
CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL
DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH
VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE
QUEBRADA CHOCHAL
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

LOCALIZACIÓN: VEREDA NAZARETH VIA DE ACCESO PUENTE
SOBRE QUEBRADA CHOCHAL
CORREGIMIENTO DE NAZARETH
LOCALIDAD DEL SUMAPAZ
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

REALIZADO POR: GLOBAL CIVIL INGENIERIA S.A.S.
DIRIGIDO A: CONSORCIO PARAMO SUMAPAZ 2018

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 2 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 DESCRIPCIÓN GENERAL	3
1.1 LOCALIZACIÓN GENERAL	3
1.2 Localización zona de estudio	5
1.3 GEOLOGÍA REGIONAL ³	6
GEOLOGÍA	6
Estratigrafía regional.....	6
1.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL	15
Marco Tectónico Regional	15
1.5 GEOLOGIA LOCAL	20
1.5.1 DEPOSITOS CUATERNARIOS.....	20
1.5.1.1 Morrenas (Qm).....	20
1.5.1.2 Depósitos Fluvioglaciares (Qfg)	21
1.5.1.3 Terrazas Altas (Qta).....	21
1.5.1.4 Depósitos Coluviales (Qc).....	21
1.5.1.5 Depósitos Aluviales (Qal)	21
1.6 GEOMORFOLOGÍA	22
1.7 Movimientos regionales de remoción en masa.....	27
1.8 Vulnerabilidad Sísmica: Según NSR-10 Intermedia	27
1.9 Riesgos De Avalanchas O Inundaciones.....	27
2 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.	28
2.1 PROYECTO.....	28
2.2 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	28
3 RECOMENDACIONES GENERALES	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general de la localidad de Sumapaz dentro de la geografía nacional.....	3
Figura 2. Ubicación geológica del sitio de estudio	22
Figura 3. Relieve montañoso estructural presente en el entorno regional del complejo de paramo. Se puede observar claramente el buzamiento de los estratos.	24
Figura 4. Imagen de filas y vigas, del paisaje de montaña denudacional, donde se puede observar el tipo de drenaje y su relieve	25
Figura 5. Localización Vía	29

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 3 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

1 DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1 LOCALIZACIÓN GENERAL¹

En la figura 1 se puede apreciar la localización general de la Localidad de Sumapaz dentro de la geografía nacional.

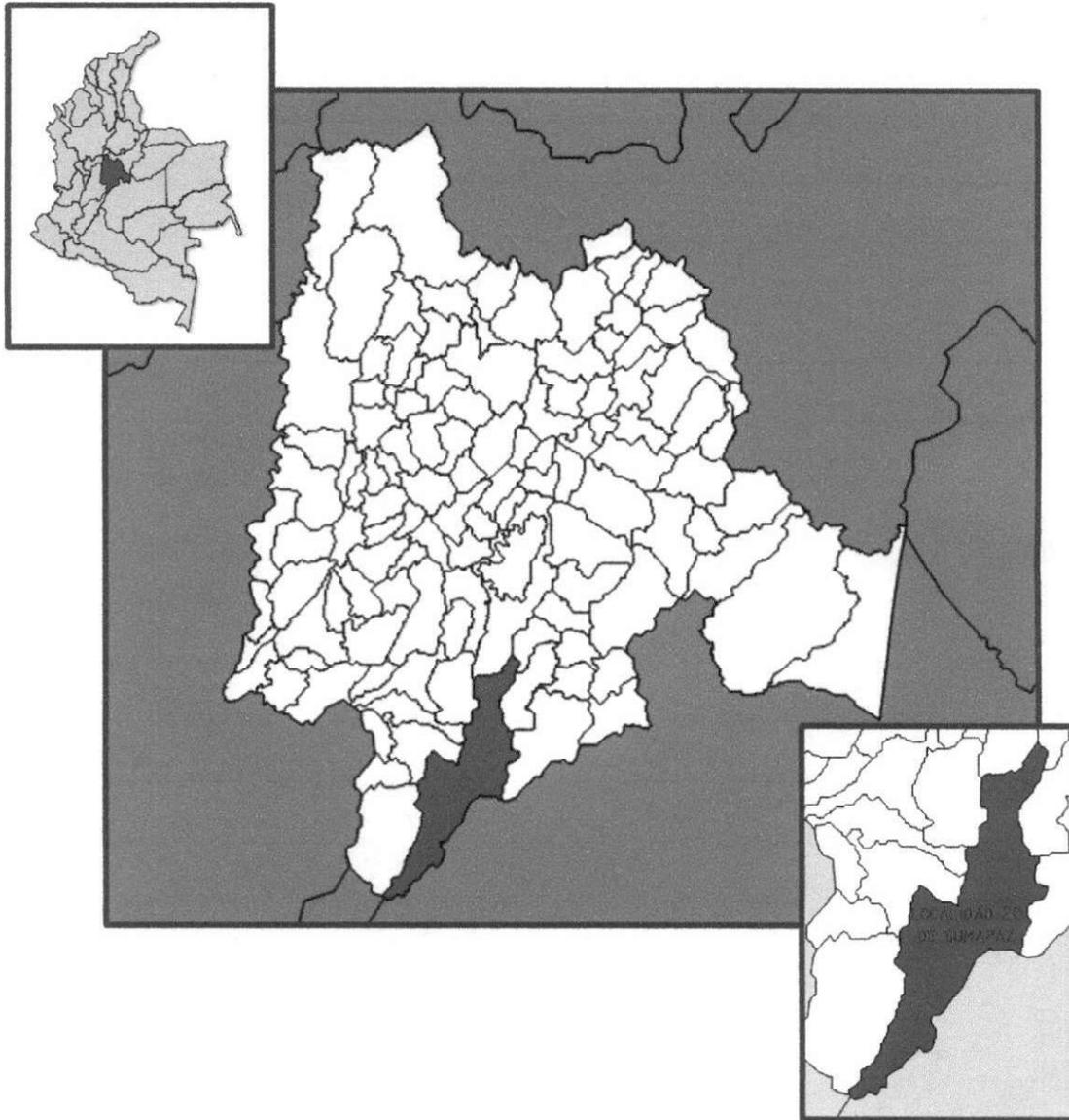


Figura 1 Localización general de la localidad de Sumapaz dentro de la geografía nacional.

¹ Diccionario Geográfico de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 4 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

SUMAPAZ: La localidad número 20 del Distrito Capital de Bogotá. Se encuentra ubicada al extremo sur del casco urbano de la ciudad, siendo esta una localidad de carácter rural. Con 780 km² es la localidad más grande y la menos poblada de Bogotá, con 5.667 habitantes. La localidad de Sumapaz cubre la mayor parte del sur del Distrito Capital, al sur de la ciudad y por fuera del perímetro urbano.

La Localidad 20 de Sumapaz se localiza sobre la cordillera Oriental, entre los 2.700 y 4.100 m s. n. m., donde se encuentra el Páramo de Sumapaz, considerado el más grande del mundo. Una extensión del territorio es considerada como área de reserva natural desde el año 1977 por resolución del INDERENA.

