

CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOTÉCNICA DE LOS NÚCLEOS
ADQUIRIDOS EN LAS PERFORACIONES REALIZADAS EN EL ALTO DEL
ESCORIAL, EN EL SECTOR DEL PUENTE IMPULSIÓN HASTA PUENTE TONA,
AL NORTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.

PEDRO CAMILO BOHORQUEZ QUIÑONEZ

MANUEL JOSSE J.R OSPINO GOMEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA

2019

CARACTERIZACIÓN PETROGRAFICA Y GEOTÉCNICA DE LOS NÚCLEOS
ADQUIRIDOS EN LAS PERFORACIONES REALIZADAS EN EL ALTO DEL
ESCORIAL, EN EL SECTOR DEL PUENTE IMPULSIÓN HASTA PUENTE TONA,
AL NORTE DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.

PEDRO CAMILO BOHORQUEZ QUIÑONEZ

MANUEL JOSSE J.R OSPINO GOMEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
GEÓLOGO

DIRECTOR

Guillermo Vargas Pieschacón

Geólogo Especialista en Geotecnia Ambiental

CODIRECTOR

Jairo Clavijo Torres

Magister En Geología Aplicada

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA

2019

DEDICADO A

A Dios por ser fortaleza durante toda mi vida..

A mi madre Claudia Rocío por ser un apoyo constante e incondicional durante toda la carrera.

A mi padre Luis Jesús por la ayuda brindada durante todos estos años.

A mi familia por tratarme con cariño y confiar en mí.

Pedro Camilo Bohórquez Quiñónez

A mis padres, Víctor Ospino y Mayra Gómez y a mi hermana Amaíra Ospino por todo el apoyo y amor que me han brindado en mi proceso universitario y mi vida.

A mi familia por su compañía, sus consejos y su ayuda incondicional en cada paso de mi vida.

Gracias por su motivación y ejemplo para superarme cada día y ser una mejor persona y profesional.

Manuel Josse JR. Ospino Gomez

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Guillermo Vargas Pieschacón por darnos la oportunidad de participar en éste proyecto y por su acompañamiento en el desarrollo del mismo.

A la Escuela de Ingeniería Civil por prestarnos sus instalaciones para el desarrollo del proyecto.

A todos los profesores de la Escuela de Geología que muy amablemente siempre estuvieron dispuestos a resolver cualquier duda y ayudarnos con el desarrollo de este proyecto.

A Lucho por su paciencia, colaboración y disponibilidad en los momentos necesarios.

A todos los compañeros de geología los cuales nos ayudaron y acompañaron en todo el tiempo de desarrollo de este proyecto.

A todos muchas gracias.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	20
1.1. OBJETIVO GENERAL:	20
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	20
2. GENERALIDADES	21
2.1. JUSTIFICACIÓN	21
2.2. LOCALIZACIÓN	21
2.3. GEOMORFOLOGÍA	22
2.4. DRENAJES	25
3. MARCO GEOLOGICO GENERAL	26
4. ESTADO DEL ARTE	28
4.1. NEIS DE BUCARAMANGA.....	28
4.2. CUARZO MONZONITA, GRANITO Y PÓRFIDOS CUARZOSOS	29
4.3. FORMACIÓN DIAMANTE	30
4.4. FORMACIÓN TIBURÓN.....	31
4.5. FORMACIÓN BOCAS	32
4.6. FORMACIÓN JORDÁN	33
4.7. FORMACIÓN GIRÓN	33
4.8. FORMACIÓN BUCARAMANGA	34
4.9. DEPOSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO	36
4.10. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	37
4.10.1. Falla de Bucaramanga	37
4.10.2. Falla de Suratá.....	38
5. METODOLOGÍA.	40
5.1. ETAPA 1: RECOPIACIÓN DE BIBLIOGRAFÍA Y ANÁLISIS DE NÚCLEOS DE ROCA	40
5.2. ETAPA 2: CAMPO	41
5.3. ETAPA 3: LABORATORIO	41

5.4. ETAPA 4: INTERPRETACION DE DATOS DE LABORATORIO Y CAMPO	42
5.5. ETAPA 5: REALIZACIÓN DEL INFORME	43
6. RESULTADOS	44
6.1. NEIS DE BUCARAMANGA	46
6.2. CUARZO MONZONITA, GRANITO Y PORFIDOS CUARZOSOS	55
6.3. VOLCÁNICO	60
6.4. FORMACIÓN TIBURÓN	64
6.5. FORMACIÓN BOCAS	65
6.6. FORMACIÓN GIRÓN	66
6.7. FORMACIÓN BUCARAMANGA	76
6.8. DEPÓSITOS CUATERNARIOS	77
6.8.1. Depósitos aluviales	78
6.8.2. Depósitos coluviales	79
6.8.3. Depósitos de terraza fluvial	80
6.9. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	81
6.9.1. Falla Bucaramanga	82
6.9.2. Falla Suratá	85
6.9.3. Falla los Angelinos	86
7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO	87
7.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS DE ROCA	87
7.1.1. Sondeo: PE-i. Km 1+995	88
7.1.2. Sondeo: PS-I. Km2+154	91
7.1.3. Sondeo: VP1-i-Bis, Km2+770	94
7.1.4. Sondeo: Vp2d-Bis, Km2+850	97
7.1.5. Sondeo: Vp4-i-Bis, Km3+300	100
7.1.6. Sondeo: 4 km3+430	102
7.1.7. Sondeo: 5 Km 4+525	104
7.1.8. Sondeo: P9-i km4+861	106
7.1.9. Sondeo: P10-d km4+880	109
7.2. ANÁLISIS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE	111
7.3. PROCEDENCIA	120

8. DISCUSIÓN	123
9. CONCLUSIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio, imagen tomada de Google Earth en mayo del 2018.	22
Figura 2. Prensa utilizada para el análisis de presión simple, ubicada en el laboratorio de ingeniería civil de la UIS.....	42
Figura 3. Mapa geológico del área de estudio. (Véase en el Anexo A).	455
Figura 4. Mapa de estaciones geológicas del área de estudio. (Véase en el Anexo B)	46
Figura 5. Afloramiento del Neis de Bucaramanga en el cual es apreciable la estructura bandeada.	47
Figura 6. Afloramiento del Neis de Bucaramanga meteorizado en el cual es apreciable la foliación.	48
Figura 7. Foto Sección PM-05 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	49
Figura 8. Foto Sección PM-010 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	50
Figura 9. Foto Sección PM-03 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	52
Figura 10. Foto Sección PM-04 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	53
Figura 11. Foto Sección PM-09 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	554
Figura 12. Foto afloramiento la banda ígnea muy fracturado y meteorizado.	55
Figura 13. Foto Sección PM-08 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	57
Figura 14. Triángulo de Streckeisen con las líneas de porcentaje composicional para nombrar la roca ígnea.....	58
Figura 15. Foto Sección PM-02 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	59
Figura 16. Triángulo de Streckeisen con las líneas de porcentaje composicional para nombrar la roca ígnea.....	60
Figura 17. Afloramiento de la roca volcánica diaclasada.	611
Figura 18. Foto Sección PM-01 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.	62
Figura 19. Triángulo de Streckeisen con las líneas de porcentaje composicional para nombrar la roca ígnea.....	63
Figura 20. Afloramiento del contacto geológico entre la Formación Girón y la Formación Tiburón.....	64
Figura 21. Afloramiento del contacto geológico entre la Formación Bocas y la Formación Tiburón.....	65
Figura 22. Afloramiento del contacto geológico entre la Formación Bocas y la Formación Girón.	66

Figura 23. Afloramiento del conglomerado con matriz arenolodosa de la Formación Girón; los círculos representan los clastos de aproximadamente 5cm de grosor ..	67
Figura 24. Afloramiento de la milonita presente en la Formación Girón generado por las fallas.....	68
Figura 25. Foto Sección PM-06 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se	69
Figura 26. Triángulo de clasificación textural con las líneas de porcentaje de los tamaños de grano para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.	71
Figura 27. Triángulo de clasificación composicional con las líneas de porcentaje para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.....	72
Figura 28. Foto Sección PM-07 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los minerales presentes.....	73
Figura 29. Triángulo de clasificación textural con las líneas de porcentaje de los tamaños de grano para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.	74
Figura 30. Triángulo de clasificación composicional con las líneas de porcentaje para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.....	75
Figura 31. Afloramiento de contacto geológico entre la Formación Bucaramanga y la Formación Bocas.	76
Figura 32. Deposito aluvial en la rivera del río Suratá, el cual se encuentra al lado de una terraza aluvial generada por el mismo río.	78
Figura 33. Depósito coluvial generado por la caída de clastos del Neis de Bucaramanga.....	79
Figura 34. Depósito de terraza aluvial suprayaciendo el Neis de Bucaramanga, generada por el desplazamiento del río Suratá.	80
Figura 35. Foto panorámica mostrando los lineamientos asociados a las fallas presentes en el área de estudio.....	81
Figura 36. Diagrama de rosas de diaclasas asociadas a la falla Bucaramanga. ...	83
Figura 37. Diagrama de rosas de planos estriados asociados a la falla Bucaramanga.....	84
Figura 38. Diagrama de rosas de diaclasas asociadas a la falla Suratá.	85
Figura 39. Muestra del K1+975: carga máxima 125 KN	112
Figura 40. Muestra del K2+850: carga máxima 115 KN	112
Figura 41. Muestra del K3+300: carga máxima 14 KN	113
Figura 42. Muestra del K3+430: carga máxima 39 KN	113
Figura 43. Muestra del K4+525: carga máxima 51 KN	114
Figura 44. Muestra del K4+880: carga máxima 50 KN	114
Figura 45. Muestra del K4+965: carga máxima 32 KN	115

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio del proyecto.....	22
Tabla 2. Porcentajes composicionales de la roca ígnea para realizar la clasificación en el triángulo de Streckeisen.....	57
Tabla 3. Porcentajes composicionales de la roca ígnea para realizar la clasificación en el triángulo de Streckeisen.....	59
Tabla 4. Porcentajes composicionales de la roca ígnea para realizar la clasificación en el triángulo de Streckeisen.....	63
Tabla 5. Porcentajes texturales encontrados en la sección delgada.	70
Tabla 6. Porcentajes texturales recalculados para realizar la clasificación textural.	70
Tabla 7. Porcentajes composicionales encontrados en la sección delgada para realizar la clasificación composicional.	71
Tabla 8. Porcentajes texturales encontrados en la sección delgada.	73
Tabla 9. Porcentajes texturales recalculados para realizar la clasificación textural.	74
Tabla 10. Porcentajes composicionales encontrados en la sección delgada para realizar la clasificación composicional.	75
Tabla 11. Descripción para este trabajo del sondeo PSM-ISQ, Km1+995.....	88
Tabla 12. Continuación de la descripción del sondeo PSM-ISQ.....	89
Tabla 13. Descripción para este trabajo del sondeo PS-I, Km2+154.....	91
Tabla 14. Continuación de la descripción del sondeo PS-I.....	92
Tabla 15. Descripción para este trabajo del sondeo VP1-i-Bis, Km2+770.....	94
Tabla 16. Continuación de la descripción del sondeo VP1-i-Bis.....	95
Tabla 17. Descripción para este trabajo del sondeo Vp2d-Bis, Km2+850.	97
Tabla 18. Continuación de la descripción del sondeo Vp2d-Bis, Km2+850.	98
Tabla 19. Descripción para este trabajo del sondeo VP4-i-Bis, Km3+300.....	100
Tabla 20. Descripción para este trabajo del sondeo 4, Km3+430.....	102
Tabla 21. Descripción para este trabajo del sondeo 5, Km4+525.....	104
Tabla 22. Descripción para este trabajo del sondeo P9-i, Km4+861.	106
Tabla 23. Continuación de la descripción del sondeo P9-i, Km4+861.	107
Tabla 24. Descripción para este trabajo del sondeo P10-d, Km4+880.	109
Tabla 25. Continuación de la descripción del sondeo P10-d, Km4+880.	110
Tabla 26. Datos y cálculos de resistencia de roca.	1166
Tabla 27. Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981).....	1177
Tabla 28. Clasificación de rocas según resistencia.	1199
Tabla 29. Procedencia de los clastos según características litológicas.	12020

ANEXOS

(ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

Anexo A. MAPA GEOLOGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Anexo B. MAPA DE ESTACIONES GEOLÓGICAS ÁREA DE ESTUDIO.

Anexo C. CATALOGO PETROGRAFICO DE SECCIONES DELGADAS.

Anexo D. CATALOGO FOTOGRAFICO DE SECCIONES DELGADAS.

Anexo E. DESCRIPCION LITOLOGICA DE SONDEOS.

Anexo F. CATALOGO FOTOGRAFICO DE SONDEOS.

Anexo G. TABLA DE DATOS ESTRUCTURALES ASOCIADOS A LA FALLA BUCARAMANGA.

Anexo H. TABLA DE ESTACIONES GEOLOGICAS Y DATOS ESTRUCTURALES.

Anexo I. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE SONDEOS REALIZADA POR LA EMPRESA CONSORCIO DISEÑOS VIALES

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOTÉCNICA DE LOS NÚCLEOS ADQUIRIDOS EN LAS PERFORACIONES REALIZADAS EN EL ALTO DEL ESCORIAL, EN EL SECTOR DEL PUENTE IMPULSIÓN HASTA PUENTE TONA, AL NORTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA*

AUTORES: PEDRO CAMILO BOHÓRQUEZ QUIÑÓNEZ; MANUEL JOSSE JR. OSPINO GÓMEZ**

PALABRAS CLAVE: Colombia, Santander, Bucaramanga, Alto del escorial, Compresión Simple, Núcleos, Geología, Geotecnia, Petrografía, Puente, Sondeos, Cartografía.

DESCRIPCIÓN:

El Consorcio Diseños Viales, a lo largo de la carretera Bucaramanga-Matanza, realizó una serie de sondeos de roca, los cuales, para este trabajo, se tomaron aquellos localizados en los puentes Impulsión, Zaragoza y Tona con el objetivo de reinterpretarlos y caracterizarlos de una manera geológica y geotécnica. Para esto se delimitó una zona a escala 1:10000 en las periferias de la carretera y el río Surata con el fin de llevar un control de campo y realizar una nueva cartografía litológica de las unidades aflorantes de la zona, las cuales corresponden a: Neis de Bucaramanga, Cuarzo monzonita y Granito, Formación Tiburón, Formación Bocas, Formación Girón, Formación Bucaramanga y diferentes depósitos cuaternarios aluviales, coluviales y de terraza; estos depósitos están compuestos por clastos de rocas de todo tipo que provienen de las unidades ubicadas río arriba como Tonalita, Esquistos de Silgará y Formación Jordán, además de las mismas unidades aflorantes de la zona de estudio. También se registró un cuerpo ígneo volcánico sin reportar, clasificado como cuarzo-lacita.

Con los análisis petrográficos se identificaron: neis biotítico, neis cuarzo-feldespático, neis silimanítico, anfibolita y migmatita, que hacen parte de la unidad Neis de Bucaramanga.; rocas ígneas clasificadas como cuarzodiorita y monzogranito; y cuarzo-arenitas y subarcosas pertenecientes a la formación Girón.

Por medio de ensayos de compresión simple se determinó que las rocas más resistentes son la cuarzodiorita y cuarzo-lacita; por otra parte, las más débiles corresponden a neis biotítico.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacón.

ABSTRACT

TITLE: PETROGRAPHIC AND GEOTECHNICAL CHARACTERIZATION OF THE CORES ACQUIRED IN THE PERFORATIONS CARRIED OUT AT THE ALTO DEL ESCORIAL, IN THE SECTOR OF THE IMPULSION BRIDGE UNTIL BRIDGE TONA, NORTH OF THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA.*

AUTHORS: PEDRO CAMILO BOHÓRQUEZ QUIÑÓNEZ; MANUEL JOSSÉ JR. OSPINO GÓMEZ**

KEY WORDS: Colombia, Santander, Bucaramanga, Alto del escorial, Simple Compression, Rock Cores, Geology, Geotechnics, Petrography, Bridge, Probes, Cartography.

DESCRIPTION:

The Consorcio Diseños Viales, along the Bucaramanga-Matanza highway, conducted a series of rock drilling, which, for this work, were taken those located at the Impulsión, Zaragoza and Tona bridges with the aim of reinterpreting and characterizing them in a geological and geotechnical way. For this, a 1: 10000 scale area was delimited in the peripheries of the road in order to carry out a field control and make a new lithological cartography of the outcrops units of the área; which correspond to: Neis de Bucaramanga, Cuarzo monzonita y Granito, Formación Tiburón, Formación Bocas, Formación Girón, Formación Bucaramanga and different alluvial, colluvial and terrace quaternary deposits; these deposits are composed of clasts of rocks of all kinds that come from the units located upstream of the Suratá river as Tonalita, Esquistos de Silgará and Formación Jordán, in addition to the same outcropping units of the study area. An unreported volcanic igneous body was also recorded, classified as quartz-lacite.

With the petrographic analysis the following rocks were identified: biotic neis, quartz-feldespathic neis, silimanic neis, amphibolite and migmatite, which are part of the unit Neis de Bucaramanga; igneous rocks classified as quartzodiorite and monzogranite; and quartz-arenites and subarcosas belonging to Formación Girón.

Through simple compression tests it was determined that the most resistant rocks are quartz-diorite and quartz-lacite; on the other hand, the weakest correspond to biotic neis.

* Bachelor Thesis.

** Facultad de Ingenierías Físico-químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacón.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los noventa se vienen generando estudios geológicos y geotécnicos para el proyecto del Alto del Escorial a cargo del Consorcio Diseños Viales, donde se planea construir una nueva carretera entre las ciudades de Bucaramanga y Cúcuta. En el presente trabajo se utilizaron los sondeos de roca extraídos por parte del Consorcio en el proyecto “Actualización de estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga - Alto del Escorial” en el año 2013, los cuales se encuentran ubicados a lo largo de la vía que de Bucaramanga conduce al municipio de Matanza.

Guiándose con esta vía y la localización de los sondeos ubicados en los puentes Impulsión, Zaragoza y Tona, se delimitó una zona de estudio a una escala 1:10000, donde se centra el análisis de este trabajo y en la cual se mejora el detalle de la cartografía litológica. En ella se encuentran diferentes unidades aflorantes como Neis de Bucaramanga, Cuarzo monzonita y granito, Formación Tiburón, Formación Bocas, Formación Girón y Formación Bucaramanga, además de diferentes depósitos cuaternarios aluviales, coluviales y de terraza.

Conociendo lo anterior, el presente trabajo se centra en mejorar la caracterización geológica y geotécnica de los sondeos de roca a través de una detallada reinterpretación de estos, puesto que la descripción realizada por el Consorcio Diseños Viales se muestra geológicamente pobre. De igual forma se realiza un análisis de resistencia de las principales rocas encontradas en los sondeos, el cual es de gran importancia conocer para la construcción de los futuros puentes y túneles que se tenían planeados en el proyecto de la nueva carretera.

Para la caracterización geológica también se incluyó un análisis microscópico por medio de secciones delgadas en el cual se diferenciaron las características de las principales unidades aflorantes de la zona. Además de una toma de datos

estructurales con su respectivo análisis para definir las estructuras que controlan la zona.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL:

Realizar una interpretación geológica y geotécnica con el material de los núcleos de perforación del Consorcio Diseños Viales en la vía Bucaramanga-Matanza, mediante interpretación petrográfica de las rocas encontradas, junto con ensayos de compresión inconfiada, y una actualización cartográfica del área de estudio a una escala 1:10000.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterización petrográfica de Rocas mediante el análisis de muestras obtenidas en las perforaciones y con la elaboración de algunas secciones delgadas de las muestras de los núcleos de perforación más representativas de las unidades encontradas.
- Definir la resistencia de las muestras más representativas mediante ensayos de compresión inconfiada.
- Realizar la actualización de la cartografía geológica de la zona de estudio a escala 1:10000.
- Establecer la procedencia de los líticos identificados en los núcleos de perforación correspondientes a depósitos: fluviales y coluviales que se identifiquen en el área de estudio.

2. GENERALIDADES

2.1. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de grado se hace con el fin de dejar un aporte significativo a la litoteca de la universidad ya que es un soporte técnico de información para los núcleos presentes en esta misma, evitando que se vuelva solo un depósito de rocas sin ningún tipo de información valiosa, así mismo, se busca beneficiar el conocimiento científico, tanto geotécnico como geológico, del proyecto “Actualización de Estudios y Diseños a Nivel de Fase III Bucaramanga - Alto del Escorial” realizado por el Consorcio Diseños Viales en el año 2013, que consistió en la extracción y análisis de núcleos de roca en diferentes localidades, a lo largo de la carretera que de Bucaramanga lleva hasta el municipio de Matanza, desde el Kilómetro 0 hasta el 33; para la construcción de puentes y túneles que generen una nueva vía entre Bucaramanga y Cúcuta. En este trabajo se busca complementar los informes de los núcleos presentados para la construcción de la vía y los diferentes puentes que permiten el acceso al alto del escorial, puesto que solo tienen una descripción superficial realizada por el consorcio. Con este mismo enfoque se han elaborado tesis de grado por parte de otros estudiantes de la UIS (González, W. Patiño, A. 2017; Niño, M. 2018), que cubren las zonas aledañas a la carretera Bucaramanga-Matanza entre los km 10 y km 13; así mismo se tienen proyectados otros trabajos de grado que, junto al nuestro, complementan la carretera desde el km 0 hasta el km 18.