En el Sumapaz se genera uno de los más importantes recursos hídricos de Colombia que hacen parte de las cuencas de los ríos Magdalena y Orinoco. El Sumapaz producirá también parte de los depósitos de agua que abastecerán a la Bogotá del futuro. Las 75.756 ha de la Localidad de Sumapaz con sus 35.928 ha de pajonal, 25.017 de frailejónal y pajonal, 5.402 de bosque natural, 1856 de turbera y 106 de lagunas, además de sus 1.128 km de ríos y quebradas, conforman un conjunto natural que cumple un importante papel en el ciclo del agua, tanto regulando los flujos desde la montaña, como alimentando los depósitos subterráneos.

La importancia de los ecosistemas de montaña es indiscutible, pues además de proporcionar bienestar y vivienda para una buena parte de la población humana, se convierten en uno de los principales factores que le dan estabilidad y equilibrio al planeta tierra. Por ello las Naciones Unidas designaron al año 2002 como el año internacional de las montañas el cual representa un gran desafío y una gran oportunidad, debe considerarse como un importante paso en el largo proceso comenzando en la cumbre de Río de Janeiro en 1992 con la finalidad de aumentar la conciencia pública y asegurar al mismo tiempo un crecimiento financiero, político e institucional adecuado, a fin de realizar una acción concreta directa para el desarrollo sostenible de las montañas. El tema se proyecta mucho más allá del año 2002. Su finalidad es ayudar a la gente pobre y marginada que vive en estas zonas, evidenciar su herencia cultural, preservar y fomentar el uso sostenible de los recursos naturales de las áreas de montaña.

La Localidad de Sumapaz tiene los siguientes límites, según el Acuerdo 9 de 1986 del Concejo del Distrito Capital: por el Norte, con el Alto de los Tunjos, el sitio Bocagrande, con las localidades de Usme y Ciudad Bolívar; por el sur, con

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 5 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

el Alto de las Oseras, con Cundinamarca y el departamento del Huila; por el oriente, con el Alto de las Oseras, Cundinamarca y el departamento del Meta; y por el occidente, con el Alto de los Juncos y el departamento del Huila.

La Localidad 20 lindera en sentido contrario a las manecillas del reloj, como sigue: partiendo al norte de la Laguna de Chizacá, en dirección sur por el divorcio de aguas hasta el nacimiento del río Pilar y por este aguas abajo hasta encontrar el río Sumapaz; se remonta dicho curso de agua hasta su nacimiento en el Alto de las Oseras, límite con el departamento del Huila; a continuación en dirección nordeste se sigue por la cumbre de la cordillera para encontrar el cerro Nevado del Sumapaz y luego al norte hallar el nacimiento del río Chochal en el alto de Torquita; se gira luego al oriente para encontrar la Sierra Leona de Santa Bárbara y posteriormente el Páramo del Gallo, sector del nacimiento del río del mismo nombre; por dicho río aguas abajo hasta la confluencia de la quebrada Tanques y por ella hasta su nacimiento; en dirección norte se encuentra el río Blanco y buscando el nacimiento de este último se llega al Portezuela; aguas arriba al río Portezuela confluye el río Pozo, por el que se sigue hasta su nacimiento en el sitio denominado Bocagrande en la Cuchilla de Cauquillos; a continuación hacia el oeste y por el divorcio de aguas se arrima a la Laguna de Chizacá, punto de partida.²

1.2 Localización zona de estudio

El proyecto se localiza en la Localidad del Sumapaz, sobre las coordenadas referidas a Magna Sigma:

Coordenadas Magna Sirgas	Norte	Este	Ubicación
Elipsoidal	4°10'15.11"	74°08'44.96"	INICIO DE VIA
Gauss-Krueger	952966,289	992415,291	
Elipsoidal	4°10'13.74"	74°08'44.79"	FIN DE VIA
Gauss-Krueger	952924,207	992420,530	

Estas coordenadas corresponden a la carta geológica que en nomenclatura propia del IGAC corresponde a la plancha número 265 – IV – B – 11.

² FUENTE: Pagina web municipio de Tunungua. <http://www.tunungua-boyaca.gov.co/>

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 6 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

1.3 GEOLOGÍA REGIONAL³

A continuación, se presenta la información regional existente para la zona de influencia del tramo en estudio.

GEOLOGÍA.

Según los Estudios Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2015), en el complejo de páramos de Cruz Verde – Sumapaz predominan principalmente rocas sedimentarias que se formaron en el Cretáceo y Terciario, en un ambiente de transición marino – continental. En el sector suroriental se presentan en menor proporción rocas metamórficas y metasedimentarias propias del Paleozoico.

Los depósitos del Cuaternario son de origen glaciar o fluvio–glaciar como morrenas y sedimentos aluviales y, en la vertiente oriental y cubriendo estas formaciones, se encuentran rocas piroclásticas representadas por cenizas volcánicas que suavizan el relieve.

Estratigrafía regional

Este entorno está constituido por diferentes formaciones geológicas: la parte occidental constituida por rocas sedimentarias del terciario (Paleoceno–Oligoceno), que en su mayor parte están cubiertas con materiales de origen glaciar y en la parte oriental predominan rocas metamórficas del Paleozoico, y rocas antiguas del Devónico. A continuación, se describirán las formaciones geológicas de la más antigua a la más joven.

Grupo Quetame (PEq):

Con el término grupo Quetame se hace alusión a las rocas metamórficas que afloran entre la localidad de Guayabetal y el sur del río Guamal. La referencia original, de este grupo corresponde a Hettner (1892), quien se refirió a rocas metamórficas, situadas por debajo del cretácico, en la región de Quetame. Posteriormente redefinido fue Campbell & Burgl (1965), para mencionar rocas metamórficas de bajo grado constituidas porciones filitas, cuarcitas pizarras de y que afloran sobre la carretera Bogotá –Villavicencio en el macizo de Quetame.

³ Mapa Geológico del Departamento de Boyacá, Memoria Explicativa. INGEOMINAS, 2000

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 7 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Areniscas de Gutiérrez (Pdg):

Unidad definida originalmente por Renzoni (1965). Aflora en el extremo Sureste del Departamento de Cundinamarca, formando parte de las cuencas de los Ríos Blanco y Negro, dentro del área del municipio de Gutiérrez, se caracteriza por presentar una topografía abrupta con prominentes escarpes. Litológicamente, está constituida por conglomerados y areniscas cuarzosas, con intercalaciones de lutitas grises oscuras a negras. Presentan un espesor hasta de 230 metros. Esta unidad reposa discordantemente sobre las rocas metamórficas del Grupo Quetame, la edad asignada es del Devoniano Medio.

Esta Formación Abarca el sector comprendido por el Alto del Tunque en límites con Fosca al Norte del municipio de Gutiérrez, paralelo a la falla fotogeológica hasta el Río Taguaté, continúa aguas debajo de este río hasta converger con el Río Blanco y continúa por el Flanco Norte del Río Blanco hasta el Río el Cobre. Compuesta por conglomerados de arcillas y areniscas. Comprende el sector del Páramo de Peñalisa con límites del municipio de Guayabetal y el departamento del Meta.

Capas Rojas del Guatiquía (Pdg):

Descrita inicialmente por Renzoni (1968), para referirse a una sucesión que en su base inicia con 150m de arenisca gris, a veces calcárea, le siguen 150m de arenisca verdosa que al tope alterna con areniscas, lutitas rojas y abigarradas; por encima siguen 250m de arenisca y lutitas rojas, le suprayacen 50m de calizas y areniscas calcáreas a las cuales se le superponen 200m de lutitas rojas y por último en aparente concordancia se le superponen un conglomerado rojizo con intercalaciones de arenisca roja, gris y verde.