2.2. LOCALIZACIÓN

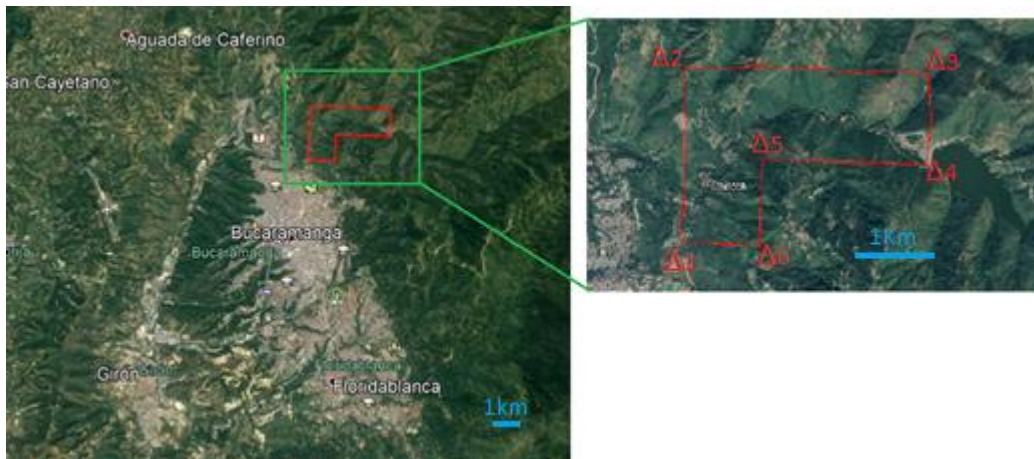
El área de estudio, la cual consta de 4 Km² se encuentra en el departamento de Santander, a aproximadamente 3 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga hacia el

norte, en la vía que conduce al municipio de Matanza y está limitada por el polígono formado por los vértices con coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio del proyecto.

	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5	Δ_6
X	1'282.000N	1'284.000N	1'284.000N	1'283.000N	1'283.000N	1'282.000N
Y	1'106.000E	1'106.000E	1'109.000E	1'109.000E	1'107.000E	1'107.000E

Figura 1. Área de estudio, imagen tomada de Google Earth en mayo del 2018.



2.3. GEOMORFOLOGÍA

La zona de estudio se encuentra topográficamente entre las curvas de nivel de 700 hasta 1050 msnm, la cual corresponde a una zona con pendientes variadas que van desde moderadas a altas. La geoformas presentes corresponden a aquellas que están principalmente asociadas a procesos estructurales causadas por la influencia

de las fallas Suratá y Bucaramanga, procesos fluviales causados por el río Suratá y sus afluentes, y procesos denudacionales formadas por el relieve de alta pendiente.

Según el Glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas del Servicio Geológico Colombiano del 2014¹, se identificaron las siguiente geoformas:

Geoformas Fluviales:

- Terrazas Altas y Bajas que se encuentran paralelas al margen derecho de la corriente principal corresponden a plataformas sedimentarias de baja pendiente escalonadas.
- Valles en V. Formados por el río Suratá, presenta vertientes laterales con fuertes pendientes donde el mismo río erosiona verticalmente, son típicos en los cursos altos de los ríos.
- Abanico aluvial: formado cuando una corriente de agua que fluye rápidamente entra en una zona más tendida y su velocidad disminuye, extendiéndose su cauce en abanico, en general a la salida de un cañón en una llanura plana.

Geoformas Denudacionales:

- Cerros residuales de cimas redondeadas a planas, de laderas rectas a convexas, largas a muy largas, de pendientes escarpada asociadas a desarrollo de suelos residuales gruesos. Su origen se asocia a procesos de meteorización diferenciales intensos que han actuado en climas húmedos tropicales antiguos.
- Conos de talud que presentan forma de lóbulo, localizados en la base de los escarpes con formas angostas en el ápice y redondeadas hacia el extremo, cuyas pendientes varían entre inclinadas a abruptas, las laderas son de longitudes cortas a medias con formas convexas y cóncavas hacia la parte distal. Son producto de la acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares que se desprendieron

¹ Servicio Geológico Colombiano. Glosario de unidades y subunidades geomorfológicas. 2014.

por procesos de meteorización acentuada de las partes altas. Se incluyen en este tipo de geoforma los conos generados por actividad tectónica actual o subactual.

Geoformas Estructurales:

- Espolón: Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos.
- Espolón facetado: Saliente que en conjunto conforma sierras colinadas con pendiente inclinada a abrupta. Su origen se relaciona al fallamiento que genera truncamiento a manera de facetas triangulares y a procesos de erosión diferencial en unidades de distinta resistencia.
- Espolón festoneado: Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas, pendiente muy inclinada a muy abrupta, forma recta a cóncava, dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas definiendo salientes cortas y largas. La geoforma está constituida por la alternancia de niveles duros y blandos altamente disectados.
- Lomo de falla: Prominencia topográfica de morfología alomada, con laderas cortas a muy cortas, forma convexa y pendiente abrupta a escarpada, localizados a lo largo de una falla de rumbo y formados por el efecto combinado del desplazamiento lateral y la geometría del plano de falla que determina la expulsión de un bloque de terreno. Se caracteriza por su alto fracturamiento y estructuras de tipo flor positiva.

2.4. DRENAJES

El área de estudio se encuentra en la cuenca baja del río Suratá donde confluyen corrientes intermitentes que conforman un patrón de drenaje subparalelo con control estructural, generando cauces en “V”. En este tipo de drenaje los cursos tributarios se ramifican formando ángulos agudos con el cauce principal, cambiando después de dirección de manera que se tornan paralelos al cauce al cual confluyen.

3. MARCO GEOLOGICO GENERAL

El área de trabajo se encuentra en el flanco occidental del Macizo de Santander. Este hace parte de un grupo de cuatro macizos que se reconocen en la Cordillera Oriental de Colombia, en los cuales afloran rocas de basamento cristalino, compuestos mayoritariamente por rocas metamórficas del pre-Devónico y rocas ígneas del pre Cretácico. Las rocas metamórficas del Macizo de Santander se han agrupado en diferentes unidades litológicas, como: Neis de Bucaramanga, Esquistos del Silgará, Ortoneis; las cuales registran los principales eventos de metamorfismo regional que han afectado a éste sector de los Andes septentrionales, y que están relacionados con las orogenias Grenvilliana y Famatiniana (localmente denominada Quetame-Caparonensis), principalmente. Por otra parte, las rocas ígneas del macizo se encuentran representadas en batolitos, stocks, diques, flujos lávicos y materiales volcanoclásticos y volcanosedimentarios, y se encuentran ampliamente distribuidas en la región (Mantilla et al. 2016)²; Estos cuerpos son de composición mayoritariamente ácida a intermedia. También sobre los flancos del macizo y en sus depresiones tectónicas, afloran rocas sedimentarias de edades Paleozoicas, Mesozoicas, Terciarias y Cuaternarias. (Mantilla et al. 2009)³;

Para el presente trabajo, basándose en la plancha H-12 descrita por Ward et al 1973⁴; se encuentran aflorantes unidades metamórficas, sedimentarias e ígneas, denominadas en ese trabajo como: Neis de Bucaramanga, Formación Diamante,

² MANTILLA, Luis, et al. Geocronología U-Pb de los Cuerpos Porfíricos del Distrito Aurífero de Vetas-California (DPTO de Santander, Colombia). En: Boletín de Geología. Junio, 2009. Vol. 31, no. 1, p. 32.

³ MANTILLA FIGUEROA, Luis; GARCÍA RAMÍREZ, Carlos y VALENCIA, Víctor. Propuesta de escisión de la denominada "Formación Silgará" (Macizo de Santander, Colombia), a partir de las edades U-Pb en circones detríticos. En: Boletín de Geología. Abril, 2016. Vol. 38, no. 1, p. 33.

⁴ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973.

Formación Tiburón, Cuarzo Monzonita y granito y Formación Bucaramanga. Seguido de un depósito cuaternario de aluvión.

Principalmente está controlada por la falla Bucaramanga-Santa Marta la cual atraviesa el área de trabajo, esta falla la describe Ward como: una falla de rumbo (strikeslip) de grandes proporciones debido a su longitud y rectitud. Cerca de Bucaramanga la falla muestra desplazamientos verticales con movimiento ascendente y hacia el oeste del bloque oriental. Regionalmente, influyó en el desarrollo del Valle del Magdalena y el levantamiento del Macizo de Santander.

El área de estudio también está atravesada con una dirección noreste por la falla Suratá, que está aproximadamente paralela al río Suratá. Esta falla tiene desplazamiento vertical que se estima en por lo menos 2.100 m, suponiendo un espesor de 1.000 m para la sección del cretáceo. (Ward et al. 1973)⁵.

⁵ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973,. p. 109

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. NEIS DE BUCARAMANGA

Se propuso en primera instancia este nombre por Ward en 1973 haciendo referencia principalmente al conjunto de rocas metasedimentarias de alto grado, que consisten principalmente de paraneis pelítico, semipelítico y arenáceo; esquisto y cantidades subordinadas de neis calcáreo, mármol, neis hornbléndico y anfibolita; también están presentes zonas de migmatitas. La localidad tipo se ubica al oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, justo al este de la ciudad de Bucaramanga. (Ward et al. 1973)⁶.

Ward dividió la unidad en 3 fajas. La primera se encuentra al este del área metropolitana de la ciudad, extendiéndose hacia el norte hasta el batolito de Rionegro, al noreste está cubierta por las rocas de la formación Silgará, el lado oriental está limitado por el Batolito de Santa Bárbara y termina en punta hacia el sur entre este batolito y la Falla de Bucaramanga en el área de Cepitá, donde aparece al oeste de la misma falla.

La segunda faja del Neis de Bucaramanga (la central) se extiende desde el área de Berlín, en la parte norte de la plancha H.13 hacia el norte, y, desde el área California-Cachirí hasta el área de Morro Nevado, al oeste de Mutiscua. Hacia el oeste está cubierta por rocas sedimentarias del Mesozoico y del Cretáceo. Hacia el este y sur, cubierto por las rocas de más bajo grado de la Formación Silgará.

⁶ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 12

La tercera y más pequeña faja del Neis de Bucaramanga (la oriental) se encuentra cerca de Chitagá y al sur de Pamplona. Aquí el neis está en bloques fallados y separados. (Ward et al. 1973)⁷.

En general, las litologías predominantes en el Neis de Bucaramanga son: neis cuarzo feldespático, de grano medio a grueso, compuesto por cuarzo (40%), feldespato potásico (35%), plagioclasa de tipo oligoclasa (10%) y en algunas ocasiones anfíbol (8%), cuando se encuentra biotita > 20% se clasifica como neis cuarzo feldespático biotítico; neis anfibólico, el cual presenta bandas de color verde oscuro alternado con bandas blancas de cuarzo y feldespato potásico y/o plagioclasa y está compuesto por hornblenda (40%), cuarzo (10%), plagioclasa (12%) y feldespato potásico (30%); y anfibolita, que se caracteriza por un alto contenido de hornblenda (70%) de color verde a amarillo, grandes cristales de granate (12%), plagioclasa (2%) y piroxeno en menor cantidad. (Urueña, 2014)⁸.

4.2. CUARZO MONZONITA, GRANITO Y PÓRFIDOS CUARZOSOS

Se denominó por Ward en 1973 como: Intrusiones pequeñas de cuarzomonzonita, granito, pórfido cuarzoso y escasas de granodiorita, de Colores gris rosado a gris claro y ante claro, están distribuidos en la Formación Silgará y en el Neis Bucaramanga en la parte norte de los H-12 y H-13. Muchas de éstas se hallan al este del Batolito de Rio negro; otras intrusiones y masas como silos, ocurren al norte y noreste del cuerpo principal de la cuarzomonzonita de La Corcova. Pequeños stocks están localizados en el área de la gran curva del río Suratá, al sur. Al suroeste

⁷ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 12

⁸ URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth. Metamorfismo, Exhumación y Termocronología del Neis de Bucaramanga. (Macizo de Santander, Colombia). Tesis de Magíster en Ciencias Geología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2014. p. 5.

de Matanzas contienen roca porfírica. La mayor parte de estas se encuentran profundamente meteorizadas y es difícil obtenerlas frescas.

Las citadas intrusiones de cuarzomonzonita y granito difieren algo entre sí en textura y composición. Algunas rocas color gris claro se asemejan a la cuarzomonzonita de La Corcova porque tienen la misma textura sacaroide y la biotita uniformemente diseminada, aunque son de grano medio más bien, que de grano fino. Algunas masas contienen moscovita y parecen a ciertas rocas de borde del Batolito de Rionegro. Unas pocas son de color rosado como alguna monzonita del mismo batolito. (Ward et al. 1973)⁹.

4.3. FORMACIÓN DIAMANTE

La sección tipo de esta formación se encuentra en las canteras de Cementos Diamante S.A y hacia el noroeste a lo largo de la antigua carretera Bucaramanga. Rio negro, donde esta se extiende a lo largo del lado oriental de la quebrada La Mona por una distancia aproximada de 2 km. (Ward et al. 1973)¹⁰.

Ward dividió la formación en 3 secciones: la sección inferior está conformada por areniscas de grano fino a medio, color púrpura oscuro a gris púrpura oscuro de dureza variable y con intercalaciones de arcillolita de color semejante. Algunas de las areniscas son feldespáticas y micáceas y otras de la parte media, de grano grueso a conglomeráticas, con guijos de cuarzo. La sección del medio contiene shale gris oscuro con intercalaciones de caliza del mismo color en la mitad inferior y arcillolita limosa gris verdoso en la superior. La sección superior se conforma de caliza cristalina de grano fino a medio, ligeramente arcillosa, color gris oscuro, con

⁹ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 33

¹⁰ Ibíd. p. 44

pequeñas cantidades de arcillolita limosa o arenisca arcillosa interacaladas en algunos niveles (Ward et al. 1973)¹¹.

4.4. FORMACIÓN TIBURÓN

Definida por Ward et al. (1973), para referirse a la parte superior de la serie Suratá de Dickey. La sección tipo aflora al norte de la ciudad de Bucaramanga, en inmediaciones del club Los Tiburones, a lo largo del sector sur del río Suratá. (Ingeominas. 2001)¹².

Esta unidad presenta conglomerados muy compactos, cuyos espesores varían entre 5 y 20 m, conformados por guijos de caliza, dolomita, arenisca y chert negro; de formas subangulares a subredondeados, de 2 a 10 cm de diámetro, incluidos y firmemente cementados en una matriz calcárea, gris, de grano fino a medio. Localmente se hallan algunos guijos de cuarzo hasta de 5 mm de diámetro. (Ingeominas. 2001)¹³.

Existen niveles de caliza gris clara a oscura, masiva, ligeramente arcillosa, cristalina, de grano fino a medio, micácea, con venas rellenas de calcita de espesor variable, principalmente del tipo micrita intraclástica; los espesores son variables pero en promedio van de 1.5 a 7 m. Se observan limolitas grises a gris oscuras, en algunas ocasiones con tonalidades rojizas, de dureza media, calcáreas, arcillosas, ligeramente micáceas; sus espesores varían entre los 4 a 25 m. También existen

¹¹ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 44

¹² Ingeominas Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, 2001. p. 11

¹³ Ibíd. p. 11

niveles de areniscas de grano fino, con cemento calcáreo, de colores gris rojizo, cuyos espesores están entre 1 y 3 m. (Ingeominas. 2001)¹⁴.

Según Ward et al. (1973)¹⁵, su edad está comprendida entre el Carbonífero Superior - Pérmico Medio y Triásico; y afirman que el espesor puede alcanzar entre 450 a 500 m.

4.5. FORMACIÓN BOCAS

La Formación Bocas fue designada primero como "Bocas Series" por Dickey (1941, p.1970) para incluir la serie menos fosilífera desde Puente de Tierra a Bocas que cubre la "Suratá Series" a lo largo de la carretera al norte de Bucaramanga. Después se redefinió con el nombre de Formación Bocas por parte de Ward en 1973. La edad fue determinada con base en conodontes como Jurásico inferior por REMY, et al. (1975). (Ward, et al. 1973)¹⁶.

Esta unidad está constituida por una alternancia de limolitas, areniscas y arcillolitas calcáreas, gris verdosas y gris oscuras, limolitas gris verdosas, con nódulos calcáreos, conglomerados gris verdosos y arcillolitas gris oscuras, fosilíferas, limolitas gris verdosas a rojo grisáceas, levemente calcáreas. Hacia la parte superior se encuentran capas delgadas de rocas volcánicas. (Royero y Clavijo, 2001)¹⁷.

¹⁴ Ingeominas Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, 2001. p. 12

¹⁵ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 44

¹⁶ Ibíd. p. 50.

¹⁷ Royero, J; Clavijo, J. Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear INGEOMINAS, 2001. p. 22

4.6. FORMACIÓN JORDÁN

Descrita inicialmente por Cediel (1968) quien estableció su sección tipo en la pendiente norte del Cañón del Río Chicamocha, 1 km al occidente de la cabecera municipal del Municipio de Jordán, Santander, la Formación Jordán incluye dos facies:

Facies Superior: (200 m) Limolita de color marrón rojizo y arenisca de grano muy fino, bien estratificada en capas de 30 a 80 cm de espesor.

Facies Inferior: (Aprox. 100 m) Principalmente arenisca de grano grueso, gris verdosa, en capas hasta de 1 m de espesor y algunas capas de Shale gris verdoso hasta de 2 m de espesor; algunas capas gruesas, con estratificación cruzada contienen niveles conglomeráticas con guijos hasta de 2 cm de diámetro.

Está constituida por areniscas gris verdosas, de grano grueso a ligeramente conglomeráticas, con estratificación cruzada; intercalados se presentan niveles de arcillolita gris verdosas.

En la parte superior se encuentran intercalaciones de limolitas, color marrón rojizo a rojo grisáceo y areniscas de grano fino en capas medianas. También existen dos capas delgadas de tobas félsicas soldadas. El ambiente de depósito es continental vulcano-clástico. El espesor varía entre 300 y 660 m. (EDU. 2017)¹⁸.

4.7. FORMACIÓN GIRÓN

El nombre "Girón Series" fue usado inicialmente por Hettner (1892) para designar un conjunto grueso de areniscas, conglomerados y limolitas color marrón rojizo que

¹⁸ Empresa de Desarrollo Urbano EDU. Informe Geología y Geomorfología Sector Norte de Bucaramanga, 2017. p. 32

están ampliamente expuestas al oeste de Bucaramanga y toman el nombre de la población de Girón. (Ward et al. 1973)¹⁹. Cediell (1968) realizó un estudio más detallado, en donde en la sección tipo del Río Lebrija, describió y midió un total de 4.650 m y lo dividió en ocho conjuntos litológico, que siete corresponden a las formaciones Girón y uno a Los Santos.

La Formación Girón está compuesta por areniscas de grano medio, grueso a ligeramente conglomerático, de color rojo violáceo, rojo grisáceo y gris verdoso, estratificación cruzada, en capas gruesas, con interestratificaciones de limolitas y lodolitas, de color rojo violeta, grisáceo y algunos niveles delgados de conglomerados con guijos de cuarzo hasta de 4 cm. El espesor de esta unidad varía considerablemente de un sitio a otro, desde unos pocos metros hasta 4.650 m en el Río Lebrija. El ambiente de sedimentación es continental, fluvial a lacustre-fluvial. Su edad fue determinada por Pons (1982) como Jurásico superior-Cretácico inferior (Royer y Clavijo, 2001)²⁰.

4.8. FORMACIÓN BUCARAMANGA

La formación Bucaramanga fue descrita inicialmente por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre el cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el cerro de Palonegro y el río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una

¹⁹ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 57

²⁰ Royero, J; Clavijo, J. Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear INGEOMINAS, 2001. p. 24

superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2° y 7°, y una extensión aproximada de 60 a 80 km². La formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo. (Ingeominas. 2001)²¹.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m. (Ingeominas. 2001)²².

De Porta (1958) divide la formación Bucaramanga en los siguientes niveles: a) un paquete inferior con más de 150 m de espesor, conformado por niveles discontinuos de gravas, clasto soportado, con lentes arenosos intercalados; b) una capa relativamente delgada de 10 a 18 m de espesor, ubicada en la parte intermedia a alta, compuesta de sedimentos arcillosos, la cual se extiende por una buena parte de la terraza; y c) un nivel superior de 8 a 15 m de espesor, constituido por una mezcla de fragmentos angulares gruesos y finos arenosos. teniendo en cuenta las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño y Vargas (1993), propone dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: miembro Órganos (Qbo), miembro Finos (Qbf), miembro Gravoso (Qbg) y miembro Limos Rojos (Qblr). Teniendo en cuenta las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño y Vargas (1993), se propone dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: miembro Órganos (Qbo), miembro Finos (Qbf), miembro Gravoso (Qbg) y miembro Limos Rojos (Qblr). (Ingeominas. 2001)²³.

²¹ Ingeominas. Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, 2001. p. 19

²² Ibíd. p. 19

²³ Ibíd. p. 20

4.9. DEPOSITOS ALUVIALES DEL CUATERNARIO

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen de acuerdo a la altura y posición en los valles. Se dividen en Terrazas Medias (Qal2), Terrazas Bajas (Qal1) y Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Qal).

Depósitos Aluviales de Terrazas Bajas (Qal1). Los mayores depósitos de este tipo conforman el área urbana de Girón, se observan en las márgenes de los ríos de Oro y Frío. Los cortes de terraza, de profundidad inferior a 6 metros, muestran cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas blancas, amarillentas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso con una disposición no uniforme y algunos lentes arenosos.

Depósitos Aluviales de Terrazas Medias (Qal2). Como su nombre lo indica, son depósitos de origen aluvial, de superficie más o menos plana y horizontal, muy poco disectados, ubicados hacia las márgenes de las corrientes de agua principales. Su composición granulométrica es muy similar a la de los conos de deyección descritos en los flujos de escombros, incluso el tamaño máximo de los bloques es también superior a 1 m de diámetro y hay bloques esporádicos de 2 m.

Depósitos Aluviales de Cauce y Llanura de Inundación (Qal). Las principales acumulaciones están localizadas en los valles y llanuras de inundación de los ríos de Oro, Suratá, del Hato y Frío, además de sus quebradas tributarias como la Iglesia, Zapamanga, Suratoque, Aranzoque y en general toda la red hidrográfica que se desarrolla al occidente del Macizo de Santander, en especial las corrientes que entallan, de manera profunda, el abanico aluvial conformado por la formación Bucaramanga. Estos depósitos están compuestos por fragmentos de composición y granulometría muy variable. (Ingeominas. 2001)²⁴.

²⁴ Ingeominas. Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, 2001. p. 30

4.10. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

4.10.1. Falla de Bucaramanga

Falla de Bucaramanga-Santa Marta. Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fallas de rumbo, con movimiento sinistral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento. (Royero y Clavijo, 2001)²⁵

Cerca de Bucaramanga la falla muestra de manera clara desplazamientos verticales con movimiento ascendente y hacia el oeste del bloque oriental y regionalmente, parece ser parte de un sistema de fallas que forma parte del desarrollo del Valle del Magdalena y el levantamiento del Macizo de Santander. Es posible que la Falla de Bucaramanga ha sido el foco de movimientos de estilos diferentes en tiempos diversos. Los últimos movimientos parecen tener relación con el levantamiento del macizo. (Ward et al. 1973)²⁶.

En el territorio del Departamento de Santander se han encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los

²⁵ Royero, J; Clavijo, J. Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear INGEOMINAS, 2001. p. 47

²⁶ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 107

niveles inferiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno (Royero y Clavijo, 2001)²⁷.

4.10.2. Falla de Suratá

Esta falla, que se extiende hacia el noreste desde Bucaramanga, aproximadamente paralela al río Surata, es la más grande de las fallas de dirección noreste sobre el lado oriental de la Falla de Bucaramanga. Cerca de Suratá, donde la Formación Umir del cretáceo Superior está en contacto con la Formación Silgará del Pre-Devónico, el desplazamiento vertical de la falla se estima en por lo menos 2.100 m (suponiendo un espesor de 1.000 m para la sección del Cretáceo). Cerca del borde norte de H-13, donde la falla tiene un rumbo norte. La Formación Girón cubre el Silgará sobre el lado occidental de la falla. La franja angosta de rocas del Cretáceo termina cerca de 1 km al norte del límite del mapa, pero la falla continúa hacia el norte a través de un área sinclinal que contiene rocas de las formaciones Girón y Bocas.

En las rocas cretáceas al este de la falla, se presentan fallas de rumbo que causan repetición de la parte inferior de la sección, como puede observarse a lo largo de la carretera de Suratá a California. Las fallas parecen estar concentradas en los shales de las formaciones Paja y Tablazo. Más arriba, en la sección, hay considerable plegamiento a pequeña escala y contorsión de los estratos que es difícil reconocer en los shales negros inferiores pero que se observan fácilmente en los estratos delgados característicos de la Formación La Luna. (Ward et al. 1973)²⁸.

²⁷ Royero, J; Clavijo, J. Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear INGEOMINAS, 2001. p. 47

²⁸ Ward, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973. p. 107

La Falla de Suratá actualmente es inversa con el bloque noroccidental levantado y también tiene desplazamiento de rumbo lateral derecho, y afecta la Falla Bucaramanga-Santa Marta por lo menos en unos 750 m, al norte de Bucaramanga (Royero y Clavijo, 2001)²⁹.

²⁹ Royero, J; Clavijo, J. Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear INGEOMINAS, 2001. p. 50

5. METODOLOGÍA.

5.1. ETAPA 1: RECOPIACIÓN DE BIBLIOGRAFÍA Y ANÁLISIS DE NÚCLEOS DE ROCA

Para el presente trabajo de grado fue necesario efectuar una recopilación bibliográfica de estudios realizados en la zona de campo. Por lo tanto, se procedió a ejecutar algunas indagaciones en los artículos del boletín de geología de la Universidad Industrial de Santander (UIS), informes geológicos, trabajos de grado anteriores e informes del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Así mismo se realizó un reconocimiento y descripción petrológica de los núcleos de roca colectados por la empresa Consorcio Diseños Viales en los lugares de Puente impulsión, puente Zaragoza y puente Tona, los cuales se hayan en la litoteca de la Escuela de Geología en la UIS; esto con el fin de hacer un reconocimiento pre-campo de las posibles litologías que se encontrarían en el área del proyecto de grado.

Las cajas que contienen los núcleos de roca tienen las coordenadas de donde se extrajeron, lo cual permitió superponer esta información al mapa topográfico de la zona de interés. Las descripciones se hicieron con base en la Guía de Laboratorio de petrología Ígnea y el Manual de Prácticas de Petrología Metamórfica, también se eligieron los núcleos los cuales presentaban una roca basamento para el desarrollo de secciones delgadas y ensayos de compresión simple para la etapa 3.

5.2. ETAPA 2: CAMPO

Posteriormente a los respectivos análisis se programó un calendario con rutas para la realización del análisis de campo para hacer la descripción litológica de los afloramientos y petrológica de las rocas correspondientes a dichos afloramientos, también se tomaron datos estructurales de foliaciones, fallas, diaclasas y planos de estratificación; de igual forma se tomaron muestras de roca para la realización de secciones delgadas para un análisis más profundo de la petrografía de la roca.

La etapa de campo también tuvo como finalidad la elaboración de una cartografía a escala 1:10.000, la realización de estaciones sirvió para una descripción geológica a detalle del área del proyecto de grado.

5.3. ETAPA 3: LABORATORIO

Con los núcleos seleccionados y las muestras de rocas tomadas en campo se prosiguió a la realización de diez secciones delgadas, hechas en el laboratorio de preparación de muestras de la UIS; de estas secciones, 5 corresponden al basamento de los núcleos tanto de litología ígnea como metamórfica, las restantes 5 se repartieron en las diferentes litologías aflorantes en la zona de campo: 2 secciones en las litologías sedimentarias, 2 en las litologías metamórficas y 1 en la litología ígnea.

Posteriormente los 7 núcleos que presentaban un basamento se cortaron para tener una longitud promedio de 10 cm y un diámetro de 4 cm, para la realización de la compresión simple; para este ensayo se debe cumplir estas condiciones, que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad necesarias. La calibración de la máquina no debe ser mayor a 13 meses, para tal ensayo realizado en septiembre de 2018, la última calibración era de mayo del mismo año.

Figura 2. Prensa utilizada para el análisis de presión simple, ubicada en el laboratorio de ingeniería civil de la UIS.



5.4. ETAPA 4: INTERPRETACION DE DATOS DE LABORATORIO Y CAMPO

Durante esta etapa se analizaron los resultados de compresión simple del laboratorio de Ingeniería Civil de la UIS para mirar su resistencia al fracturamiento. Los resultados fueron analizados con la norma INVIAS³⁰ para la clasificación de suelos.

³⁰ INVIAS. NORMA I.N.V.E – 410 – 07. PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO.

También se realiza la respectiva petrografía de las diez secciones delgadas elaboradas para corroborar las litologías encontradas en campo y posteriormente realizar el mapa geológico de la zona de estudio.

5.5. ETAPA 5: REALIZACIÓN DEL INFORME

Con la recopilación de los datos tomados en las fases anteriores se procede a una interpretación geológica del área de estudio y geotécnica de los núcleos de roca teniendo en cuenta el objetivo principal de este proyecto de grado. Por último, con la interpretación de los resultados se procede a realizar el presente informe final entregado a la Escuela de Geología de la UIS.

6. RESULTADOS

La zona de estudio se encuentra desde el K01+950 hasta el K04+965 en la vía que de Bucaramanga conduce al municipio de Matanza. Esta área está comprendida por siete litologías, como unidades aflorantes se encuentran el Neis de Bucaramanga y cuarzo Monzonita, Granito y Pórfidos cuarzosos; y las litologías que las suprayacen: Formación Girón, Formación Bocas, Formación Tiburón, Formación Bucaramanga y depósitos cuaternarios de tipo coluviales y terrazas generadas por el río Suratá. Para realizar la labor de la cartografía geológica se tuvo en cuenta el mapa topográfico de la zona (figura 4) para efectuar las estaciones que sirvieron como base para la elaboración de la cartografía (figura 5). A continuación, se expondrá los resultados de la cartografía a escala 1:10 000 y las estaciones realizadas en campo.

Figura 3. Mapa geológico del área de estudio. (Véase en el Anexo A).

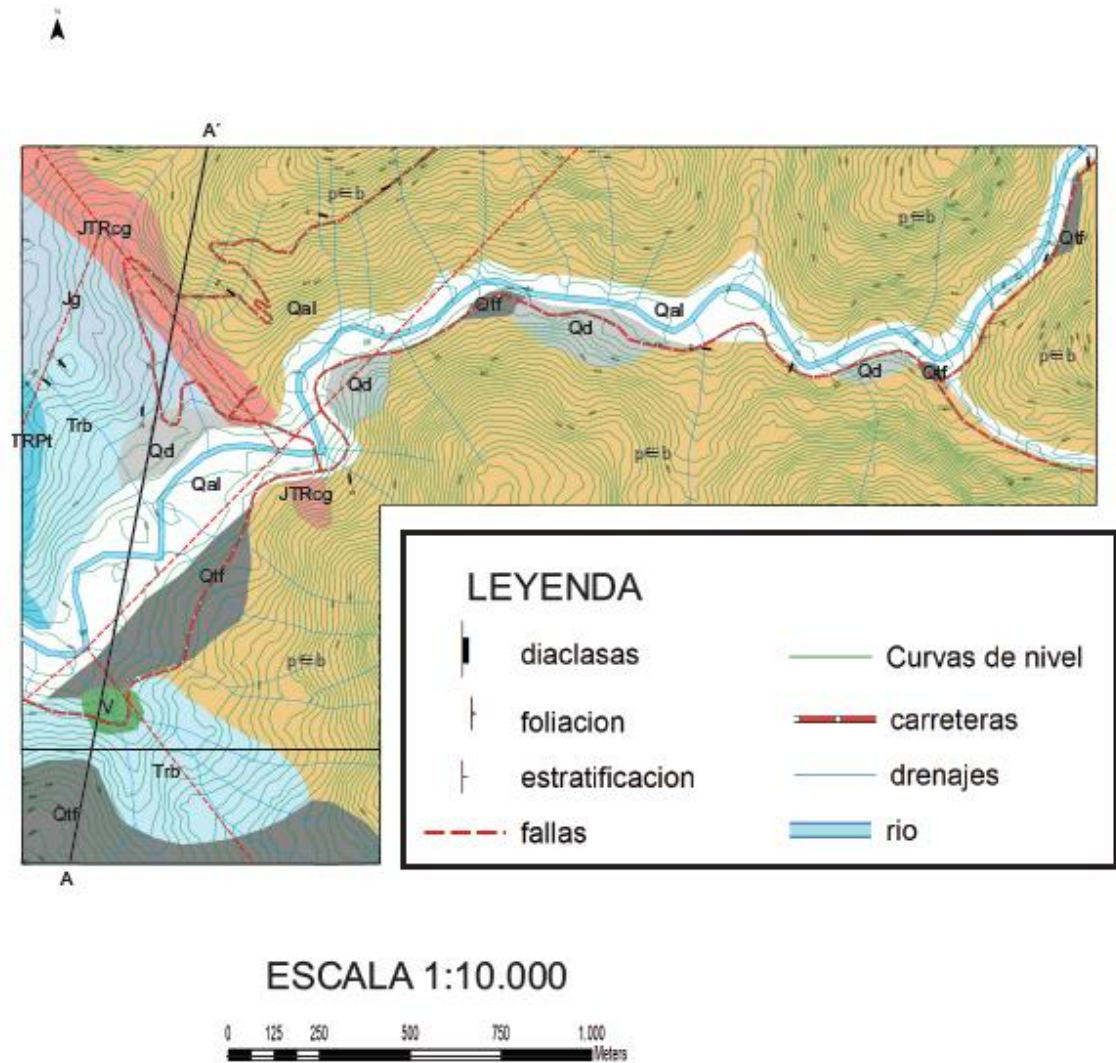


Figura 4. Mapa de estaciones geológicas del área de estudio. (Véase en el Anexo B)



6.1. NEIS DE BUCARAMANGA

En el presente trabajo se observa una distribución en la zona este como un amplio cuerpo de roca. Al noroeste se encuentra en contacto intrusivo con rocas principalmente granítica de la unidad cuarzo monzonita, granito y pórfidos cuarzosos y al suroeste está limitado por el abanico aluvial de Bucaramanga.

Figura 5. Afloramiento del Neis de Bucaramanga en el cual es apreciable la estructura bandeada.



El neis de Bucaramanga aflorante en la zona de estudio se presenta en diferentes litologías, entre ellas se encuentra: (1) Neis cuarzo-feldespático: se encuentra al noreste por la carretera hacia Matanza, presenta estructura bandeada, con estas bandas de color gris claro y blanco (figura 6). (2) neis silimanítico: se encontró al sureste aflorando por la carretera hacia la presa del río Tona, con bandeamiento plegado, de tonalidades claras y oscuras. (3) Neis micáceo: se ubicó al norte y noroeste de la zona, sobre caminos que conducen hacia la vereda Los Angelinos, se encuentra en afloramientos bastante meteorizados, de colores rojizos y negro. (4) Migmatita: encontrada en el centro-este por la carretera hacia matanza, después de la intersección para subir a la represa de Tona, de color blanco que comprende el leucosoma y verde grisáceo que comprende el residuo. (5) Anfibolita: ubicada en la parte central, de tonalidades oscuras de verde a gris.

Figura 6. Afloramiento del Neis de Bucaramanga meteorizado en el cual es apreciable la foliación.



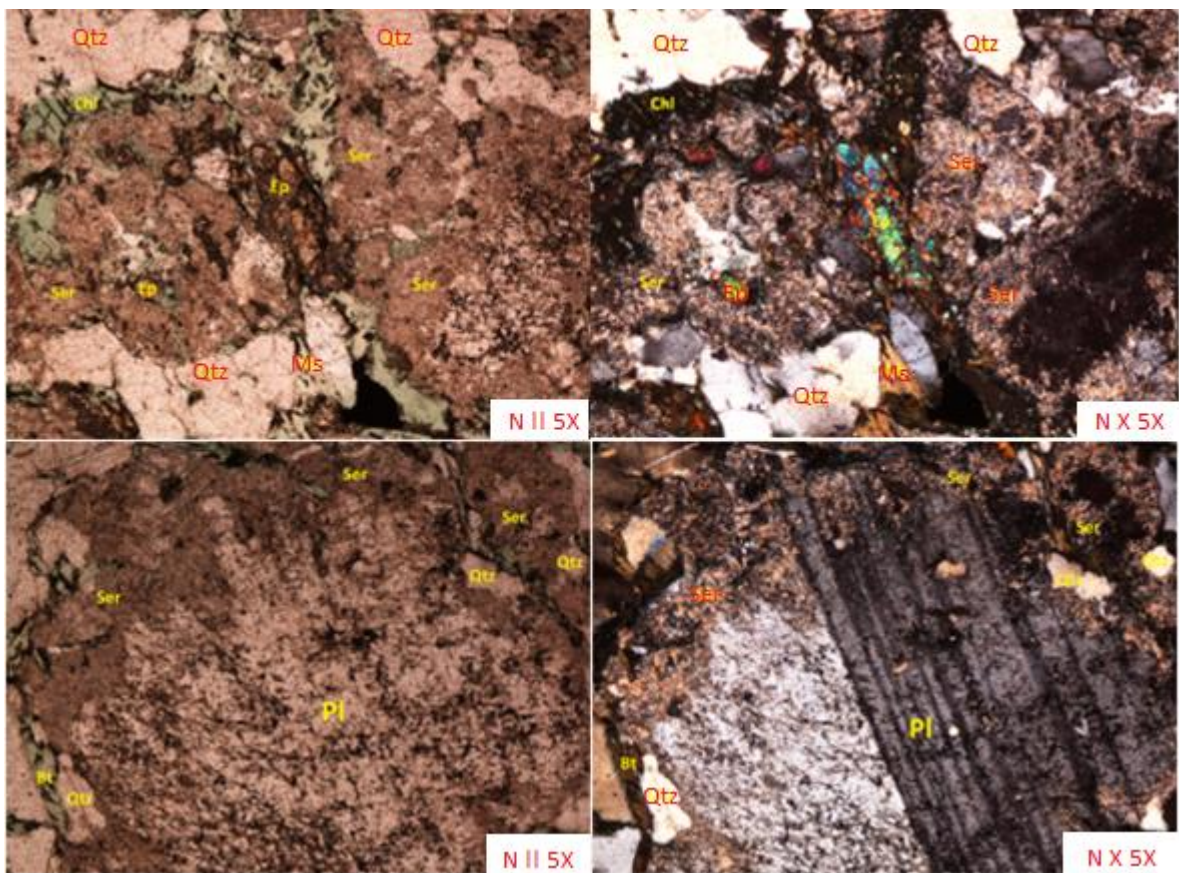
Secciones delgadas:

Cada litología del neis de Bucaramanga se pudo caracterizar mediante microscopía debido a que se realizaron secciones delgadas para cada una. Estas también se pueden apreciar con mayor detalle en el Anexo D.

Sección PM-05:

Muestra tomada del sondeo (núcleo) K4+965m a una profundidad de 1.5m. Roca metamórfica, foliación espaciada no continua y su composición mineral es: Cuarzo, Biotita, Moscovita, Plagioclasas, Sericita, Granate, Epidota y Clorita.

Figura 7. Foto Sección PM-05 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.



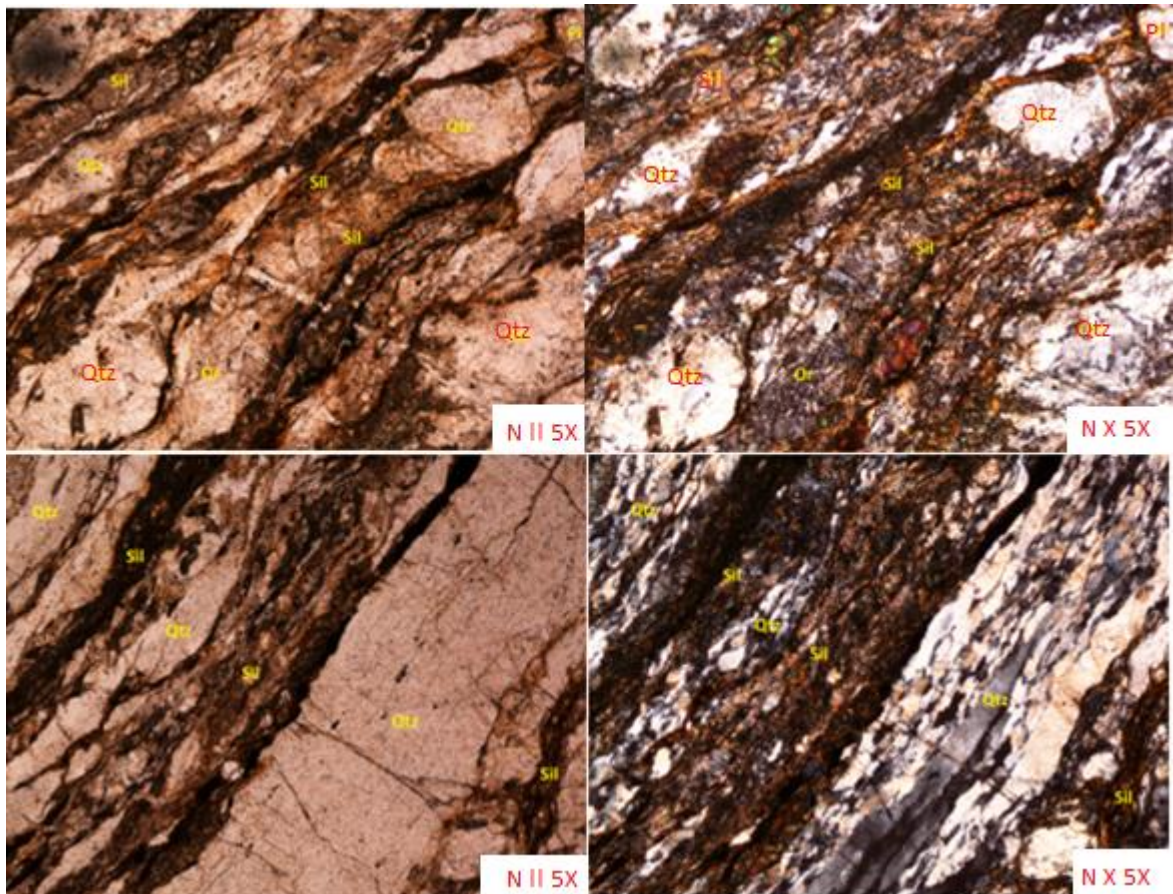
Textura granolepidoblastica. Composición cuarzo-feldespática. Facie Anfibolita; Subfacie sillimanita- Almandino-Ortoclasa. Asociación mineral: Alm + Or+ Pl + Bi + Qtz. Clasificada como un neis cuarzo-feldespático

Sección PM-10

Muestra tomada de campo estación Δ11 coordenadas E: 1106689 N: 1283545

Roca metamórfica, foliación espaciada, corrugada y anostomosada, presenta pórfidos pretectónicos y su composición mineral es: Cuarzo, Biotita, Sillimanita, Plagioclasas, Ortoclasa y Almandino.

Figura 8. Foto Sección PM-010 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.