Brechas de Buenavista (Jsb):

Término propuesto por Renzoni (1968), para designar una secuencia de brechas y conglomerados de posible origen local correlacionable con la parte basal del grupo Cáqueza. Dorado (1990) realizó un estudio detallado y concluye que estas brechas en su segmento inferior son el resultado de avalanchas de detritos y corrientes cargadas de fango, depositadas en un ambiente continental cerca del mar. El segmento superior, con origen en un ambiente marino somero del litoniano.

De esta manera se considera el segmento superior, definido por Dorado (1990), como el resultado de los aportes de las brechas propiamente dichas, que en

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 8 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

su momento se depositaron en un ambiente poco profundo de circulación restringida, que originaron una alternancia de lodolitas negras con niveles de conglomerados, arenitas líticas y limolitas ligeramente calcáreas.

Grupo Cáqueza (Kic):

El nombre del grupo Cáqueza fue dado por Hubach, E. (1967), estableciendo su localidad tipo sobre la vía Bogotá–Villavicencio, entre el puente Cáqueza y la población de Quetame. En el complejo de paramo de Cruz Verde Sumapaz el Grupo presenta tres subdivisiones que corresponden a:

Calizas del Guavio (Kicg)

Se propone esta unidad para designar un conjunto de conglomerados, lutitas y calizas. Su localidad tipo se ha establecido en el alto de Miralindo y la cuchilla de Manizales, las Calizas de Guavio se depositaron en un ambiente marino, en aguas probablemente oxigenadas y de poca profundidad. La edad asignada, fue Titoniano a Berriasiano Superior (Diana Gutiérrez, 1979).

Lutitas de Macanal (Kilm)

Se propone este nombre para designar un conjunto monótono de lutitas negras con esporádicas intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso; su localidad tipo se ha establecido en el cañón del río Bata entre las quebradas El Volador y la Esmeralda.

La unidad está compuesta en su parte inferior por 760 m de lutitas negras, micáceas, compactas, ligeramente calcáreas y láminas de yeso; la parte media está constituida por 145m de areniscas cuarzosas, grises oscuras, de grano fino y estratificación gruesa a maciza, con intercalaciones de lutitas negras, micáceas, fosilíferas.

El conjunto superior compuesto por 1350 m de lutitas grises oscuras a negras ligeramente calcáreas con venas de calcita y nódulos arenosos hasta 10cm de diámetro, y lentejones de yeso hacia el tope, su techo está compuesto por 680m de lutitas negras micáceas con intercalaciones de arenisca gris claro de grano fino estratificadas en bancos de hasta 20 cm de espesor. Las lutitas de Macanal se depositaron en un ambiente marino de aguas someras en una cuenca cerrada, su espesor total es de 2935 m.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 9 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Areniscas de las Juntas (Kiaj)

Se propone este nombre para denominar dos niveles arenosos separados por un nivel lutítico, su localidad tipo se ha establecido entre las cuchillas El Volador y El Dátil, (vía Guateque-Santa María). La unidad está compuesta por tres miembros, el más antiguo compuesto por areniscas cuarzosas, gris amarillentas de grano fino, estratificadas en bancos de 10 cm a 2 m de espesor con delgadas intercalaciones de lutitas negras micáceas.

El miembro intermedio compuesto por lutitas negras con nódulos arenosos paralelos a la estratificación e intercalaciones de areniscas cuarzosas gris claras de grano fino estratificadas en bancos; y el miembro más joven compuesto por areniscas cuarzosas, grises claras, grano fino, estratificación gruesa a maciza, con delgadas intercalaciones de lutitas negras. Esta formación fue depositada en un ambiente marino probablemente deltáico, la edad según Burgl, H. (1960b, p.187) es Hauteriviano.

Grupo Villeta (Kv):

La autoría del término Villeta se ha atribuido a Hettner (1892), quien se refirió así a los estratos lodolíticos infrayacentes a las arenitas del Guadalupe en la cordillera oriental. Sin embargo, fue Hubach (1957) quien elevó la unidad a grupo, proponiendo tres nuevas formaciones que de base a tope denominó Fômeque, Une y Chipaque, basándose en las secciones al E de Bogotá.

Formación Fômeque (Kif)

El nombre fue dado por Hubach, E. (1957b, p.48), para designar una serie de esquistos piritosos, caliza cristalina y areniscas cuarcíticas. Su localidad tipo fue establecida por su autor en la vía Bogotá-Villavicencio, situado sus límites inferior y superior en el tope de la Arenisca de Cáqueza y la base la formación Une respectivamente.

Esta formación está constituida por lutitas gris oscuras a negras, interestratificadas con margas, limolitas grises y lentejones de calizas grises oscuras a negras, con frecuentes intercalaciones de areniscas cuarzosas grises claras de grano fino, micáceas estratificadas en bancos. Esta formación fue depositada en ambiente marino de aguas someras y circulación restringida, su edad es del Barremiano medio hasta Albaniano inferior.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 10 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Formación Une (Kiu)

El nombre fue dado por Hubach, E. (1957b, p.47), para representar un conjunto de areniscas que afloran en la vía Bogotá–Villavicencio, entre las poblaciones de Chipaque y Cáqueza, está constituida por areniscas cuarzosas grises amarillentas, de grano fino a grueso, algo micáceas con estratificación fina a maciza, dentro de esta se presentan delgadas intercalaciones de lutitas negras. Su edad según Burgl y Campbell es Albiano – Cemomaniano según dataciones en Choachi y en la vía Une – fosca. Esta formación corresponde a la formación KI y Caballos en el departamento del Huila.

Formación Chipaque (Kic)

El nombre fue dado por Hubach, E. (1931b), para designar la parte del grupo Villeta, esta unidad está constituida por lutitas negras con intercalaciones esporádicas de calizas principalmente hacia la parte inferior alta, en la parte superior presenta intercalaciones de areniscas cuarzosas grises claras a oscuras de grano fino estratificadas en bancos. Esta se depositó en un ambiente marino de aguas poco profundas y circulación restringida, con un rango de edad que va desde el Cenomaniano superior hasta el Coniaciano.

Grupo Guadalupe (Ksg):

Nombre dado por Hubach (1931) a un conjunto de areniscas de grano fino a medio, fuertemente cementadas, bien seleccionadas, con dominio de cuarzo. Su localidad tipo se encuentra por la carretera Albán – Facatativá presentando una morfología escarpada. Pero definida formalmente por Pérez y Salazar (1978). Este grupo se divide en:

- ^{gci} Formación Arenisca Dura: Nombre propuesto formalmente por Pérez y Salazar (1978); para la unidad litoestratigráfica que descansa concordantemente y transicionalmente sobre la sucesión monótona de lutitas fisiles y grises de la Formación Chipaque y que es suprayacida por una secuencia de arcillolitas, arcillolitas silíceas y liditas de la Formación Plaeners. La sección tipo se encuentra en el cerro El cable (oriente de Bogotá), con un espesor de 449m, está constituida por ocho conjuntos de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, en estratos gruesos, en un 63.8% y 36.2% de limonitas, arcillolitas y liditas.
- ^{gci} Formación Plaeners: Nombre propuesto formalmente por Pérez y Salazar (1978); para la unidad litoestratigráfica que reposa concordantemente

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 11 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

sobre la Formación Arenisca Dura y suprayace a la Formación Arenisca de labor, en la sección tipo presenta un espesor de 73m, está representada por arcillolitas, liditas, limonitas y en menor proporción areniscas de grano muy fino.