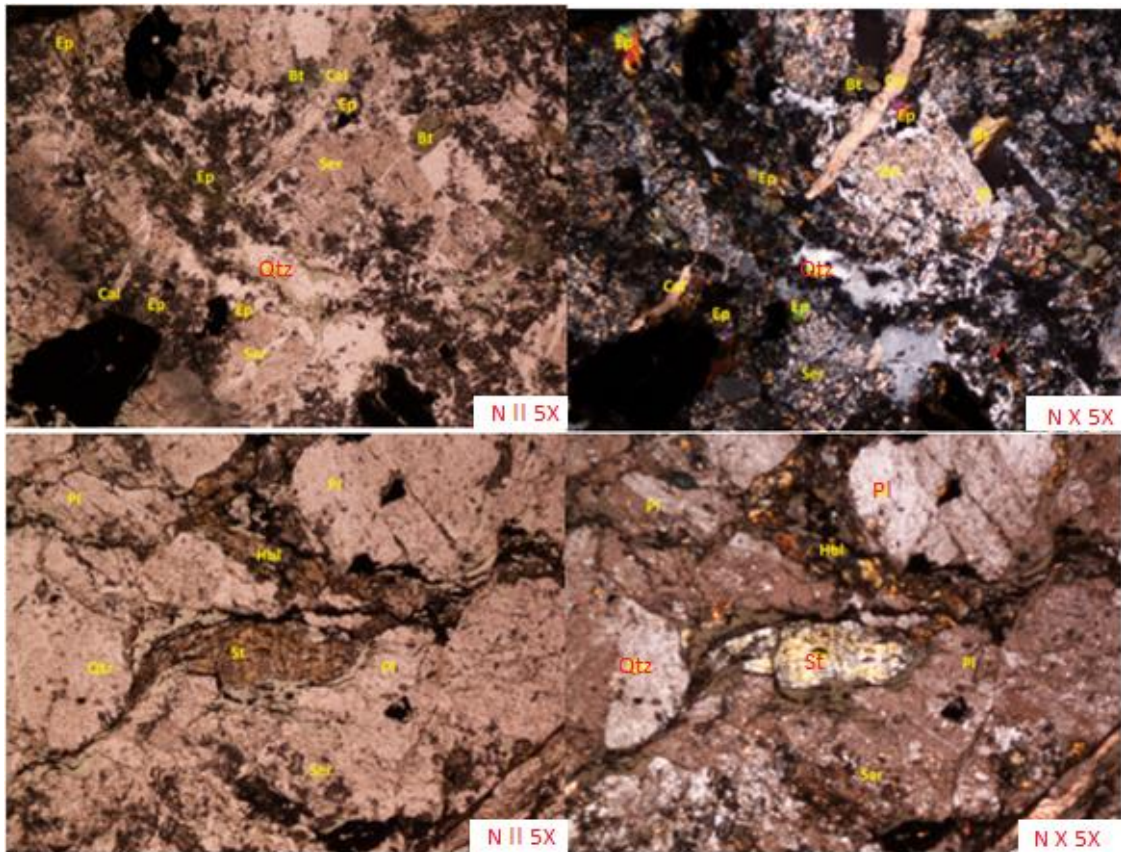
Textura granolepidoblastica. Composición pelítica. Facie Anfibolita; Subfacie sillimanita- Almandino-Ortoclasa. Asociación mineral: Sil + Alm + Or + Bt + Qtz + Pl.

Clasificada como Neis sillimanítico.

Sección PM-03:

Muestra tomada del sondeo (núcleo) K3+300m a una profundidad de 4m. Roca metamórfica, foliación espaciada no continua y su composición mineral es: Cuarzo, Biotita, Moscovita, Plagioclasas, Sericita, Hornblenda, Calcita en venillas, Estauroлита y Almandino.

Figura 9. Foto Sección PM-03 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.



Textura lepidogranoblastica. Composición pelítica. Facie Anfibolita; Subfacie Estauroлита- Almandino. Asociación mineral: St + Alm + Ms + Pl + Qtz.

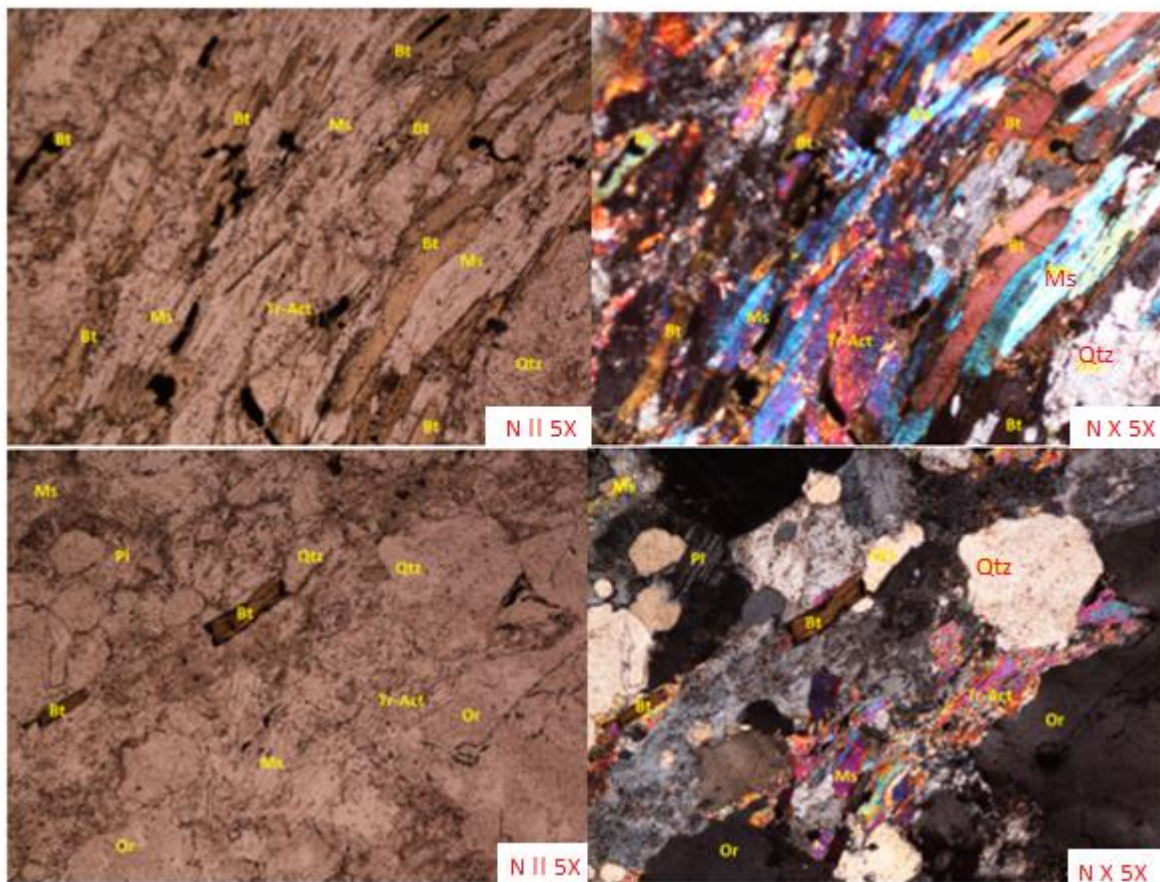
Clasificada como un neis biotítico.

Sección PM-04

Muestra tomada del sondeo (núcleo) K4+525m a una profundidad de 1.5m.

Roca metamórfica, migmatita con estructura flotante-moteada y su composición mineral es: Moscovita, Biotita, Tremolita-actinolita, Hornblenda, Cuarzo, Ortoclasa, Plagioclasas y Epidota.

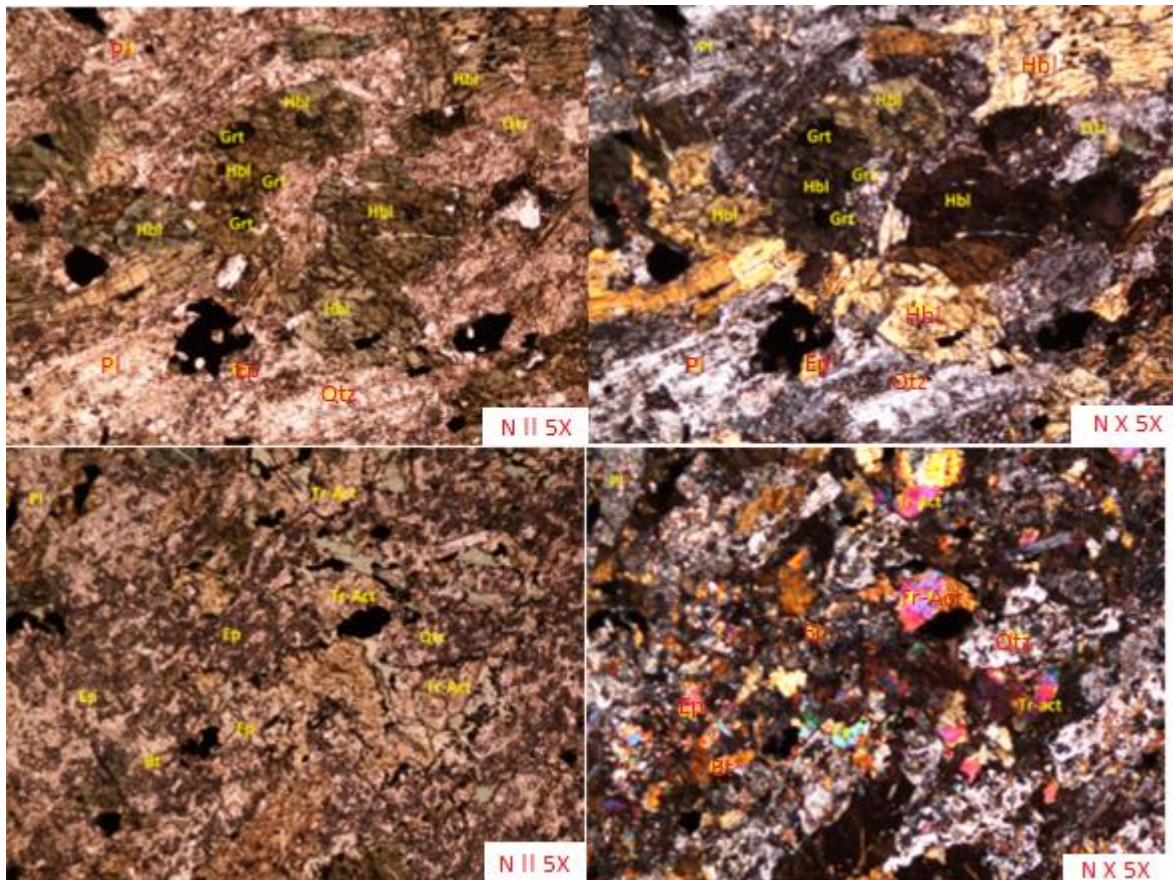
Figura 10. Foto Sección PM-04 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.



Sección PM-09:

Muestra tomada de campo estación $\Delta 10$ coordenadas E: 1106478 N:1283602. Roca metamórfica, foliación no apreciable y su composición mineral es: Cuarzo, Biotita, Plagioclasas, Hornblenda, Tremolita actinolita, Epidota y Granate.

Figura 11. Foto Sección PM-09 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.



Textura nematoblastica. Composición pelítica. Facie granulita; Subfacie granulita hornblendica. Asociación mineral: hbl + Ep + Bt + Grt + Pl + Qtz

Clasificada como una anfibolita.

6.2. CUARZO MONZONITA, GRANITO Y PORFIDOS CUARZOSOS

Se presenta como una banda intruida al oeste de la zona de estudio con una dirección noroeste, en contacto al oeste con la formación Girón, al este con el Neis de Bucaramanga y al sur con la formación Bocas. Esta banda de roca ígnea presenta una orientación noroeste igual que la falla Bucaramanga, que a su vez corta este cuerpo por la mitad; también la falla Suratá se encuentra cortando este cuerpo ígneo al sur con dirección este-oeste.

Este cuerpo lo encontramos aflorante en ambos lados de la falla Bucaramanga, por este motivo se encuentra con un alto grado de diaclasamiento y alteración debido a la meteorización, formando caolín y oxidación; se encuentra en tonalidades blancas y rojizas, roca cristalina con textura fanerítica y tamaño de grano medio a grueso, en su clasificación de campo se obtuvo el nombre de roca granítica debido a su contenido de cuarzo mayor al 20% según guía de laboratorio de petrografía ígnea (Mantilla. 2003).

Figura 12. Foto afloramiento la banda ígnea muy fracturado y meteorizado.



Se realizaron dos secciones delgadas, una obtenida de una muestra en campo y la segunda de una muestra de un sondeo, las cuales en su clasificación nos muestran una variación composicional, esto puede indicar diferentes pulsos magmáticos, que también son apreciables macroscópicamente en un sondeo a aproximadamente 1 Km del lugar de donde se sacó la muestra para sección delgada.

Sección PM-08:

Muestra tomada de campo estación Δ9 coordenadas E:1106412 N: 1283614

Roca ígnea la cual presenta una textura holocristalina y fanerítica, presenta fenocristales, sus granos están dispuestos de una forma alotrópica con sus cristales son subhedrales y su composición mineral es:

Cuarzo, Plagioclasas, Ortoclasa, Biotita, Sericita, Epidota.

Figura 13. Foto Sección PM-08 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.

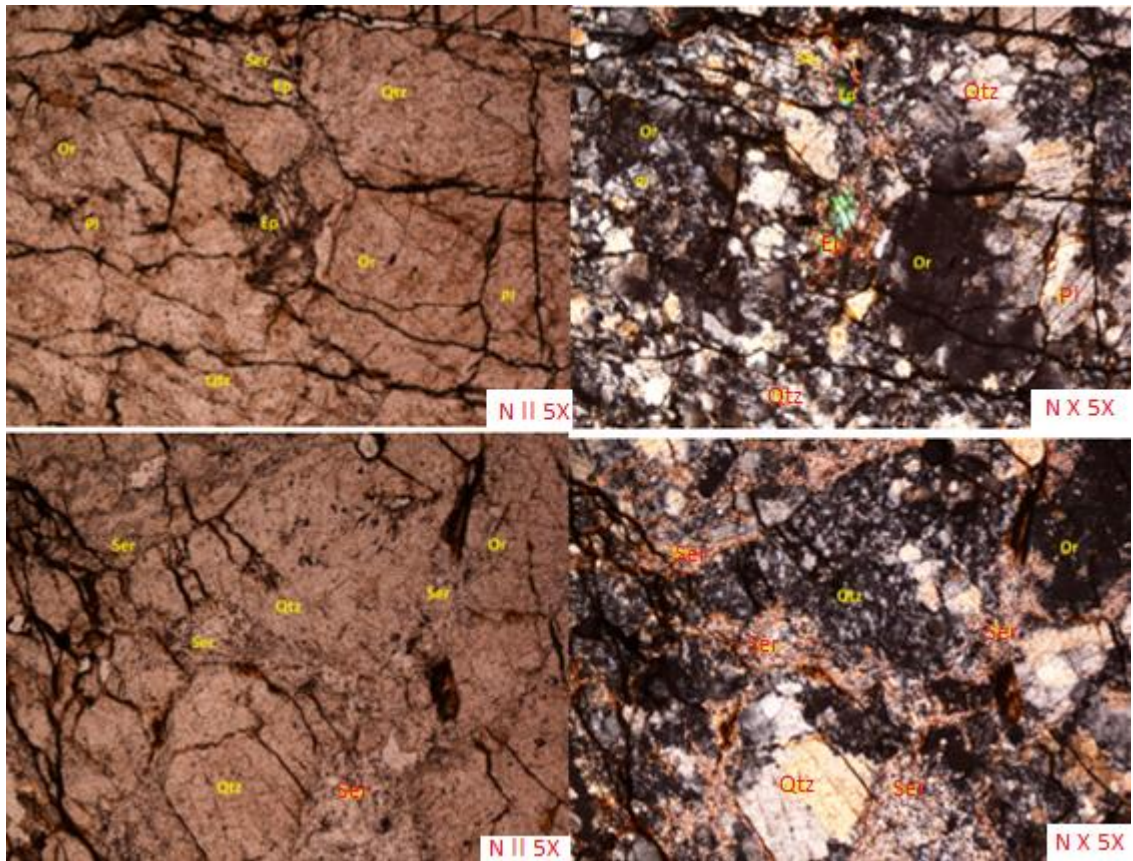
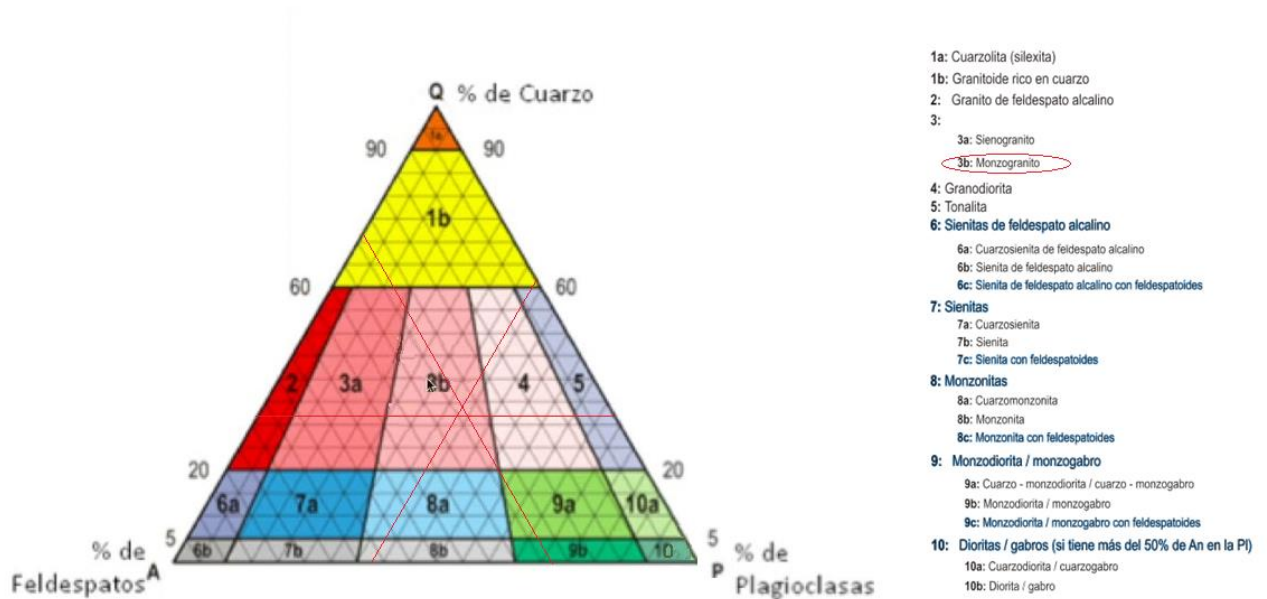


Tabla 2. Porcentajes composicionales de la roca ígnea para realizar la clasificación en el triángulo de Streckeisen.

minerales	Porcentaje (%)	Porcentaje eliminando minerales accesorios (%)
Cuarzo	29	33
Plagioclasas	35	39
Feldespato alcalino	25	28
Minerales Accesorios	11	
Total:	100	100

Figura 14. Triángulo de Streckeisen con las líneas de porcentaje composicional para nombrar la roca ígnea.



Según el triángulo de Streckeisen tomado del manual guía de laboratorios de petrografía ígnea (Mantilla L.C. 2003) la muestra es clasificada como monzogranito.

Sección PM-02:

Muestra tomada del sondeo (núcleo) K2+850m a una profundidad de 14 m.

Roca ígnea la cual presenta una textura holocristalina y fanerítica, compuesta principalmente de fenocristales, sus granos están dispuestos de una forma hipidiomorfica con sus cristales son subhedrales y su composición mineral es:

Cuarzo, Plagioclasas, Ortoclasa, Biotita, Clorita, Sericita y Epidota.

Figura 15. Foto Sección PM-02 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.

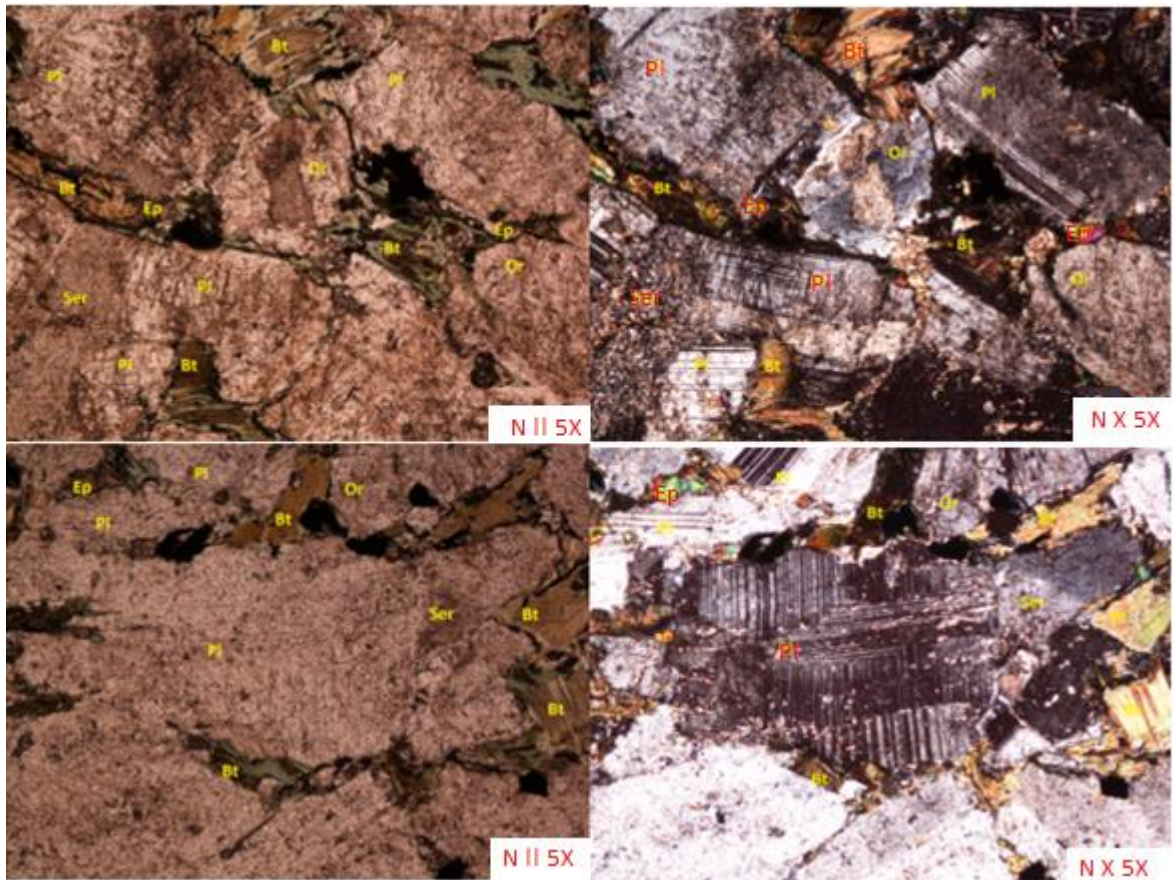
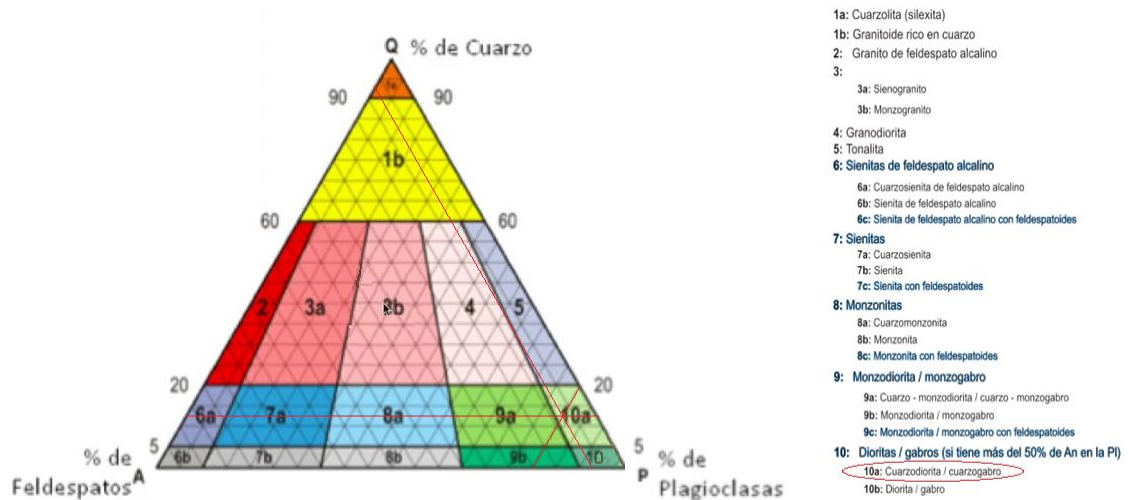


Tabla 3. Porcentajes composicionales de la roca ígnea para realizar la clasificación en el triángulo de Streckeisen.

minerales	Porcentaje (%)	Porcentaje eliminando minerales accesorios(%)
Cuarzo	10	13,3
Plagioclasas	60	80
Feldespato alcalino	5	6,6
Minerales Accesorios	25	
Total:	100	100

Figura 16. Triángulo de Streckeisen con las líneas de porcentaje composicional para nombrar la roca ígnea.



Según el triángulo de Streckeisen tomado del manual guía de laboratorios de petrografía ígnea (Mantilla L.C. 2003) la muestra es clasificada como cuarzodiorita.

6.3. VOLCÁNICO

Se presenta un cuerpo rocoso localizado al este de la zona de estudio intruyendo la Formación Bocas y siendo tapado en una parte por un depósito de terraza. El afloramiento de esta roca está presente en el inicio de la subida a las gradas de Chitota.

Figura 17. Afloramiento de la roca volcánica diaclasada.



Esta litología puede estar relacionada a la falla Bucaramanga y a la formación de las capas volcanoclasticas de la Formación Bocas.

Para la clasificación de este cuerpo ígneo se tomaron muestras de afloramiento, se analizó el núcleo P-6d (K01+975m) en el cual se perforo este cuerpo y finalmente se realizó una sección delgada para desarrollar una clasificación microscópica.

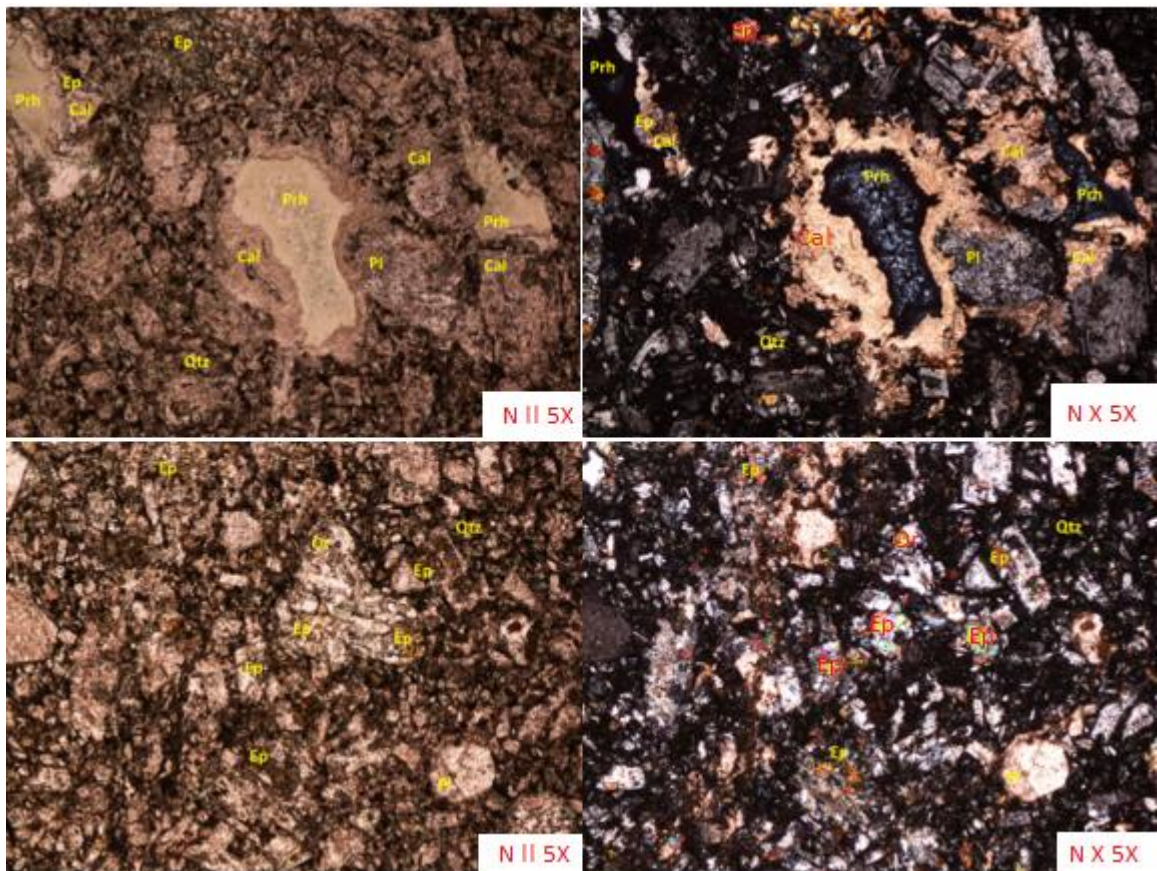
Sección delgada PM-01:

Muestra tomada del sondeo (núcleo) K1+975m a una profundidad de 17 m.

Roca ígnea la cual presenta una textura hipocristalina y porfídica, presenta fenocristales de calcita y una matriz de sílice con desvitrificación, sus granos están dispuestos de una forma hipidiomorfica y su composición mineral es:

Cuarzo, Plagioclasas, Calcita, Prehnita, Ortoclasa y Epidota de alteración.

Figura 18. Foto Sección PM-01 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los diferentes minerales presentes.

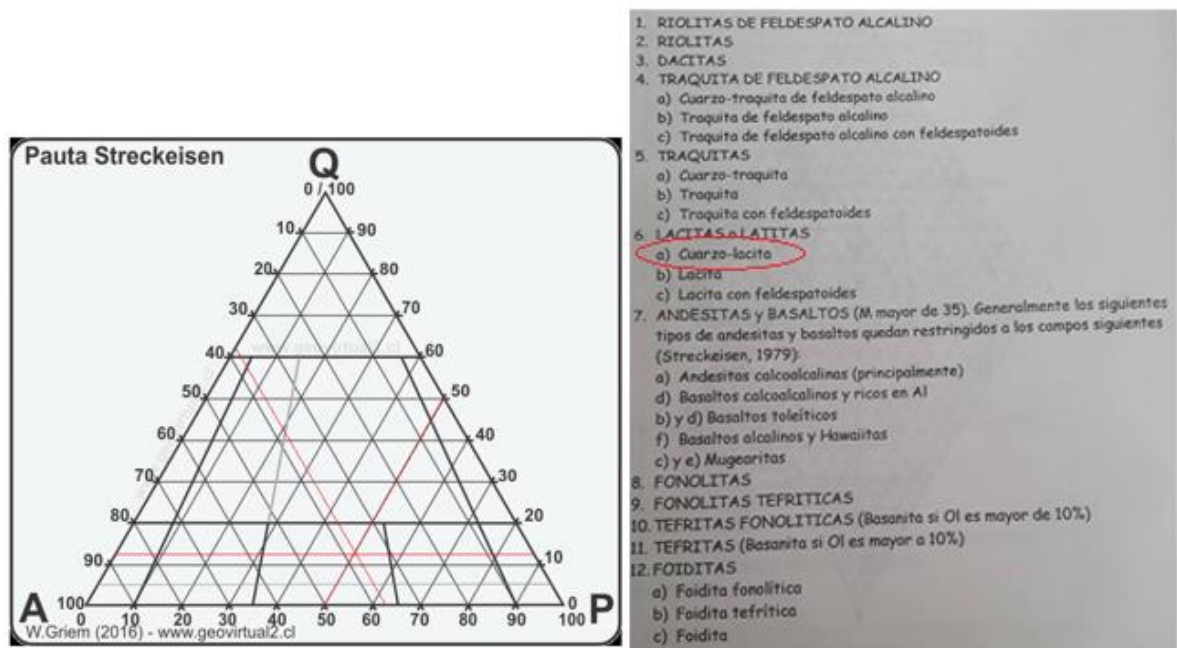


Para la clasificación de esta roca se utilizó el triángulo de Streckeisen para rocas volcánicas, los porcentajes dados a la muestra se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Porcentajes composicionales de la roca ígnea para realizar la clasificación en el triángulo de Streckeisen.

minerales	Porcentaje (%)	Porcentaje eliminando minerales accesorios(%)
Cuarzo	10	12.5
Plagioclasas	40	50
Feldespato alcalino	30	37.5
Minerales Accesorios	20	
Total:	100	100

Figura 19. Triángulo de Streckeisen con las líneas de porcentaje composicional para nombrar la roca ígnea.



Según el triángulo de Streckeisen tomado del manual guía de laboratorios de petrografía ígnea (Mantilla L.C. 2003) la muestra es clasificada como cuarzo-lacita.

6.4. FORMACIÓN TIBURÓN

Se presenta como una roca estratificada y diaclasada, en la parte más oeste de la zona de estudio en contacto concordante al sureste con la Formación Bocas y en el noreste un contacto discordante con la Formación Girón.

Figura 20. Afloramiento del contacto geológico entre la Formación Girón y la Formación Tiburón.



La Formación Tiburón aflorante en nuestra zona de estudio se presenta como una secuencia de conglomerados calcáreos muy diaclasada debido a la cercanía a la falla Bucaramanga, lo cual hace difícil la apreciación de la estratificación en la mayoría de afloramientos. Las tonalidades de la roca originalmente son grises oscuros debido a su composición carbonatada, sin embargo, debido a la alta meteorización y oxidación, las tonalidades se tornan entre amarillas y rojizas a causa de la alteración de carbonatos a caliche.

6.5. FORMACIÓN BOCAS

Se encuentra en la parte oeste de la zona de estudio, haciendo contacto concordante con la Formación Tiburón al oeste, contacto discordante con la Formación Girón al norte y este y al sur con los depósitos cuaternarios aluviales del río Suratá. Los afloramientos de esta formación se presentan muy fracturados y diaclasados por encontrarse muy cerca de la falla de Bucaramanga y la falla de Suratá, debido a esto no se presenta una estratificación definida.

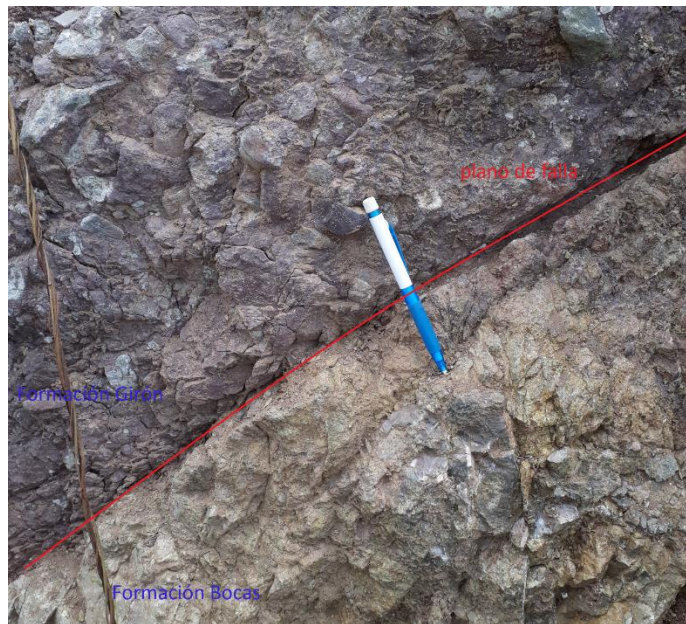
Figura 21. Afloramiento del contacto geológico entre la Formación Bocas y la Formación Tiburón.



Se presenta como una secuencia de rocas muy variada que van desde limolitas color blanco amarillento, arenisca gris verdoso de grano fino a medio y conglomerados ligeramente rojizos a morado con algunos clastos calcáreos que van

desde subredondeados a redondeados y tamaños de uno a cinco centímetros en promedio.

Figura 22. Afloramiento del contacto geológico entre la Formación Bocas y la Formación Girón.



6.6. FORMACIÓN GIRÓN

Se presenta en una secuencia de roca rojiza localizada al noroeste de la zona de estudio en contacto discordante con la Formación Bocas ubicada hacia el este y sureste, la Formación Tiburón hacia el noreste y este, y el cuerpo de roca granítica hacia el oeste, hacia el sur se encuentra con los depósitos aluviales y de terraza del río Suratá.

Los principales afloramientos se encuentran por la carretera que lleva del barrio Bosconia hacia la planta de tratamiento de aguas de los Angelinos; por esta misma

carretera, en la parte baja de la colina, se encuentran conglomerados de clastos redondeados a subredondeados y subangulares de unos de 5cm en promedio de grosor y matriz arenolodosa (figura 24). Subiendo a través de la carretera se encuentran areniscas cuarzosas de grano fino a medio, algunas ligeramente conglomeráticas, litología que se mantiene hasta encontrar el contacto con la Formación Bocas.

Figura 23. Afloramiento del conglomerado con matriz arenolodosa de la Formación Girón; los círculos representan los clastos de aproximadamente 5cm de grosor



Al igual que las formaciones sedimentarias anteriores, debido a la cercanía de los afloramientos a las fallas principales, muy pocas estratificaciones se mantuvieron definidas, en cambio, se encuentran fallas y diaclasas principalmente.

En las coordenadas E: 1°106.028 N: 1°283.368, dentro de la planta de tratamiento de los Angelinos, se encontró una falla con evidencia de milonitización, resultado de un metamorfismo de contacto. (figura 25)

Figura 24. Afloramiento de la milonita presente en la Formación Girón generado por las fallas.



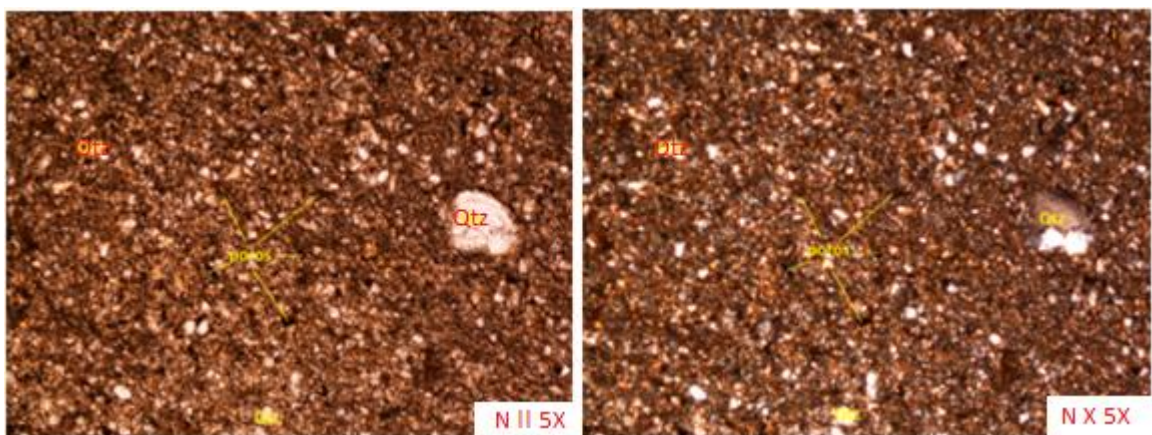
Se realizaron dos secciones delgadas de esta formación sacadas de muestras de campo con el fin de presentar una mejor clasificación:

Sección PM-06:

Muestra tomada de campo estación $\Delta 2$, coordenadas E: 1105992 N: 1283303.

Roca sedimentaria, moderadamente calibrada, el tamaño de grano va de arena fina (0,125 mm) a arena muy fina (0,088 mm) y se presentan de subangulares a subredondeados y esféricas principalmente.

Figura 25. Foto Sección PM-06 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los minerales presentes.



Para la clasificación textural se obtuvieron porcentajes mostrados en la siguiente tabla:

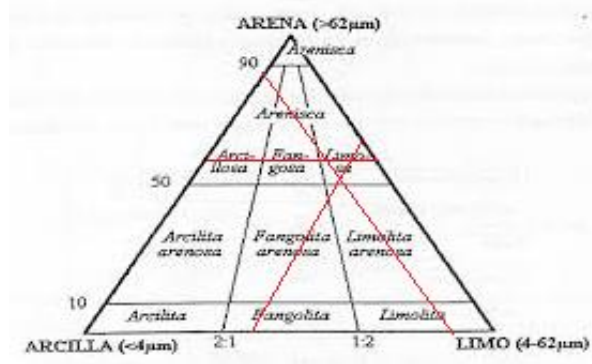
Tabla 5. Porcentajes texturales encontrados en la sección delgada.

	porcentaje (%)
armazón	45
matriz	25
Cemento	15
Poros	15
Total:	100

Tabla 6. Porcentajes texturales recalculados para realizar la clasificación textural.

granos	porcentaje	Porcentaje recalculo (%)
arena	45	64,1
Limo	15	21,4
arcilla	10	14.2
total	70	99.7

Figura 26. Triángulo de clasificación textural con las líneas de porcentaje de los tamaños de grano para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.



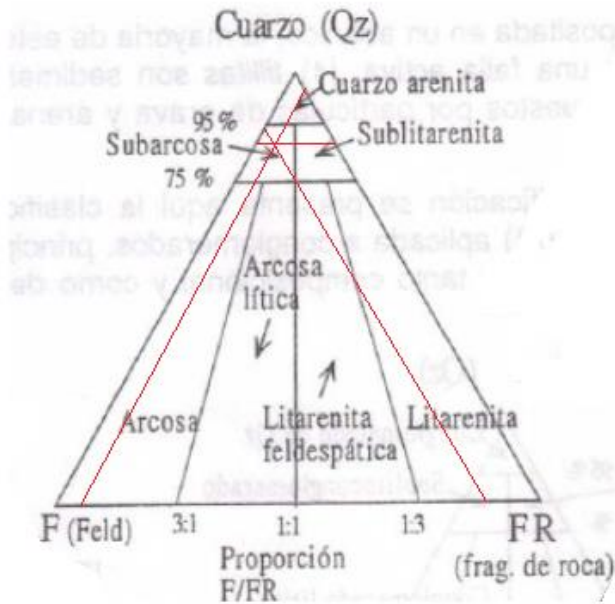
Según Folk 1962 se clasifica texturalmente la muestra como arenisca-limosa.

Para la clasificación composicional se obtuvieron porcentajes mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 7. Porcentajes composicionales encontrados en la sección delgada para realizar la clasificación composicional.

componentes	porcentaje (%)
cuarzo	92
ortoclasa	6
Fragmentos de rocas	2
Total:	100

Figura 27. Triángulo de clasificación composicional con las líneas de porcentaje para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.

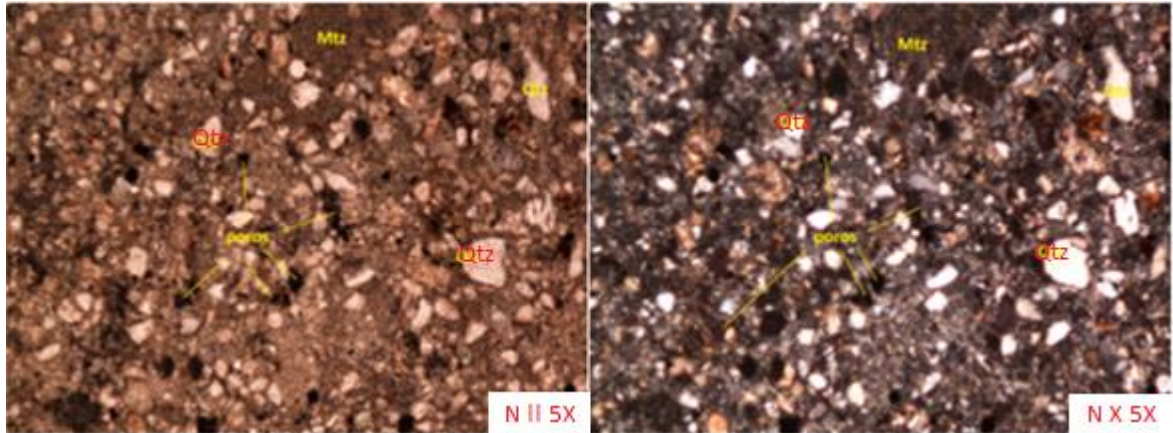


Según Folk 1962, se clasifica composicionalmente la muestra como subarcosa.