^{gci} Formación Arenisca Labor – Tierna: Formalizada por Pérez y Salazar (1978); al oriente de Bogotá, la Arenisca de Labor presenta un espesor de 177m. Comienza por capas muy gruesas de arenisca que se intercalan con capas muy delgadas de arcillolitas. La Formación Arenisca de Labor es separada de la Formación Arenisca Tierna por 19m de arcillolitas y lodolitas; la Arenisca Tierna con un espesor de 49m, se diferencia de la Arenisca de Labor por presentar capas muy gruesas de arenisca con tamaño de grano más grueso. Las Formaciones Arenisca de Labor y Arenisca Tierna y el segmento que los separa, se agrupan como una sola unidad cartográfica dada su similitud litológica y su expresión morfológica, se establece desde el techo de la Formación Plaeners Hasta la base de la Formación Guaduas.

Formación Guaduas (Kpg):

El término Guaduas fue empleado por Hettner, A. (1892), para designar todos los sedimentos que en la región de Bogotá se encuentran por encima de la Grupo Guadalupe. Hubach, E. (1957a), restringe el sentido del Guaduas, quedando limitado en su parte inferior por el Guadalupe y en la superior por la Arenisca Cacho.

Su localidad tipo la estableció entre los Boquerones de Lenguaque y Guachetá. Las características litológicas de la formación suponen un ambiente marino litoral a continental, la edad de la formación Guaduas fue establecida por Van der Hammen (1957b, p. 88) como Maestrichtiano–Paleoceno).

Características físicas de la roca en el área tipo:

a) Conjunto Inferior: Conformado esencialmente por arcillolitas gris oscuras hasta fosilíferas hacia la base y hasta 130 m limonitizadas, presentan intercalaciones de lodolitas y capas delgadas de areniscas de grano fino con estratificación ondulosa, se considera un espesor de 220 m, hacia el techo, se presenta una secuencia de 90 m con mantos de carbón explotable intercalados con capas delgadas de lodolitas, limolitas con laminación lenticular y areniscas. Espesor en el área de Bogotá: En el flanco occidental del sinclinal

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 12 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

de Usme -Tunjuelito se presenta un espesor máximo de 70 metros (INGEOMINAS, 1988).

b) Conjunto Medio: Está determinado por dos niveles de areniscas. En la base una secuencia de 30 m de areniscas de grano fino a medio en capas delgadas a medias de geometría cuneiforme las cuales se encuentran intercaladas con limolitas y lodolitas de laminación plano paralela, este segmento es conocido como Arenisca La Guía. Sobre este segmento se encuentran 620 m de intercalaciones de mantos de carbón hasta de 3 m de espesor con secuencias de lodolitas laminadas, limolitas y esporádicas capas de arenisca de grano muy fino y nódulos de siderita, este conjunto conforma la parte productiva de la formación Guaduas; la parte superior de este segmento constituye un conjunto de areniscas de grano fino con estratificación plano paralela y conglomerados de intraclastos, la cual conforma el nivel de Arenisca Lajosa que compone el conjunto arenoso más destacado de la formación. Espesor en el área de Bogotá: En el sector del río San Cristóbal presenta un espesor de unos 280 metros (INGEOMINAS, 1988).

c) Conjunto Superior: Consta de 220 m de limolitas y arcillolitas en capas gruesas y muy gruesas de colores rojizos, verdosos y azulosos intercalados con areniscas de grano medio dispuestas en capas medias cuneiformes. Espesor en el área de Bogotá: En el flanco occidental del Anticlinal de Bogotá presenta un espesor de 324 metros (INGEOMINAS, 1988).

Formación Cacho (Pgc):

Propuesto por Sheibe (1918) como Arenisca del Cacho y adoptado por Julivert (1963) de la CSPG, el nombre de esta unidad procede del Pico del Cacho, ubicado al SW de Zipaquirá (Cundinamarca). Edad Paleoceno Medio a Superior.

En el sentido de Hubach (1957), la formación Cacho queda comprendida entre las arcillolitas del miembro superior de la formación Guaduas hacia la base en contacto neto erosivo e inconforme progresivo de Oeste a Este, y las arcillolitas de la formación Bogotá en la parte superior en contacto neto y concordante; aflora a lo largo de los sinclinales de Sisga, Siecha, Sesquilé, Teusacá, Usme, Checua- Lenguaque, Río Frío, Subachoque y anticlinal de Guatavita.

Características físicas de la roca en el área tipo:

En general la formación se compone de areniscas de grano fino a grueso de color pardo a blanco y rosado, son friables con textura ripiosa, hacia la base

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 13 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

de la unidad presentan estratificación cruzada, presentan intercalaciones con capas delgadas a medias de arcillas abigarradas. Esta unidad arenosa se destaca por expresiones de relieve formando crestones.

Designada como formación por Campbell, C. (1962, p. 23), la formación está constituida por areniscas cuarzosas blanco amarillentas, friables, con estratificación cruzada e intercalaciones de lentes de arcillolita, esta unidad fue depositada en un ambiente fluvial, de edad según Van der Hammen (1957b, p. 89) Eoceno inferior.

Formación Bogotá (Pgb):

Hubach, E. (1957b, 98–99), considera como formación Bogotá a un conjunto de arcillas y areniscas, esta unidad se depositó en un ambiente lagunar cercano a la costa. De edad Paleoceno–Eoceno Inferior.

La Formación Bogotá se encuentra concordantemente encima de la Arenisca del Cacho en los Sinclinales de Tunjuelo, Bogotá–Cajicá–Checua, Teusacá, Sesquilé, y Siecha–Sisga. Está compuesta casi exclusivamente por arcillolitas abigarradas (grises, violáceas, moradas y rojas), bien estratificadas, con algunos bancos de areniscas micáceas grises de grano fino hacia la parte superior de la unidad. Tiene un espesor variable entre 800 m y 2000 m (Julivert, M., 1963).

Formación Regadera (Pgr):

La Formación Regadera o Arenisca de La Regadera se encuentra de manera discordante encima de la Formación Bogotá en los Sinclinales de Tunjuelo / Siecha – Sisga. Está compuesta por areniscas cuarzosas y cuarzo feldespáticas, poco cementadas por arcillas, de grano medio a grueso, en bancos muy gruesos, y por capas de conglomerados guijarrosos. Alternando con las areniscas y los conglomerados hay delgadas capas de arcillolitas rosadas o rojizas. Hacia la base son frecuentes los niveles de conglomerados guijarrosos lenticulares. Su espesor total, muy variable, alcanza hasta 1800 m (Julivert, M., 1963).

Formación Usme (Pgu):

Propuesto por Hubach (1957) para designar las lodolitas que afloran en la parte superior del Sinclinal de Usme, Julivert (1963) distingue un nivel de lutitas en la base y uno arenoso al tope. El nombre proviene de la población de Usme

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 14 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

(Cundinamarca). Con base en datos palinológicos se le asigna una edad de Eoceno Superior a Oligoceno Inferior. Su ubicación se restringe al sinclinal de Usme donde se define la sección tipo, descansa sobre la formación Regadera en contacto discordante y al tope se encuentra cubierta por depósitos no litificados de las formaciones Tilatá, Marichuela y Sabana.