Sección PM-07:

Muestra tomada de campo estación $\Delta 7$ coordenadas E: 1106337 N: 1283266. Roca sedimentaria, moderadamente calibrada, el tamaño de grano va de arena fina a arena media y se presentan subangulares y principalmente esféricas.

Figura 28. Foto Sección PM-07 tanto en nícoles cruzados como paralelos donde se diferencian los minerales presentes.



Para la clasificación textural se obtuvieron porcentajes mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 8. Porcentajes texturales encontrados en la sección delgada.

	porcentaje (%)
Armazón	40
Matriz	35
Cemento	15
Poros	10
Total:	100

Tabla 9. Porcentajes texturales recalculados para realizar la clasificación textural.

granos	porcentaje	Porcentaje recalculo (%)
arena	40	53,3
Limo	25	33,3
arcilla	10	13,3
total	75	99.9

Figura 29. Triángulo de clasificación textural con las líneas de porcentaje de los tamaños de grano para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.



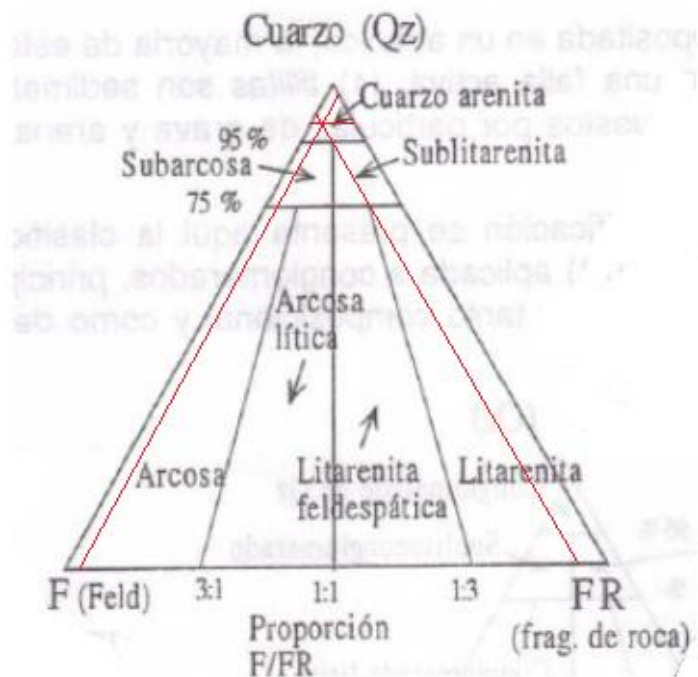
Según Folk 1962 se clasifica texturalmente la muestra como arenisca-limosa.

Para la clasificación composicional se obtuvieron porcentajes mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 10. Porcentajes composicionales encontrados en la sección delgada para realizar la clasificación composicional.

componentes	porcentaje (%)
cuarzo	97
ortoclasa	2
Fragmentos de rocas	1
Total:	100

Figura 30. Triángulo de clasificación composicional con las líneas de porcentaje para nombrar la roca sedimentaria según Folk 1962.

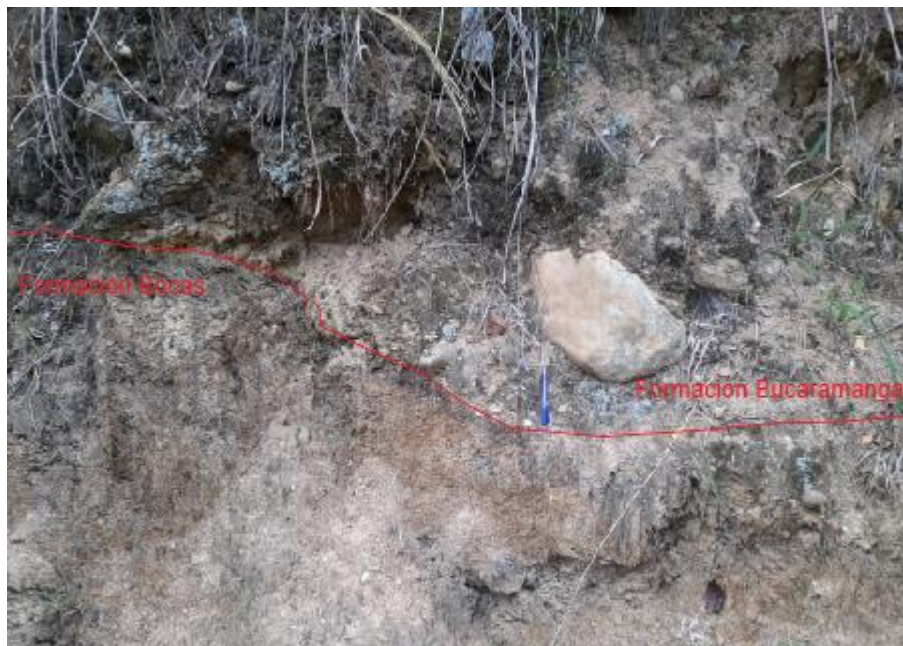


Según Folk 1962 se clasifica composicionalmente la muestra como cuarzo arenita.

6.7. FORMACIÓN BUCARAMANGA

Se presenta un depósito de roca localizado al sureste de la zona de estudio en contacto discordante con la formación Bocas ubicada hacia el norte y en contacto inconforme con el Neis de Bucaramanga. Este afloramiento extenso puede ser apreciado en las gradas de Chitota, en la zona del presente trabajo, inicia desde el sur como un depósito arenoso con capas de limos para posteriormente encontrar capas gravosas al bajar por las escaleras.

Figura 31. Afloramiento de contacto geológico entre la Formación Bucaramanga y la Formación Bocas.



Estas litologías encontradas en campo las relacionamos directamente con las facies sedimentarais descritas para la Formación Bucaramanga: las capas de arenisca y limos con la Facies Finos, y las capas gravosas con matriz arenolodosa con la Facies Órganos.

El contacto discordante entre la Formación Bucaramanga y la Formación Bocas se encuentra subiendo por las gradas de Chitota cerca del escalón 250, donde se puede apreciar la Facies órganos de la Formación Bucaramanga en contacto con una litología de lodolitas de tonalidades verdosas a amarillentas competentes y duras que se relacionó directamente a la Formación Bocas.

6.8. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Son depósitos relativamente recientes, formados probablemente durante el pleistoceno y holoceno. En la zona de estudio se encuentran principalmente a lo largo del valle del río Suratá en ambas riberas. Están compuestos principalmente de detritos desprendidos, erodados y transportados de las rocas de unidades cercanas, por lo cual los clastos presentan litologías muy variadas que van desde rocas sedimentarias como areniscas y lodolitas hasta rocas ígneas como granitos y dioritas, y rocas metamórficas como neises y migmatitas.

Debido a la actividad tectónica de la zona causada por la falla de Bucaramanga y la falla Suratá, además de la topografía con pendientes altas y moderadas, fácilmente se pueden desprender clastos de grandes tamaños hacia el río Suratá, para después este mismo transportarlos hasta depositarlos (dependiendo de la energía que lleve en determinada época), modificando su redondez y esfericidad.

6.8.1. Depósitos aluviales

Los depósitos aluviales consisten en material detrítico, transportado por un río y depositado, casi siempre temporalmente, en puntos a lo largo de su llanura de inundación. En la zona de trabajo se encuentra principalmente en depositación constante el río Suratá (el cual su corriente lleva una dirección este-oeste) y las diferentes quebradas que desembocan en éste mismo.

El río Suratá, a través del tiempo, sufrió cambios de alta y baja energía constantes, esto se evidencia en los cambios del tamaño de grano y clastos que hay en profundidad que se aprecian en los sondeos de roca que se estudiaron en este trabajo. Están constituidos por gravas de tamaños gránulos hasta bloques que llegan a 2 metros de largo, en una matriz arenolimososa. Al ser depósitos recientes y en constante cambio no se alcanza a generar alguna estratificación. Estos depósitos se muestran de una forma más detallada en el apartado de geotecnia donde se anexa el análisis de los diferentes sondeos de roca realizados en la zona de estudio, principalmente sobre las unidades cuaternarias.

Figura 32. Deposito aluvial en la rivera del río Suratá, el cual se encuentra al lado de una terraza aluvial generada por el mismo río.

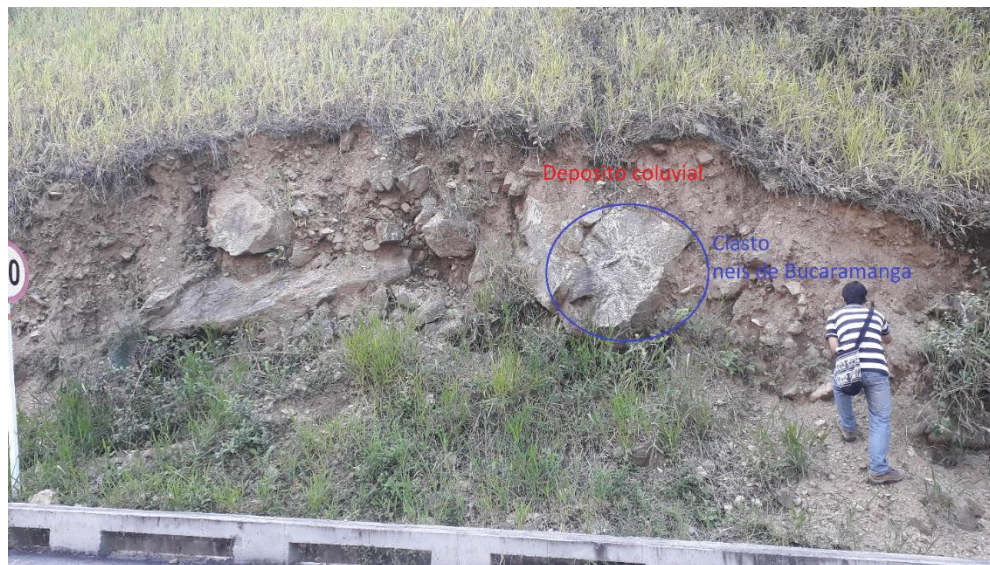


6.8.2. Depósitos coluviales

Estos depósitos son materiales meteorizados y transportados por la acción de la gravedad. En la zona de trabajo es común encontrarlos a lo largo de las riberas del afluente del río Suratá en la parte baja de las laderas del valle y en las quebradas aledañas, ya que presentan pendientes de alto grado. La topografía de esta zona también está controlada por la litología que corresponde a roca metamórfica perteneciente a la unidad Neis de Bucaramanga, esta al ser roca muy dura es más resistente a la erosión evitando que las pendientes se allanen y facilitando la caída de roca.

Los clastos que conforman estos depósitos principalmente provienen de la unidad neis de Bucaramanga, son heterogéneos, de tamaños que van desde gránulos a bloques, en matriz arenosas, son angulares, subangulares y no esféricos; lo cual demuestra que no tuvieron mucho transporte.

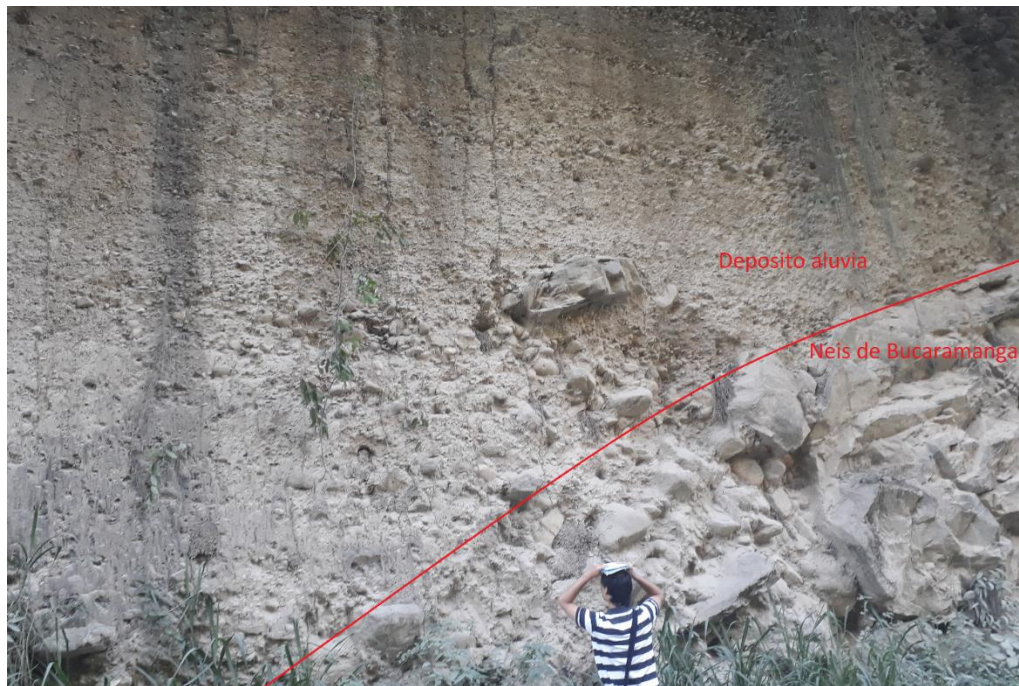
Figura 33. Depósito coluvial generado por la caída de clastos del Neis de Bucaramanga.



6.8.3. Depósitos de terraza fluvial

Las terrazas fluviales del área de estudio fueron moldeadas por el río Suratá, se caracterizan por ser superficies de baja pendiente limitadas por escarpes de diferente altura, que marcan la posición de una llanura de inundación antigua que se desarrolló cuando el río corría a un nivel superior. Estos depósitos están constituidos por gravas de tamaño gránulos a guijarros, arenas de grano fino a grueso y algunos lodos. La composición de estas terrazas aluviales está asociada a los mismos depósitos aluviales.

Figura 34. Depósito de terraza aluvial suprayaciendo el Neis de Bucaramanga, generada por el desplazamiento del río Suratá.

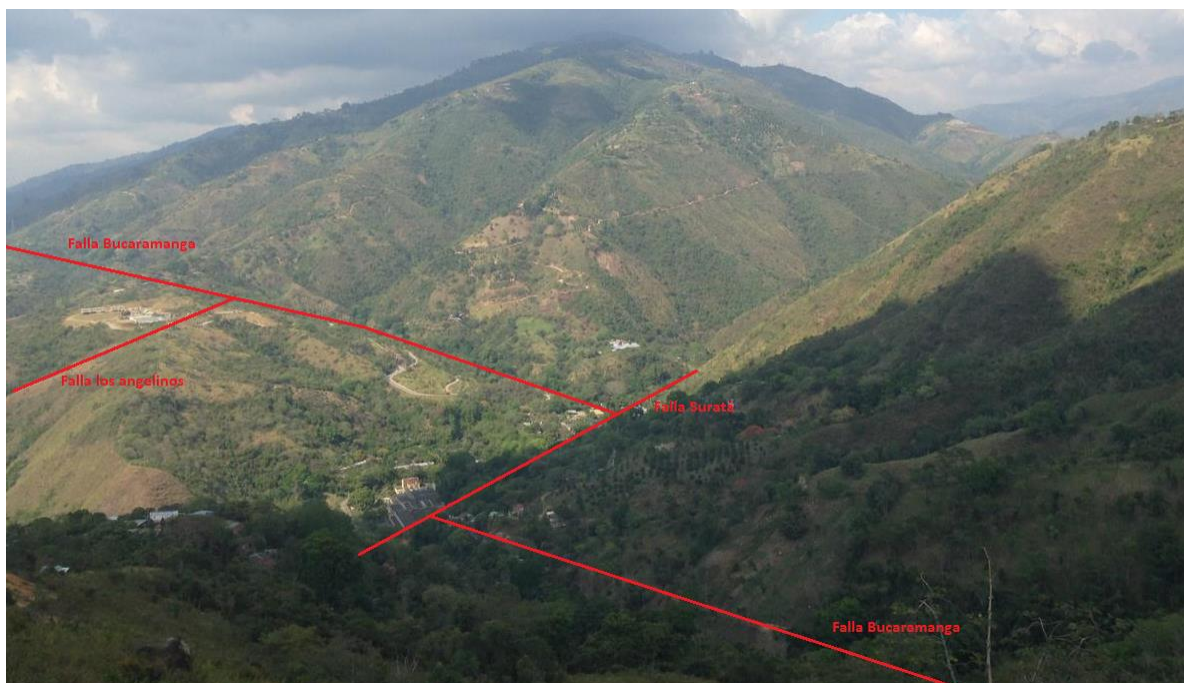


6.9. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio está controlada por dos fallas principalmente: la falla Bucaramanga y la falla Surata; las cuales generan las actividades tectónicas de la zona. Dentro de los rasgos estructurales hallados en el polígono se encontraron diaclasas, lineamientos, planos estriados, foliaciones y estratificaciones los cuales sirvieron para la elaboración de diagramas de rosas y corte geológico. Estas características estructurales tienen mayor impacto en lugares en cercanías de la falla.

También se presenta la falla los Angelinos la cual es clasificada como una falla satélite de la falla Bucaramanga, presenta una cinemática dextral la cual es evidenciada por la cartografía y el movimiento relativo de las formaciones rocosas.

Figura 35. Foto panorámica mostrando los lineamientos asociados a las fallas presentes en el área de estudio.



Las diaclasas son fracturas que pueden generarse por cambios de volumen de la roca debido a procesos de enfriamiento o desecación, por procesos de descarga asociados a procesos de desenterramiento y erosión o por procesos tectónicos. Estas son de gran importancia en la comprensión de la geología estructural ya que un conjunto de diaclasas con un origen y orientaciones comunes forman un sistema de diaclasas los cuales pueden contener dos o más conjuntos de diaclasas dispuestos de forma sistemática en relación con el eje de esfuerzo principal del campo de esfuerzos regional. Las diaclasas asociadas a fallas se han generado como respuesta al mismo campo de tensiones que estas, y se disponen paralelamente a la superficie de la falla y con una frecuencia que disminuye al aumentar la distancia a la misma.

6.9.1. Falla Bucaramanga

En el polígono la falla Bucaramanga inicia en el suroeste cortando la Formación Bocas con una orientación noroeste hasta chocar con la falla Suratá y continuando aproximadamente 500 m hacia el este, manteniendo la orientación de noroeste y cortando por la mitad el cuerpo ígneo cuarzo monzonita, granito y pórfidos cuarzosos.

Esta es la falla principal que controla la tectónica en el área de estudio, afectando principalmente toda la secuencia estratigráfica de la zona, fracturándola y no permitiendo apreciar los planos de estratificación; este fracturamiento es mayormente apreciable en la planta los angelinos en la cual están presentes las tres litologías sedimentarias y en la cual se realizó una toma de datos de diaclasa, planos de falla, estrías y planos de estratificación con el fin de realizar un análisis a estas estructuras con respecto a la falla Bucaramanga.

Figura 36. Diagrama de rosas de diaclasas asociadas a la falla Bucaramanga.

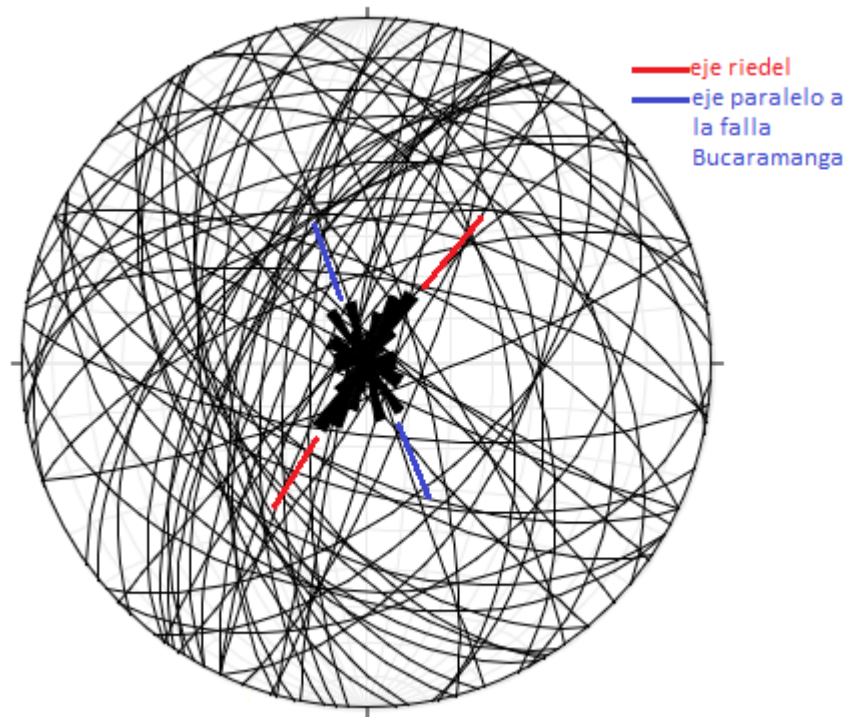
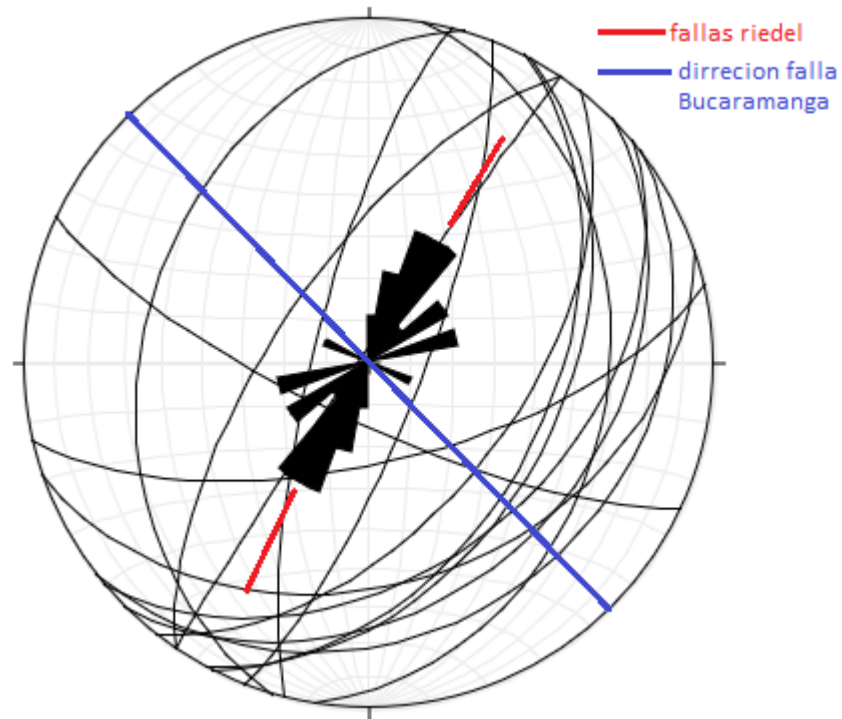


Figura 37. Diagrama de rosas de planos estriados asociados a la falla Bucaramanga.



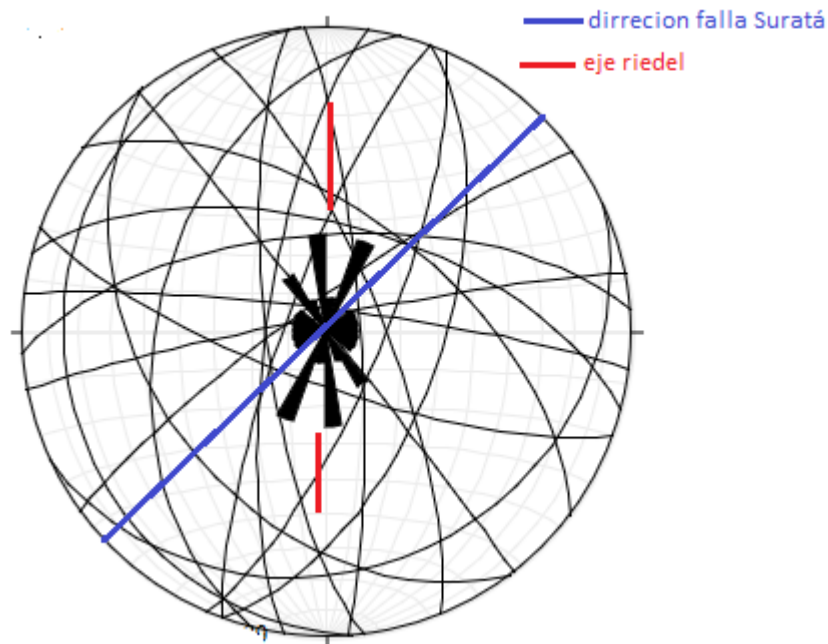
Las fallas riedel son fallas generadas por un desplazamiento principal de cuerpo rocoso las cuales presentan un ángulo grande con respecto a este desplazamiento y presentan una cinemática similar. Estas fallas también generan un diaclasamiento y son visibles gracias al diagrama de rosas el cual presenta las principales direcciones de los datos obtenidos.

6.9.2. Falla Suratá

En el polígono la falla Suratá inicia en el norte central en el Neis de Bucaramanga siguiendo una dirección suroeste tomando el Cuaternario Aluvial del río Suratá hasta salir de la zona de estudio por el oeste.

Esta falla controla la tectónica de la zona este del área de estudio, afectando principalmente el neis de Bucaramanga fracturándolo y plegándolo lo que hace difícil la toma de datos de las foliaciones; este fracturamiento es mayormente apreciable en la carretera la cual sigue el río Suratá; se realizó una toma de datos de diaclasa con el fin de hacer un análisis a estas estructuras con respecto a la falla Bucaramanga.

Figura 38. Diagrama de rosas de diaclasas asociadas a la falla Suratá.



El diagrama de rosa indica que las diaclasas están relacionadas en su génesis con la falla Suratá, por tanto, la falla Suratá es el generador de las diaclasas en el eje riedel.

6.9.3. Falla los Angelinos

En el polígono de estudio la falla los Angelinos es una falla satélite que inicia desde la falla Bucaramanga con una dirección suroeste atravesando los cuerpos rocosos: cuarzo monzonita, granito y pórfidos cuarzosos, la Formación Girón, la Formación bocas y la Formación Tiburón; para salir de la zona de estudio por el limite oeste.

Esta falla presenta una cinemática sinistral, esto es apreciable por el movimiento que presenta la Formación Girón en contacto con la Formación Bocas.

7. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

7.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS DE ROCA.

Para el análisis geotécnico se tomaron 18 sondeos de roca extraídos por parte de la empresa Consorcio Diseños Viales a lo largo de la carretera principal dentro de la zona de trabajo, los cuales se les realizó una descripción detallada (Véase Anexo E). De estos 18 sondeos se obtuvieron las descripciones de 9 realizadas por parte del Consorcio (Véase Anexo I). A continuación se presentan las descripciones y comparaciones que se detallaron a estos 9 sondeos para este trabajo.

7.1.1. Sondeo: PE-i. Km 1+995

Tabla 11. Descripción para este trabajo del sondeo PSM-ISQ, Km1+995.

Sondeo: PSM-ISQ			LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km1+995													ESCALA:1:100																			
DESCRITO POR: Bohórquez.Pedro, Ospino. Manuel																PAGINA: 1 de 2																			
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES			
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F					
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																						
1m		suelo														Café	Bueno						51%	FS-3,1						Arenas no consolidadas color café claro					
2m		Depósito aluvial														Café	Medio						41%							Fragmentos de roca ignea granítica y neis					
3m		Depósito aluvial														Café	Malo						58%							Arenas conglomeráticas					
4.5m		Depósito aluvial														Gris	Malo						24%							Guijos de rocas metamórficas que presenta una estructura bandeada (neis) de aproximadamente 3mm de espesor cada banda, color gris claro.					
6m		Depósito aluvial														Grisáceo	Malo					FLUVIAL	56%							Arenas no consolidadas color café y guijarros de origen metamórfico con estructura bandeada, color gris claro					
7.5m		Depósito aluvial														Grisáceo	Malo						33%							Arenas no consolidadas de colores gris y café sobre guijos de neis con composición de biotita, moscovita y algunos cristales de pirita					
9m		Depósito aluvial														Café	Malo						30.6%							Guijos de roca muy meteorizada de origen igneo color café los cuales se alteraron formando minerales arcillosos					
10.5		Depósito aluvial														Café	Malo						32%							Arenas no consolidadas sobre el mismo tipo de guijos del intervalo anterior					
12m		Depósito aluvial														Café	Malo																		
13.5		Depósito aluvial														Café	Bueno							34.6%	FS-3,2						Arenas no consolidadas				

Tabla 12. Continuación de la descripción del sondeo PSM-ISQ.

Sondeo: PSM-ISQ			LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km1+995														ESCALA:1:100														
DESCRITO POR: Bohórquez.Pedro, Ospino. Manuel																	PAGINA: 2 de 2														
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	Md	Wc	Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES
			LODO		ARENA					GRAVA																Q	A	P	F		
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																		
15m		Depósito aluvial													Café	Bueno					22.6%	FS-3,2						Arenas no consolidadas			
16.5		Depósito aluvial													Café	Malo					38%							Guijos de roca granítica muy meteorizada sobre arenas no consolidadas			
18m		Depósito aluvial													Café	Malo					25.3%							Fragmenos de roca granítica muy meteorizada			
19m		Depósito aluvial													Café	Malo					45%							Fragmenos de roca granítica muy meteorizada			
20m		Depósito aluvial													Café	Malo					31%							Fragmenos de roca granítica muy meteorizada			

Comparando las dos descripciones se encuentran varias diferencias, empezando por el intervalo de suelo el cual en las dos presenta la misma profundidad de un metro, sin embargo, en nuestro análisis no consideramos que el origen sea de la formación Jordán como los ingenieros del consorcio están destacando, sino que es la simple alteración del depósito que se encuentra debajo, a su vez tampoco se presenta en las cajas de los núcleos las venillas de calcita que mencionan. En el resto del sondeo la empresa plantea que el depósito es continuo y homogéneo, clasificándolo como si solo fuera un depósito conglomerático de fragmentos del neis de Bucaramanga; mientras en el análisis de este trabajo se realizó una descripción con más detalle, en donde se diferenció los depósitos conglomeráticos y depósitos de arenas no consolidadas; también se encontraron fragmentos de roca ígnea granítica los cuales no fueron mencionados en el análisis de la empresa.

7.1.2. Sondeo: PS-I. Km2+154

Tabla 13. Descripción para este trabajo del sondeo PS-I, Km2+154.

Sondeo:			LOCALIZACIÓN: Vía Bucaramanga- Matanza Km2+154															ESCALA:		1:100											
DESCRITO POR: Bohórquez. Pedro, Ospino. Manuel			FECHA:															PAGINA:		1 de 2											
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACION	Código de Fotos	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES
			LODO		ARENA					GRAVA																Q	A	P	F		
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																		
5m		Depósito aluvial														café a rojizo		malo													Depósitos de roca de origen ígneo muy meteorizadas y erodados
12.5m		Depósito aluvial														Café amarillento		malo													Principalmente se encuentran arenas lodosas no consolidadas de grano fino a medio con algunos fragmentos de roca tamaño gránulo.

Tabla 14. Continuación de la descripción del sondeo PS-I.

Sondeo:			LOCALIZACIÓN: Vía Bucaramanga- Matanza Km2+154															ESCALA:1:100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
DESCRITO POR: Bohórquez.Pedro, Ospino. Manuel																												PAGINA: 2 de 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACION	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			LODO		ARENA					GRAVA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B	Q												A	P	F																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
12.5m		Depósito aluvial																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</

En su descripción, el Consorcio afirma que el suelo de este sondeo se trata de un suelo residual de la Formación Jordán e infrayaciéndolo se encuentra un depósito principalmente compuesto solamente de fragmentos angulares del neis de Bucaramanga, a su vez, la empresa muestra que el suelo llega a una profundidad de 5 metros, sin embargo en la descripción de este trabajo se clasifica como un depósito homogéneo aluvial donde no hay suelo. Asimismo, después de los 5 metros de profundidad, a parte de los clastos del neis de Bucaramanga, en el presente trabajo se describieron depósitos de arenas no consolidadas y clastos de rocas ígneas.

7.1.3. Sondeo: VP1-i-Bis, Km2+770.

Tabla 15. Descripción para este trabajo del sondeo VP1-i-Bis, Km2+770.

Sondeo:			LOCALIZACIÓN: Vía Bucaramanga- Matanza Km2+770													ESCALA:1:100																			
DESCRITO POR: Bohórquez.Pedro, Ospino. Manuel																										PAGINA: 1 de 2									
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACION	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES			
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F					
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																						
2m		Suelo														café oscuro	bueno					22.5%	FS-6.1							Suelo residual resultado de la meteorización y contenido de materia orgánica del medio					
4.4m		Depósito fluvio-torrencial														blanco	muy malo					48%								Guijarros de roca granítica con minerales verdosos de alteración de plagioclasa (clorita) y pirolusita, sobre bloques de composición tonalítica					
8m		Depósito aluvial														grisáceo	muy malo					26%								Guijos y guijarros de roca granítica, tonalita y anfibolita compuesta de moscovita, anfíboles, cuarzo, plagioclasa, con alteraciones color verdoso					
10m		Depósito aluvial														grisáceo	muy malo					64%								Se encuentran: granitos de composiciones variadas (moscovita, cuarzo, plagioclasas y algunos con ortoclasa y diferentes porcentajes de anfíboles), anfibolita, neis biotítico, neis anfibolítico, tonalita, migmatita y areniscas rojizas de grano muy fino.					
13m		Depósito fluvio-torrencial														blanco y gris	muy malo					28,6%	FS-6.2							En la parte superior se encuentra un bloque de granito con alto porcentaje de anfíboles y cristales tamaño medio, sobre granito con pocos anfíboles; en la parte inferior: granito de cristales grandes y alto porcentaje de anfíboles.					

Tabla 16. Continuación de la descripción del sondeo VP1-i-Bis.

Sondeo:		LOCALIZACIÓN: Vía Bucaramanga- Matanza Km2+770														ESCALA:1:100																											
DESCRITO POR: Bohórquez. Pedro, Ospino. Manuel		FECHA:														PAGINA: 2 de 2																											
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra								ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código de FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES													
			LODO		ARENA				GRAVA																Q						A				P				F				
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go													B																		
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go													B																		
13m		Depósito aluvial													Gris		muy malo						Fluvial	46.6%	FS-6.2							Bloque de roca granítica con anfíboles accesorios, sobre guijos de granito con minerales los cuales se aprecia recristalización, señal de un metamorfismo muy leve, bloque de neis biotítico y un guijarro de sienita											
16m		Depósito aluvial												Gris		muy malo								64%								Guijarros, gránulos y guijos de granitos											
17m		Neis anfibolítico												Gris									Metamorfismo regional	47%								Néisica	probablemente se llegó a la roca madre que se trata de un neis anfibolítico, de colores blanco, gris verdoso y negro										
20m																																											

En el sondeo VP1-i-Bis en el km2+770, se refieren al suelo con una profundidad de 2.5m, mientras que en este análisis se encontró suelo hasta una profundidad de 2m; la descripción del suelo concuerda en ambos análisis tanto composicional como texturalmente.

Infrayaciendo la capa de suelo, en la interpretación de la empresa, se menciona que hay depósitos coluviales con clastos subredondeados, por otro lado, en la reinterpretación que se hizo para este trabajo, debido al estado de redondez de los clastos se clasificó como un depósito aluvial, al ser una evidencia de retrabajamiento por el río Suratá. Del mismo modo se presentan discrepancias con respecto a la profundidad en la cual se haya la roca basamento (la cual corresponde a un neis anfibolítico del neis de Bucaramanga), el consorcio expone que está a 10 metros de profundidad, mientras que en la reinterpretación se consideró que la roca basamento empieza a aparecer a 17 metros de profundidad debido a que existe una variedad litológica de clastos en el intervalo que va desde 10m hasta 17m.

7.1.4. Sondeo: Vp2d-Bis, Km2+850

Tabla 17. Descripción para este trabajo del sondeo Vp2d-Bis, Km2+850.

Sondeo: Vp2d-Bis		LOCALIZACIÓN: Vía Bucaramanga- Matanza Km2+850										ESCALA: 1:100		PAGINA: 1 de 2																		
DESCRITO POR: Bohórquez, Pedro, Ospino, Manuel																																
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código de Fotos	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F		
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																			
0.45m		Suelo													gris	muy malo						64%	FS-7,1						materia orgánica, clastos meteorizados			
1.9m		Depósito aluvial													café, gris	malo						30.3%							fragmentos que van desde arenas finas a guijaros, subredondeados, mal calibrado y sus composiciones son de esquistos moscovíticos, granitos y neis anfibolíticos.			
3.45m		Depósito aluvial													café	malo						49%							deposito no consolidado de arenisca principalmente de tamaño de grano medio a grueso y hacia su base presenta guijos de composición neis anfibolítico.			
4.95m		Depósito aluvial													café, grises	malo						44%							depósito de arenas no consolidadas similar al de la sección anterior, sobre gravas que varían entre neis anfibolítico, granito con alta presencia de máficos y otro félsico con cristales pequeños.			
5.4m		Depósito aluvial													café							49%							deposito de arenas no consolidadas de grano medio a grueso.			
6.9m		Depósito aluvial													verdoso	malo						12%							Guijos de no más de 5cm de migmatita y granito en una matriz de arenas de grano medio a muy grueso			
8.4m		Depósito aluvial													blanco, gris	moderado						8.6%							guijos de granito de cristales tamaño medio			
9.9m		Depósito aluvial													blanco, gris	malo						30.6%	FS-7,2						guijos y gránulos de granito, neis, esquistos, remanentes de venas de cuarzo			
11.4m		Depósito coluvial													blanco, gris	malo						20%							gravas angulares de dos tipos de granito: uno caracterizado por un porcentaje considerable de ortoclasa y el otro sin ortoclasa pero con minerales máficos como anfíboles.			
12.9m		Depósito coluvial													blanco, gris	malo						15.3%							Guijos y gravas angulares de granito félsico			
14m		Depósito coluvial													rojo	malo						18%							se encuentran guijos angulares no esféricos de granito muy oxidado de colores rojizos			

Tabla 18. Continuación de la descripción del sondeo Vp2d-Bis, Km2+850.

Sondeo: Vp2d-Bis			LOCALIZACIÓN: Vía Bucaramanga- Matanza Km2+850															ESCALA: 1:100																
DESCRITO POR: Bohórquez, Pedro, Ospino, Manuel																									PAGINA: 2 de 2									
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	Md	Wc	Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código de FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES		
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F				
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																					
14m		Depósito coluvial													rojizo	malo							29.3%	FS-7,2						Se encuentran gravas angulares del granito muy oxidado del intervalo anterior con otro granito félsico con alto porcentaje de plagioclasas y cuarzo, minerales negros accesorios y algunos cristales de pirita.				
17.4m		Depósito coluvial													blanco y verdoso	malo							28%							Guijos y guijarros de granito con alto porcentaje de ortoclasa y roca ígnea de composición diorítica, contiene biotita y colores morados debido a alteraciones				
18.9m		Depósito coluvial													gris claro	malo							45.2%							Fragments angulares de granito de tamaño de cristales grueso a muy grueso, principalmente félsico de composición cuarzo (50%), ortoclasa (20%), plagioclasas (10%) y minerales accesorios (20%) como anfíboles, biotita y alteraciones color verde				
20.5m																																		

En el sondeo Vp2d-Bis, Km2+850 se comienza con una similitud en ambos análisis en la descripción y profundidad del suelo. Sin embargo, posteriormente se encuentran discrepancias con lo que la empresa describe como depósito coluvial y neis de Bucaramanga. En la reinterpretación del sondeo se divide el mencionado depósito coluvial en dos partes: la parte superior se clasificó como depósito aluvial hasta una profundidad de 9.9m, debido a que los clastos presentan una redondez y esfericidad; y la parte inferior como un depósito coluvial que va hasta 20.5m, en el cual no se evidencia la roca basamento neis de Bucaramanga como lo mencionaba el consorcio Diseños Viales; esta clasificación como depósito se da por las diferentes litologías presentes en los núcleos y la alta meteorización que presentan estos mismos.

7.1.5. Sondeo: Vp4-i-Bis, Km3+300

Tabla 19. Descripción para este trabajo del sondeo VP4-i-Bis, Km3+300.

Sondeo: VP4-iBis			LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km3+300m												ESCALA: 1:100															
DESCRITO POR: Bohórquez, Pedro, Ospino, Manuel															PAGINA: 1 de 1															
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	MdWc		Pc - Gra								ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES	
			LODO		ARENA				GRAVA															Q	A	P	F			
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go																		B
0m		Depósito aluvial												blanco, verde, gris	Muy malo				Fluvial	21.4%	FS-13,1							Empieza con suelo café conglomerático de poco espesor, seguido de clastos tamaños guijos y guijarros de venas de cuarzo, granito de colores claros cristales de cuarzo y plagioclasa grandes, granito rico en biotita, arenisca rojiza de grano fino, granito verdoso producto de las alteraciones, y diorita		
3.5m		Depósito aluvial												blanco, gris	Muy malo				Fluvial	48%								Se encuentran guijos y guijarros de granito de cristales pequeños y diorita; bloque de roca metamórfica (neis anfibolítico) que posiblemente hace parte de la roca madre.		
6m		Néis biotítico																	Metamorfismo regional	84%	FS-13,1 y FS-13,2					Néisica		Neis biotítico compuesto por cuarzo, plagioclasas, biotita moscovita y anfíboles en uno de los núcleos se presenta un espejo de falla con estrías a una profundidad aproximada de 9-10 metros.		
14m		Néis biotítico																	Metamorfismo regional	84%	FS-13,1 y FS-13,2					Néisica		Neis biotítico compuesto por cuarzo, plagioclasas, biotita moscovita y anfíboles en uno de los núcleos se presenta un espejo de falla con estrías a una profundidad aproximada de 9-10 metros.		

En el Sondeo Vp4-i-Bis, Km3+300 no se presentan grandes incongruencias en profundidad ni en la clasificación litológica. En la reinterpretación del sondeo se mejoró el detalle en la descripción del depósito, encontrando gravas de todos los tamaños, diferentes grados de alteración y de litologías como areniscas rojizas de grano fino, granitos, dioritas y neis.

En la segunda mitad de la perforación, a una profundidad de 6 metros, el consorcio afirma que se encuentra la roca basamento que se trata de un neis migmatítico, mientras que, en la nueva interpretación, con la ayuda de una sección delgada sacada de una muestra de este núcleo, se encontró corresponde a un neis biotítico que también hace parte del Neis de Bucaramanga.

7.1.6. Sondeo: 4 km3+430

Tabla 20. Descripción para este trabajo del sondeo 4, Km3+430.

Sondeo:		LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km3+430m														ESCALA: 1:100																
DESCRITO POR: Bohórquez, Pedro, Ospino, Manuel		FECHA:														PAGINA: 1 de 1																
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F		
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																			
1m		Suelo													Gris	Muy malo						25%	FS-14,1						Suelo grisáceo con materia orgánica y fragmentos de roca la basamento.			
11m		Granito													Blanco, rosa, gris							48%	FS-14,1 y FS-14,2	52	26	22			Intervalo conformado por roca ígnea de composición granítica donde se diferencian dos pulsos: el pulso principal es de tonalidad oscura, con contenido de ortoclasa, cuarzo, moscovita, y anfíboles; el otro pulso es de tonalidad clara, fanerítico, tamaño de cristales entre medio y grueso, forma euhedrales, panidiomórfico, de contenido: plagioclasas, cuarzo, ortoclasa, moscovita y biotita.			
																																

El suelo del Sondeo 4, km3+430, según el consorcio diseños viales, se encuentra hasta una profundidad de 1.8m, esto no fue posible evidenciarlo en la reinterpretación, donde solo se presentaba suelo hasta un metro de profundidad, además se caracteriza el suelo como residual de la roca granítica basamento.

En cuanto a la litología del resto del sondeo, ambas interpretaciones concuerdan en que es una roca ígnea basamento, sin embargo, en la nueva clasificación para este trabajo se enuncia que se trata de roca ígnea de composición granítica, en donde se evidenciaron dos pulsos debido a las dos tonalidades que presenta la roca, una clara y la otra oscura.