Características físicas de la roca en el área tipo:

En general la secuencia se compone por lodolitas grises claras, con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo y feldespato, finas, en capas medias paralelas, se definen dos niveles, el inferior de 100 m compuesto por arcillolitas cafés y grises y el miembro superior de 200 m compuesto por arcillolitas limosas varicoloreadas con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, al tope de la formación aparecen capas de lignito y restos de materia orgánica. Espesor en el área: En el núcleo del Sinclinal de Usme se calcula un espesor de algo más de 300 metros, no aflora el tope.

Formación Tilatá (NgQt):

La Formación Tilatá fue descrita originalmente por Sheibe. R. (1933) en la región de la Hacienda Tilatá, en el cañón del Río Bogotá, 4 km al SW de Chocontá. También se encuentra en el valle de Sisga-Chocontá- Villapinzón, en el valle de Guasca, el valle alto del Neusa, en el Páramo de Guandoque, en el valle de Subachoque, en Mancilla-Tudela-Corito (Facatativá), en la altiplanicie Bojacá- La Herrera, y por debajo de la Formación Sabana en buena parte de la parte plana de la Sabana de Bogotá.

Está compuesta por gravas, gravillas, arenas, limos, arcillas, turbas, y numerosos niveles de piroclastos finos, en capas lenticulares, poco consolidadas. Alcanza un espesor variable entre 10 cm y unos 300 m.

^{gc1} Depósitos Cuaternarios (Q): Comprende todos aquellos depósitos de edad relativamente reciente, los cuales según su origen se pueden clasificar en:

^{gc1} Depósitos Coluviales: Son producto de alteración (generalmente de alteración física). Desplazados por la pendiente hacia abajo, por medio de gravedad, exclusivamente; estos depósitos se acumulan principalmente en la base de la pendiente en forma de conos de derrubio, montones de derrumbe y masas de deslizamiento, son angulares y de

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 15 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

tamaño heterogéneo, localizados en la pata de los taludes en zonas de pendiente media a baja.

- ^{gci} Depósitos Aluviales: Son producto de alteración, denudación y erosión que se traslada por las corrientes permanentes de los ríos y se depositan en el cauce del río en la terraza de inundación, son de tamaño y forma heterogénea. Se localizan principalmente cerca de los cauces de los ríos.
- ^{gci} Depósitos Glaciales: Son depósitos transportados y depositados por el hielo o por el agua de deshielo. Están formados por tillitas y morrenas. Su composición es muy heterométrica y la distribución es altamente errática. Los depósitos fluvio-glaciares contienen fracciones desde gravas gruesas a arcillas; están algo clasificadas y su granulometría decrece con la distancia frente al glaciar. Localizados en la parte alta del complejo de paramo.

1.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL

Para entender de manera general algunos aspectos de la geología regional que explicarían a nivel local la existencia de ciertas estructuras de plegamiento y fallamiento es necesario entender la tectónica regional, producto del levantamiento de la Cordillera Oriental, la cual es descrita a continuación.

Marco Tectónico Regional

Según Dimaté et al. (2002) los Andes Colombianos son una amplia zona de deformación continental que vincula 3 dominios tectónicos:

- (1). El cratón suramericano en el oriente, (2). El Complejo Caribeño en el norte y (3). Las placas de Cocos y Nazca.

La convergencia relativa entre estas placas es absorbida principalmente por la subducción a lo largo de la cuenca colombo-ecuatoriana, la fosa caribeña del norte y por la deformación a lo largo de zonas de fallas activas y principales paralelas a los piedemontes de las cordilleras Oriental, Central y Occidental.

La Cordillera Oriental se conformó mediante múltiples fases de deformación a lo largo de la historia geológica. La primera fase de orogenia registrada es de mediados del Cretácico (cerca de 100 millones de años) y continuó de manera lenta hasta mediados del Terciario. El pulso de levantamiento más fuerte fue

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 16 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

desde finales del Mioceno hasta finales del Plioceno o inicios del Pleistoceno (cerca de 2 millones de años). Está conformada mediante un estilo estructural de cabalgamientos de escama gruesa que alcanza grandes profundidades, en convergencia este y oeste (estructura en flor).

A nivel regional la Cordillera Oriental muestra diferentes estilos estructurales:

- ^{GCI} El Dominio Norte: Ubicado entre Tunja y Bucaramanga, caracterizado por pliegues y fallas con acimut N-NE, consistentes con un acortamiento en dirección E-SE.
- ^{GCI} El Dominio Central (que incluye la Sabana de Bogotá): Ubicado entre Tunja y el Páramo de Sumapaz, se caracteriza por pliegues apretados y fallas con dirección NS y NNE en el flanco occidental y por cabalgamientos escalonados en el flanco oriental; dichos cabalgamientos constituyen los bordes de la amplia meseta denominada Sabana de Bogotá.
- ^{GCI} El Dominio Sur: Al sur del Páramo de Sumapaz correspondiente a la zona de estrechamiento de la Cordillera, caracterizado en su flanco oriental por fallas principales de alto ángulo orientadas hacia el NE, con componente transpresivo y el flanco occidental por fallas de cabalgamiento convergencia oeste y pliegues anchos y elongados.

Plegamiento

En la zona que hoy ocupa el complejo de paramo Cruz Verde-Sumapaz, la cordillera muestra estructuras que ofrecen una dirección NE-SW sensiblemente paralela al eje general de la Cordillera Oriental y los pliegues presentan un cabeceo hacia el sur del área de estudio.

Las principales estructuras de plegamiento a nivel regional se describen a continuación:

Sinclinal de San Juan

Estructura de dirección N-S aN5°E, de extensión no mayor a 10km, simétrica, con cierre hacia el sur (cuadrícula D-5), en el cual su flanco occidental se encuentra truncado por la Falla de Manzanares, y su continuación en el sentido norte está enmascarada por la presencia de la Falla de Sardinata. Su núcleo está constituido por las formaciones Chipaque, Cáqueza, Une y Fómeque.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 17 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Sinclinal Colombia

Se presenta a lo largo del Río Cabrera; Su nombre proviene del municipio de Colombia (Huila). Es un sinclinal asimétrico, con el flanco occidental buzando entre 25° y 35° al este y el flanco oriental con buzamientos que varían entre 40° y 50° al oeste. El sinclinal está limitado al oeste por la Falla de Altamizal que se encuentra limitándolo con el Anticlinal de San Pedro. Este sinclinal fue el último en generarse en la zona probablemente en el Oligoceno superior-Mioceno inferior, dando lugar a la acumulación espesa de sedimentos que posteriormente dieron origen a rocas terciarias.

Sinclinal de Usme

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

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

Anticlinal de Bogotá

Esta denominación ha sido usada ampliamente, para designar el anticlinal situado en los cerros orientales de Bogotá, entre el Alto de Chipaque y la vereda el Hato, sobre la carretera Bogotá – La Calera (McLaughlin, 1975). El núcleo de esta gran estructura está en rocas de la Formación Chipaque o en las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor Tierna. Los flancos usualmente están afectados por fallas, como la de Bogotá que afecta el flanco occidental y la falla de Nemocón que afecta el flanco oriental.

Anticlinal de Ambicá

Localizado a 5 km al sur del municipio de Colombia, forma una cuña estructural entre los tres pliegues que lo circundan, se encuentra limitado por las fallas de San Miguel, Ambica y Altamira. Es un pliegue amplio poco desarrollado, su eje tiene una dirección aproximada de N40°E. En su núcleo presenta rocas de la

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 18 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

formación Chipaque y el grupo Guadalupe y en los flancos rocas de la formación Guaduas.

Fallamiento

La región oriental de Colombia comprende el territorio localizado al Este del sistema de fallas de Romeral sobre el franco Occidental de la cordillera Central caracterizada por presentar una corteza continental que se extiende hasta la Orinoquia – Amazonia, sobre el Escudo de Guyana.

Sistema de Fallas del Borde Llanero

También conocido como sistema frontal de la cordillera Oriental está asociado con una reactivación de antiguas fallas originadas durante la edad jurásica y cretácica, este sistema de fallas se encuentra cerca del complejo de paramo. El sistema tiene un gran desplazamiento inverso o cabalgante con una componente horizontal en sentido lateral derecho, siendo su tasa de desplazamiento moderada a baja. Los rasgos neotectónicos predominantes son los escarpes de falla a lo largo de varias decenas de kilómetros desarrollados en abanicos cuaternarios. También son comunes las terrazas basculadas, los pliegues recientes y los cabalgamientos de rocas terciarias sobre sedimentos cuaternarios del borde llanero (París y Romero, 1.994).

Falla de Bogotá

La Falla de Bogotá bordea los cerros orientales de la Sabana (Monserrate y Guadalupe) y se extiende desde el Páramo de Sumapaz al sur de la Sabana hasta el norte de la ciudad de Bogotá y probablemente continué más al norte fosilizada por los depósitos cuaternarios.

Esta falla presenta un rumbo general N100E y es inversa con vergencia al Occidente; desde el sector de Usme hasta Usaquén, el salto va disminuyendo progresivamente, es así como al sur cabalgan rocas de la Formación Labor-Tierna sobre rocas de la Formación Bogotá (Usme) y luego sobre las formaciones Cacho y Guaduas hasta desaparecer las evidencias de la falla.

Falla de Ambicá

Atraviesa la parte suroriental del municipio de Dolores, con rumbo N30°E, buzamiento promedio de 30° al oriente y una extensión de 30 Km. Se caracteriza por servir, localmente de contacto entre la Formación Gualanday Inferior y la Formación Gualanday Medio, aunque en algunos sectores su trazo

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 19 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

no es claro. En la vereda Ambicá la falla produce el volcamiento de las rocas cretáceas y terciarias y la repetición de parte de la secuencia de la Formación Gualanday Medio.

Sistema de Fallas de Soacha

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

Sistema de Fallas de Algeciras

Bajo el nombre de sistema de fallas de Algeciras se integran las fallas que tienen que ver con el levantamiento de la cordillera oriental, con un estilo tectónico transpresivo donde se destaca el movimiento lateral derecho y estructuras de cabalgamiento que en superficie se interpretan como estructuras en flor, ligadas a la falla principal que presenta mayor inclinación (Velandia et al., 2001), la vergencia general de este sistema es hacia el noroccidente. A este sistema de falla se asocian otras fallas como la de Algeciras y Altamira presentes en el entorno regional del complejo de paramo de Cruz Verde Sumapaz.

Falla de Altamira

Se trata de un ramal de la continuación hacia el nororiente del sistema de fallas de Algeciras. Esta estructura cabalga rocas precámbricas y paleozoicas sobre rocas del paleógeno y cretácico presenta vergencia al noroccidente y orientación general N40°E. Se encuentra principalmente en el municipio de Colombia en el departamento del Huila.

Falla de San Miguel

Afecta en superficie rocas sedimentarias del paleógeno y neógeno al sur y oriente del municipio de Colombia tienen vergencia al noroccidente y orientación aproximada de N60°E.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 20 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Falla de San Marcos

También afecta rocas del paleógeno y neógeno hacia el nororiente del municipio de Colombia en el Huila, su vergencia es hacia el occidente y la orientación aproximada es N30°E.

Sinclinal de Cabrera

El Sinclinal de Cabrera se localiza al noroccidente de la plancha 284, y toma su nombre del Municipio de Cabrera situado al norte en la plancha 265, donde la estructura ha sido cartografiada. Este pliegue es una estructura con cierre al sur, posee un eje axial con dirección N25E y una longitud de 25 km en la zona cubierta por la plancha 284. El Sinclinal de Cabrera presenta en su núcleo rocas de la Formación Lodolitas de Fusagasugá y en sus flancos rocas de la Formación Guaduas, siendo limitado al oriente por la Falla La Cascada. Esta estructura es la continuación del extenso Sinclinal de Colombia.

A nivel local, en la zona de influencia de las vías se encuentra el sinclinal de Cabrera al occidente, mientras que no se tienen estructuras geológicas importantes sobre el trazado de las vías.

1.5 GEOLOGIA LOCAL ⁴

Para esta zona de encuentran diferenciados los siguientes tipos de formas:

1.5.1 DEPOSITOS CUATERNARIOS

En la Plancha 265 Icononzo se reconocieron cinco tipos de depósitos: Morrenas, fluvio-glaciares, terrazas altas, coluviones y aluviales.

1.5.1.1 Morrenas (Qm)

Son notables los depósitos de morrena, tipo lateral y terminal, que se localizan en las laderas, depósitos localizados en las lagunas de Rincón, Bocagrande y Larga (cuadrante A8 y A10). Estos depósitos consisten en una masa de bloques angulares, desde algunas decenas de centímetros hasta 10 m de diámetro, especialmente de areniscas de cuarzo, en una matriz arenoarcillosa, sin selección alguna; presentan una morfología de relieve moderado, en cuchillas, paralelas a las corrientes actuales y con extensiones hasta de 2 km. Según

⁴FUENTE: GEOLOGÍA DE LAS PLANCHAS 170, VÉLEZ, 190 CHIQUINQUIRÁ, COLOMBIA Carlos E. Ulloa M. Erasmo Rodríguez M. INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS, Bogotá, julio de 1979. Recuperado de <https://www.sgc.gov.co>

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 21 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Oppenheim (1940) y Van Der Hammen (1957), en el Páramo de Sumapaz se han presentado varios eventos de glaciación, con los cuales se puede asignar una edad de Pleistoceno a las morrenas que se presentan en el área de estudio. Helmes (1990) distingue cuatro "complejos" de morrenas diferentes. que del más reciente al más antiguo son Complejo de morrenas 4, formado cerca de 13.000 – 12.400Bp, Complejo de morrenas 3, formado cerca de 18.000 – 14.000Bp, Complejo de morrenas 2, formado cerca de 22.500 – 19.500Bp, Complejo de morrenas 1, formado durante el pleniglacial medio.

1.5.1.2 Depósitos Fluvioglaciares (Qfg)

Se reconocieron fotogeológicamente en el páramo de Sumapaz (D11, E11), al occidente de las lagunas de La Guitarra, El Gallo, El Cobre y a lo largo de la Quebrada La Conejera, siendo estos los de mayor extensión. Consisten en cuerpos sedimentarios que cubren rocas más antiguas, a lo largo de pequeñas quebradas que se infieren tuvieron un origen asociado a drenajes provenientes de glaciares. Están constituidos por bloques y cantos, angulares a subredondeados, de areniscas, provenientes del Grupo Guadalupe – Olini y de rocas del Paleozoico, los cuales se encuentran embebidos en una matriz de arena gruesa a arcilla.

1.5.1.3 Terrazas Altas (Qta)

Se presentan a lo largo de algunos ríos y quebradas en el sector del Valle Superior del Magdalena (A 1), abarcando áreas muy pequeñas. Está conformada por cantos finos a medios, redondeados e imbricados.

1.5.1.4 Depósitos Coluviales (Qc)

Son los que se desarrollan sobre las laderas al pie de los escarpes, asociados generalmente con fallas, acumulando cantos de diferentes tamaños, siendo el de mayor extensión el depósito coluvial ubicado al sur del Sinclinal de San Juan. (G 7 y H 7)

1.5.1.5 Depósitos Aluviales (Qal)

Se encuentran restringidos a los drenajes principales y secundarios (A 9, A3, E4 y A10), generalmente donde se observa un cambio de pendiente en el drenaje. Estos depósitos consisten en bloques, redondeados y subredondeados, especialmente de areniscas de cuarzo, en una matriz no consolidado de arenas y arcillas; presentan una expresión morfológica plana.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 23 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

Los paisajes deben ser caracterizados a su vez por su topografía, forma, posición relativa, desnivelación y condiciones de vecindad; por tipo de topografía se distinguen los valles, planicies, altiplanicies, montañas y piedemonte; por forma se diferencian debido a la ondulación del terreno así: plano, ondulado, colinado y escarpado. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas presentes en el entorno regional del páramo.

En términos regionales el complejo de paramo de Cruz Verde – Sumapaz, se encuentra localizado dentro de la estructura geomorfológica de cordilleras de plegamiento, en la provincia fisiográfica de la cordillera oriental, dentro del gran paisaje de montaña.

Paisaje de Montaña (M).

El paisaje de montaña ocupa gran extensión de la cordillera oriental y a su vez del complejo de paramo de Cruz Verde – Sumapaz, se extiende desde los 700 hasta los 3700 msnm, estas montañas son el resultado de la fuerte acción tectónica que, al disponer en distinta forma los estratos mediante levantamiento, plegamiento y fallamientos dieron origen a los diferentes tipos de relieve. Algunos de estos relieves fueron remodelados por procesos glaciares y periglaciares originando circos, campos de artesas y campos de morrenas.

En el paisaje de montaña dominan los relieves quebrados y escarpados con pendientes de diferente forma y longitud, los drenajes son muy profundos de mediana a poca amplitud generalmente en forma de V, de tipo dendrítico a subdendrítico.

Relieve Montañoso Estructural Denudativo

Cuesta: En este tipo de relieve la inclinación de los estratos varia de 7 a 12%, las laderas son estructurales largas y rectilíneas poco disectados. Los escarpes son de longitud corta a media de gradiente superior al 75%. Se localizan en alturas cercanas a los 1500 msnm.

Los crestones: Son un tipo de relieve que presenta entre los 700 y 3200m de altitud, se caracterizan por tener laderas asimétricas, largas, comúnmente rectilíneas, con inclinación entre el 25–50%, con disecciones profundas, poco densas, los escarpes son fuertemente empinados con una inclinación que supera el

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 24 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

75%.

Las crestas homoclinales: Generalmente se encuentran asociadas a los crestones por lo que sus características posicionales, morfográficas y morfométricas son parecidas diferenciándose solo por el grado de inclinación de las laderas estructurales, son abruptas, terminadas comúnmente en forma aguda por lo que se les conoce como cuchillas.

Los espinazos: Son otro tipo de relieve estructural del paisaje de montaña, se caracteriza por la presencia de estratos alternos de diferente consistencia (areniscas y arcillolitas), con una inclinación de 10 a 30°. Los escarpes son muy empinados e irregulares con pendientes mayores al 75%.



Figura 3. Relieve montañoso estructural presente en el entorno regional del complejo de paramo. Se puede observar claramente el buzamiento de los estratos.⁶

Relieve Montañoso Colinado Denudacional

Son relieves cuya altura y morfología actuales no dependen de plegamiento ni volcanismo, sino de procesos exógenos; las diferencias en el modelado

⁶ FUENTE: Google Earth

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 25 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

dependen de la naturaleza del material y de las propiedades del regolito y suelos, los que a su vez dependen de los climas, pasado y actual.

Filas y vigas: Este tipo de relieve se encuentra con mucha frecuencia el área de estudio, se encuentran en todos los pisos térmicos desde el muy frío hasta el cálido, presentan crestas longitudinales ramificadas, con laderas abruptas modeladas por escurrimiento concentrado dejando valles en forma V profundos.

El relieve es quebrado y escarpado, formado por un eje mayor largo y estrecho y numerosos ramales que semejan el techo de una casa, las cimas son estrechas, convexas, de pendientes entre 3-12% y las laderas largas rectilíneas con gradientes entre 25-50 y 50-75%. El patrón de drenaje es dendrítico a subdendrítico, de densidad media a baja.



Figura 4. Imagen de filas y vigas, del paisaje de montaña denudacional, donde se puede observar el tipo de drenaje y su relieve ⁷

GCI Relieve Glacial

El relieve glacial es el que se deriva de la acción del paso del hielo sobre la superficie de las rocas y de la acumulación de la carga que es capaz de

⁷ FUENTE: Google Earth

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 26 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

transportar. En las zonas localizadas en altitudes de 3200m, que corresponden a clima frío y extremadamente frío, se presentan circos y campos de artesas producto de la acción glacial pasada. Estas geoformas muestran relieve con pendientes entre 12–25% y escarpado con pendientes entre el 50–75% con pendientes mayores en algunos sectores.

GCI Morfo–Dinámica Actual

La morfodinámica presente en la zona de estudio relaciona los procesos denudativos, como: Deslizamientos, fenómenos de erosión hídrica, caídas de roca, áreas mal drenadas, flujos de tierra y de rocas, además de la intervención antrópica. Varios de debido al uso inadecuado del suelo y mal manejo de aguas residuales o de escorrentía entre otros.

GCI Procesos de Reptación

Los procesos de reptación son movimientos de masa de tierra muy lentos, que afecta capas superiores de las laderas especialmente arcillosas. Este proceso se puede evidenciar por pequeñas ondulaciones en el terreno a leves inclinaciones en los árboles o cercados en el área afectada. Este proceso se presenta especialmente sobre las geoformas de origen denudativo, en laderas con pendientes bajas a medias.

GCI Deslizamientos

Los deslizamientos corresponden a movimientos en masa en las cuales grandes volúmenes de suelos o fragmentos de roca fresca se desprenden y desplazan hacia sectores más bajos originando en algunos casos el represamiento de las corrientes de agua y avalanchas con efectos muy destructivos.

Este fenómeno se presenta principalmente en el paisaje de montaña, debido a las pendientes fuertes, la inestabilidad de algunos materiales geológicos, el mal uso del suelo, las talas y quemas indiscriminadas. Esto sumado a que en el paisaje de montaña y piedemonte se encuentra el sistema de fallas del borde llanero, el cual por actividad sísmica hace que estos movimientos se intensifiquen.

GCI Erosión Hídrica

Uno de los grandes agentes que sido causante del modelamiento de las geoformas terrestres ha sido el agua proveniente de las lluvias y abarca la

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 27 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

erosión provocada por el impacto de las gotas en el suelo desnudo arrastrando y transportando partículas de suelo por escurrimiento. Este proceso se presenta sobre las lomas y colinas, que a su vez han sufrido gran parte de su modelado por este fenómeno.

1.7 Movimientos regionales de remoción en masa

En el sitio donde se desarrolló la exploración según la plancha número 265 - B -11, de INGEOMINAS la zona no presenta movimientos regionales o de remoción en masa.

1.8 Vulnerabilidad Sísmica: Según NSR-10 Intermedia

1.9 Riesgos De Avalanchas O Inundaciones

Según el esquema de ordenamiento territorial la zona de estudio no presenta amenaza por inundaciones.

En el contexto regional la zona de estudio se ubica sobre la era Cenozoico del periodo cuaternario sobre Depósitos Aluviales, ver Figura 2. Desde una perspectiva local se presentan Bloques redondeados y subredondeados dentro de una matriz no consolidada de arenas y arcillas.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 28 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

2 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.

2.1 PROYECTO

En el sitio donde se desarrolló la exploración se realizará la pavimentación de un tramo de vía en el Corregimiento de Nazareth, Vereda Nazareth acceso al puente quebrada Chochal de la localidad de Sumapaz, departamento de Cundinamarca, con una longitud de 60 metros aproximadamente la topografía del terreno es ondulada.

2.2 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El objetivo de presente estudio es realizar la exploración y estudio geotécnico del suelo de subrasante de la vía en el Corregimiento de Nazareth, Vereda Nazareth acceso al puente quebrada Chochal de la localidad de Sumapaz, departamento de Cundinamarca, con una longitud aproximada de 60 metros, para posteriormente diseñar la estructura de pavimento más favorable de acuerdo a las consideraciones del proyecto. Es importante anotar que los estudios complementarios necesarios para la evaluación como tránsito, hidráulica, topografía, procesos constructivos no están dentro del alcance del presente estudio sin embargo se darán algunas observaciones.

En la siguiente tabla podemos ver la localización donde se desarrolló el estudio geotécnico y la cantidad de apiques realizados.

Apique	Norte	Este	UBICACIÓN	LONGITUD (m)
1	4°10'14.55''	74°08'45.00''	PR K 0 + 020	60

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 29 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

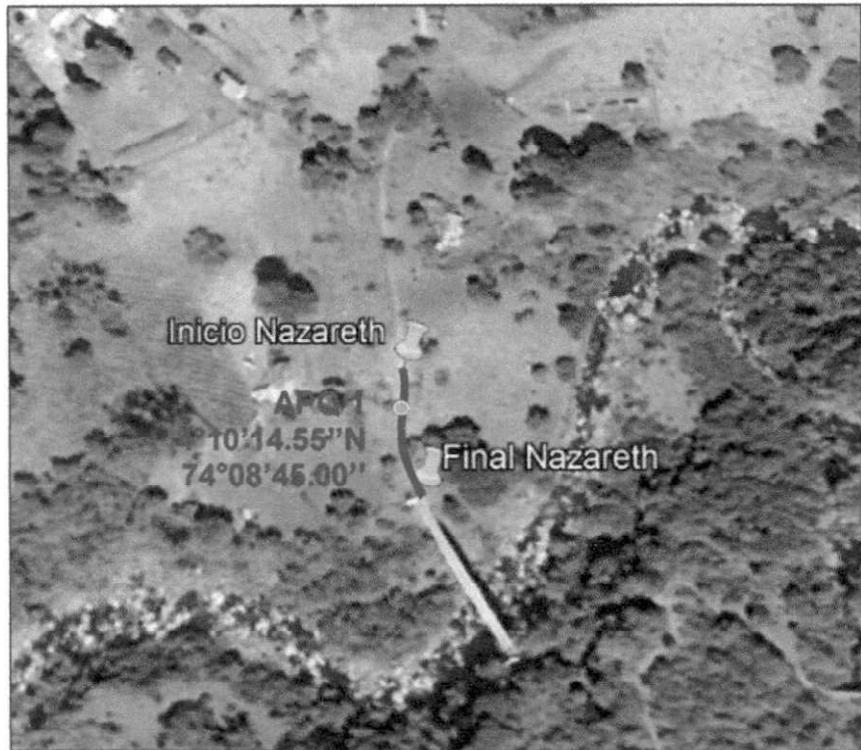


Figura 5. Localización Vía

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 30 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

3 RECOMENDACIONES GENERALES

- ^{GCI} Las características de los suelos encontrados en el sitio de estudio permiten establecer una serie de comentarios finales y recomendaciones que se deben tener en cuenta en los procesos de diseño y construcción de la estructura de la vía a construir.
- ^{GCI} Las características de los suelos definen una única zona geotécnica, el sitio está haciendo parte de depósitos de grava limosa de tipo lacustre, de consistencia regular a pobre con un bajo contenido de humedad.
- ^{GCI} En el contexto regional la zona de estudio se ubica sobre una era geológica de cretácico Superior donde se encuentra la formación paja (Kip).
- ^{GCI} De acuerdo a la implantación de la vía en la topografía de la zona de estudio, se prevén cortes, excavaciones por tal razón deben realizarse con inclinación del talud con relación 1H:2V, para mantener la estabilidad de la excavación a realizar, no obstante si llegase a presentarse presencia de humedad alta es necesario entibar y monitorear para la posible construcción de obras de contención.
- ^{GCI} Las capas instaladas se debe compactar como máximo con 0.20 metros de espesor dependiendo del equipo de compactación de tal forma que se obtengan densidades mayores al 95% con respecto al proctor modificado, adicionalmente en la zona posterior del bordillo de la cuneta se debe instalar material de relleno como atraque para confinar los sectores donde quede sin confinamiento el relleno de la estructura de la vía instalado.
- ^{GCI} Debido a que no se proyectan excavaciones mayores a 3.0 metros de profundidad no se presenta Plan de Contingencia para el presente proyecto.

GCI S.A.S.	ESTUDIO GEOLÓGICO CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL LOCAL DE SUMAPAZ, CORREGIMIENTO NAZARETH VEREDA NAZARETH ACCESO AL PUENTE QUEBRADA CHOCHAL	Página 31 de 31	
		CODIGO 015-19-6-1	Fecha: Abril 2019

^{gci} No se deberá utilizar el uso de sistemas de excavación que pudieran dañar excesivamente el terreno adyacente. Durante la ejecución de los trabajos se tomaran, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno excavado.

^{gci} Los análisis, conclusiones y recomendaciones indicados en este informe están basados en las observaciones de campo, exploración del suelo a nivel puntual y resultados de laboratorio obtenidos de las muestras ensayadas, por lo que cualquier cambio en las condiciones del subsuelo no previstas en el presente documento deben ser informadas al ingeniero de suelos quien modifique o recomiende los ajustes necesarios acordes con la situación.



ING. ESP JIMMY VERGARA SILVA.
M.P. 15202130100
DIRECTOR DE LABORATORIO