7.1.7. Sondeo: 5 Km 4+525

Tabla 21. Descripción para este trabajo del sondeo 5, Km4+525.

[illegible]

Según el consorcio Diseños Viales, el sondeo 5 ubicado en el Km4+525, se trata de roca basamento (directamente desde cero metros, sin la existencia de suelo) clasificada como una roca ígnea. Sin embargo en la reinterpretación se presenta una nueva clasificación como roca metamórfica perteneciente a la unidad Neis de Bucaramanga, debido a que es observable una reacomodación de los minerales en forma de venas sinuosas, lo cual es evidencia de un metamorfismo de grado medio a alto; por esta estructura metamórfica, se clasificó como una migmatita.

7.1.8. Sondeo: P9-i km4+861

Tabla 22. Descripción para este trabajo del sondeo P9-i, Km4+861.

Sondeo: P9-i			LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km4+861m										ESCALA: 1:100		PAGINA: 1 de 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DESCRITO POR: Bohórquez, Pedro, Ospino, Manuel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR		Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACION	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			LODO		ARENA					GRAVA							% MATRIZ	CALIBRADO								P	A	P	F																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B	Q																		A	P	F																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.9		Suelo														Café						52%	FS-16,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								</

Tabla 23. Continuación de la descripción del sondeo P9-i, Km4+861.

Sondeo: P9-i			LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km4+861m														ESCALA: 1:100																						
DESCRITO POR: Bohórquez.Pedro, Ospino. Manuel																				PAGINA: 2 de 2																			
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código de FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES							
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F									
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																										
14.5m		Depósito aluvial																														guijos de neis anfibolítico, granito y arenisca, termina con un guijarro de granito							
15m		Depósito aluvial																														Guijos de anfibolita y tonalita							
16.2		Depósito aluvial																														Guijos de granito con alto porcentaje de moscovita, bloque de roca granítica probablemente es una tonalita.							
17.7		Depósito aluvial																														Guijarros de roca granítica probablemente tonalita.							
19m		Depósito aluvial																														Guijarros de granito con venas de cuarzo y guijos de granitos y neis.							

Para el sondeo P9-i, Km4+861, en cuanto a profundidad y litología, ambas descripciones concuerdan en gran parte: el sondeo se trata de suelo conglomerático hasta 0.98 metros e infrayaciendolo se encuentra un gran depósito aluvial hasta los 20 metros de profundidad. Sin embargo, la clasificación realizada por el Consorcio no enseña en detalle toda la variedad litológica que pueden llegar a tener estos depósitos. Por este motivo, en la reinterpretación se muestran los diferentes cambios del tamaño de los clastos en cada intervalo, que van desde gránulos hasta bloques, a su vez que las distintas litologías de las cuales se componen, como distintos tipos de granito, neis, esquistos, migmatita, areniscas rojizas, areniscas conglomeráticas y arenas no consolidadas.

7.1.9. Sondeo: P10-d km4+880

Tabla 24. Descripción para este trabajo del sondeo P10-d, Km4+880.

Sondeo: P-10-d		LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km4+880m														ESCALA: 1:100																			
DESCRITO POR: Bohórquez. Pedro, Ospino. Manuel																PAGINA: 1 de 2																			
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGIA	MdWc		Pc - Gra										ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES	AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código de FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES			
			LODO		ARENA					GRAVA																	Q	A	P	F					
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go	B																						
1m		Suelo													Café	Malo						48%	FS-17,1							Suelo oscuro conglomerático con materia orgánica					
2.8m		Depósito aluvial													blanco, café, gris	Malo					FLUVIAL	37%								Guijos de roca ígnea granítica, fánertica, holocristalina, compuesta en su mayoría por cuarzo y plagioclasas, con accesorios como moscovitas y evidencias de alteración por oxidación,y guijos de neis anfibolítico.					
4.7m		Depósito aluvial													blanco, café, gris	Malo						41%								En el tope del intervalo se encuentra un guijo angular rodado de neis anfibolítico, le sigue guijos de granitos y un esquisto.					
5.7m		Depósito aluvial													Gris	Malo						30%								Guijos de granito tonalítico					
8m		Migmatita													blanco y gris verdoso							Metamorfismo regional	45.5%	FS-17,1 y FS-17,2							Migmatítica	Roca migmatítica de características similares a la del sondeo Km4+525m; el leucosoma es granítico con textura fánertica, tamaño de los cristales medio, subhedrales, hipidiomórfica; minerales: cuarzo, plagioclasas, moscovita; el residuo de la migmatita es neisico biotítico. Presenta algunos pequeños diques de roca ígnea de composición tonalítica.			
10.5																																			
12.2																																			
14m																																			

Tabla 25. Continuación de la descripción del sondeo P10-d, Km4+880.

Sondeo: P-10-d			LOCALIZACIÓN: Vía B/ga- Matanza Km4+880m													ESCALA: 1:100																			
DESCRITO POR: Bohórquez, Pedro, Ospino, Manuel																PAGINA: 2 de 2																			
PROFUNDIDAD	UNIDAD	LITOLOGÍA	MdWc		Pc - Gra								ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	FRACTURAS	COLOR	% MATRIZ	CALIBRADO	Q	F	L	FACIES AMBIENTES	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Código DE FOTOS	PORCENTAJES ROCAS IGNEAS				ESTRUCTURA METAMÓRFICO	OBSERVACIONES						
			LODO		ARENA				GRAVA															Q	A	P	F								
			A	L	Mf	F	M	G	Mg	Gr	Gj	Go																		B					
14m		Migmatita													blanco y gris verdoso															Roca migmatítica de características similares a la del sondeo Km4+525m; el leucosoma es granítico con textura fanerítica, tamaño de los cristales medio, subhedrales, hipidiomórfica; minerales: cuarzo, plagioclasas, moscovita; el residuo de la migmatita es neisico biotítico.					
24.7m																																			

En el sondeo P10-d, Km4+880, la descripción de la empresa y la descripción hecha para este trabajo coinciden en la profundidad y composición del suelo. Sin embargo, se presentan varias incongruencias a mayor profundidad: según el consorcio el intervalo que va de 1 a 2.8 metros es un depósito coluvial, mientras que en la nueva interpretación este se cambió por un depósito aluvial debido a la variedad y estado de los clastos, y se extendió hasta una profundidad de 5.7 metros, corrigiendo a su vez la descripción del consorcio que expone que la roca basamento se encuentra desde 2.8 metros de profundidad hasta el final de la perforación. La empresa menciona que esta roca se trata de un neis migmatítico, sin embargo, en la reinterpretación se aclaró la clasificación nombrándola solo como migmatita, que hace parte del Neis de Bucaramanga.

7.2. ANÁLISIS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE

Según la norma INVIAS E-410-07 los ensayos de compresión simple se refieren a la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos. El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones, para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de aditivos en la geotecnia y otros usos similares.

Se tomaron 7 muestras de los núcleos de perforación de las unidades aflorantes en la zona de estudio que cumplieran con los requisitos de la norma anteriormente planteada.

Resultados Datos de carga máxima arrojados por la máquina de ensayo:

Figura 39. Muestra del K1+975: carga máxima 125 KN

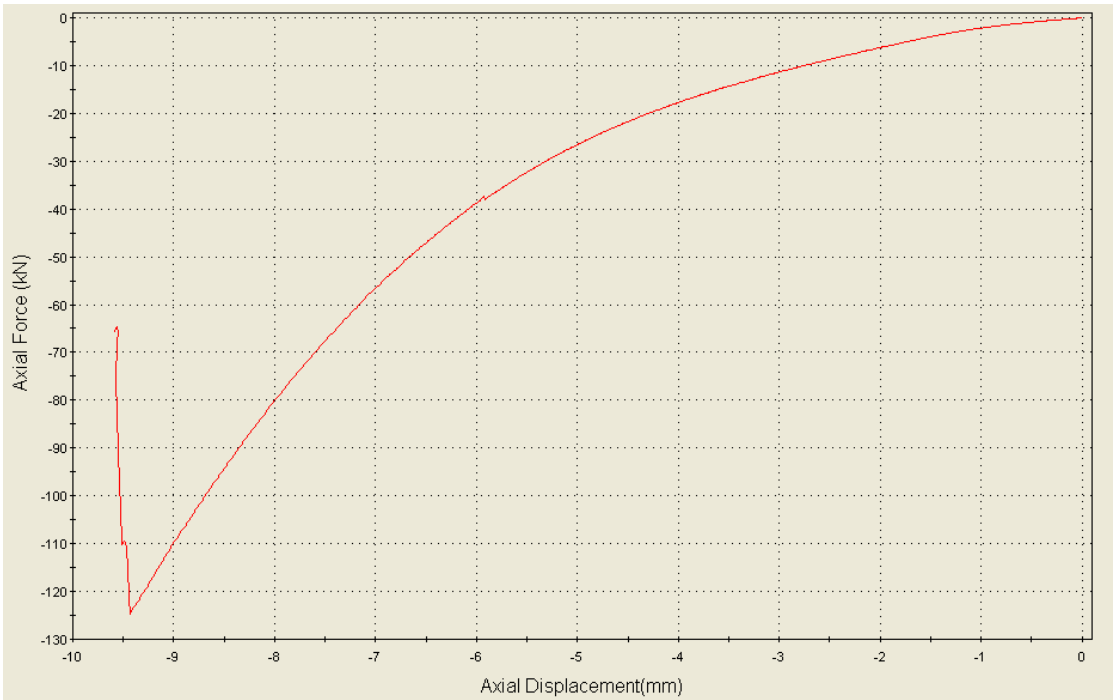


Figura 40. Muestra del K2+850: carga máxima 115 KN

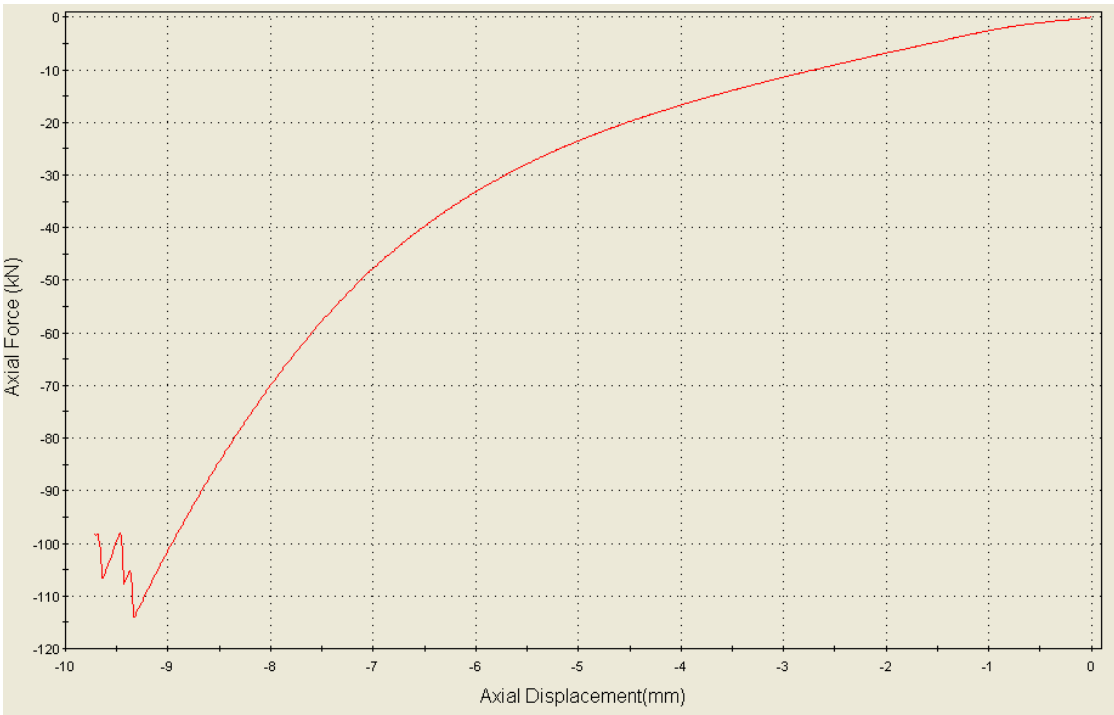


Figura 41. Muestra del K3+300: carga máxima 14 KN

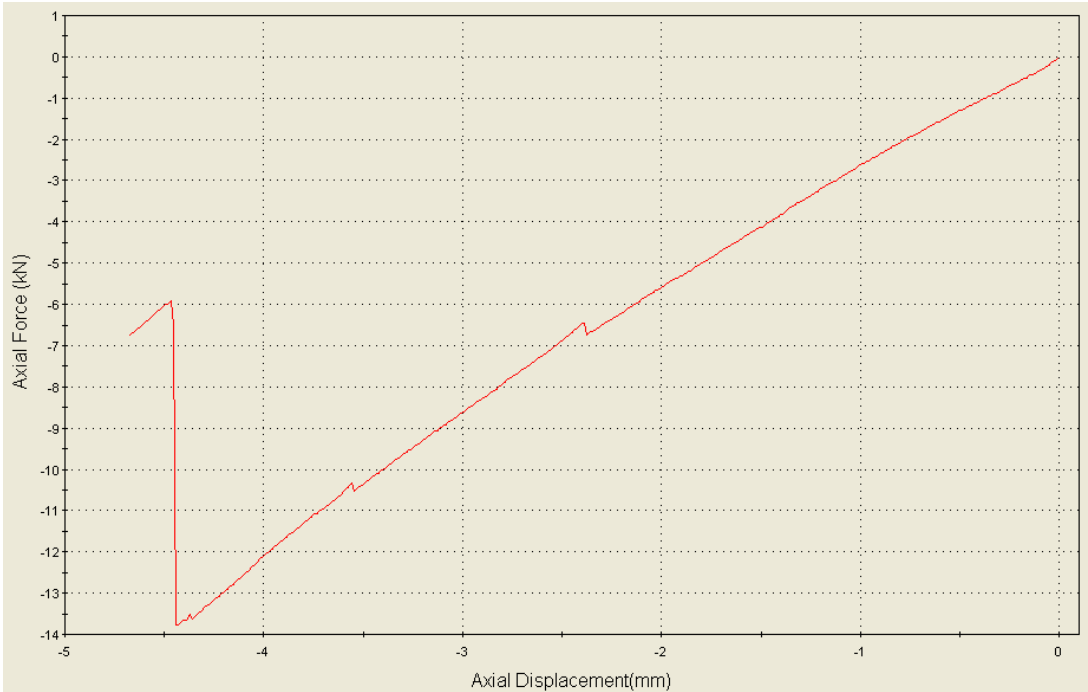


Figura 42. Muestra del K3+430: carga máxima 39 KN

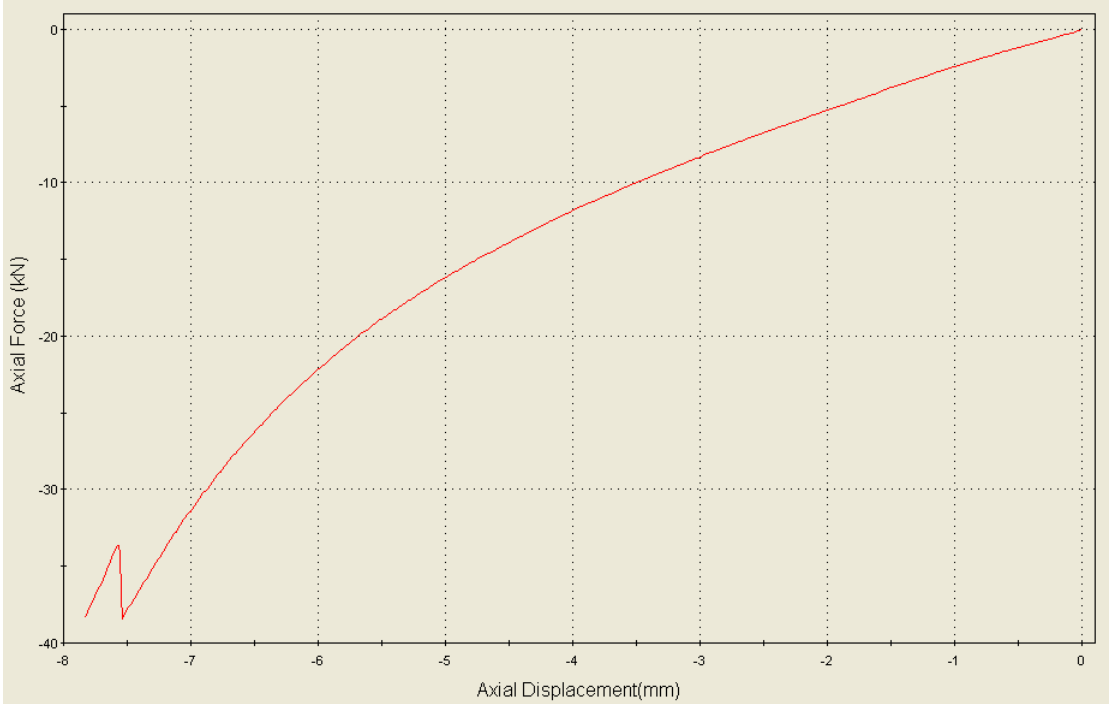


Figura 33. Muestra del K4+525: carga máxima 51 KN

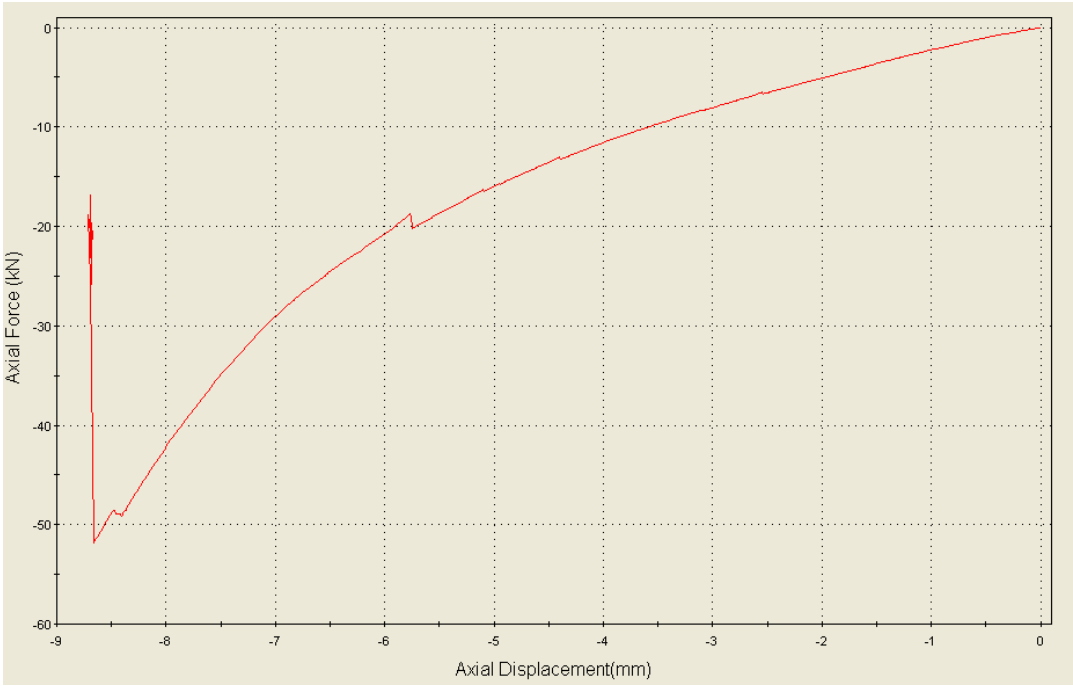


Figura 44. Muestra del K4+880: carga máxima 50 KN

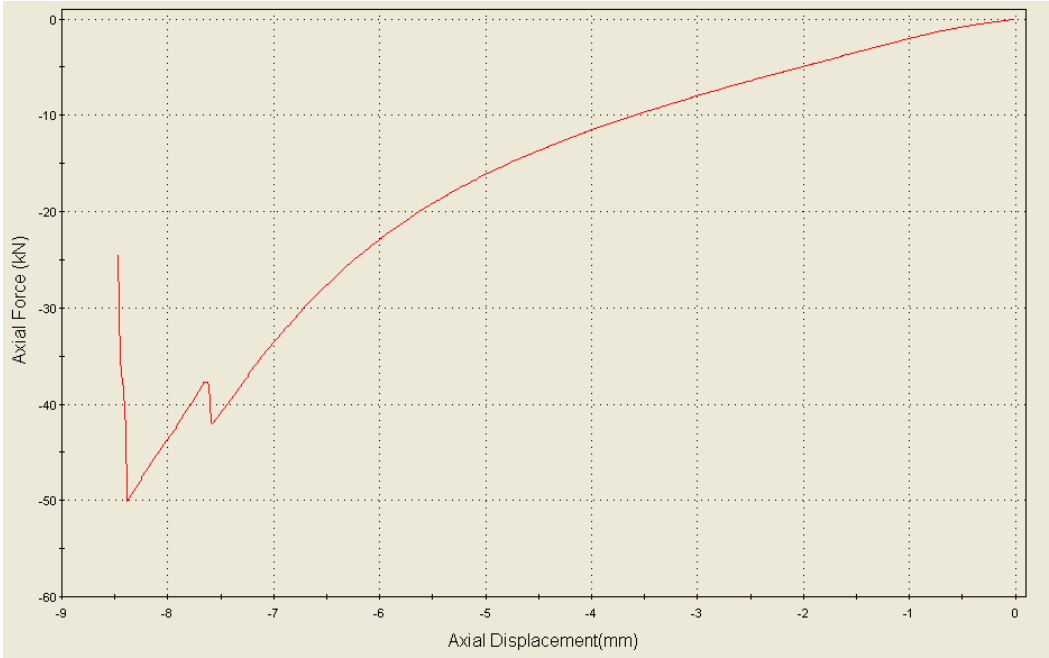


Figura 45. Muestra del K4+965: carga máxima 32 KN

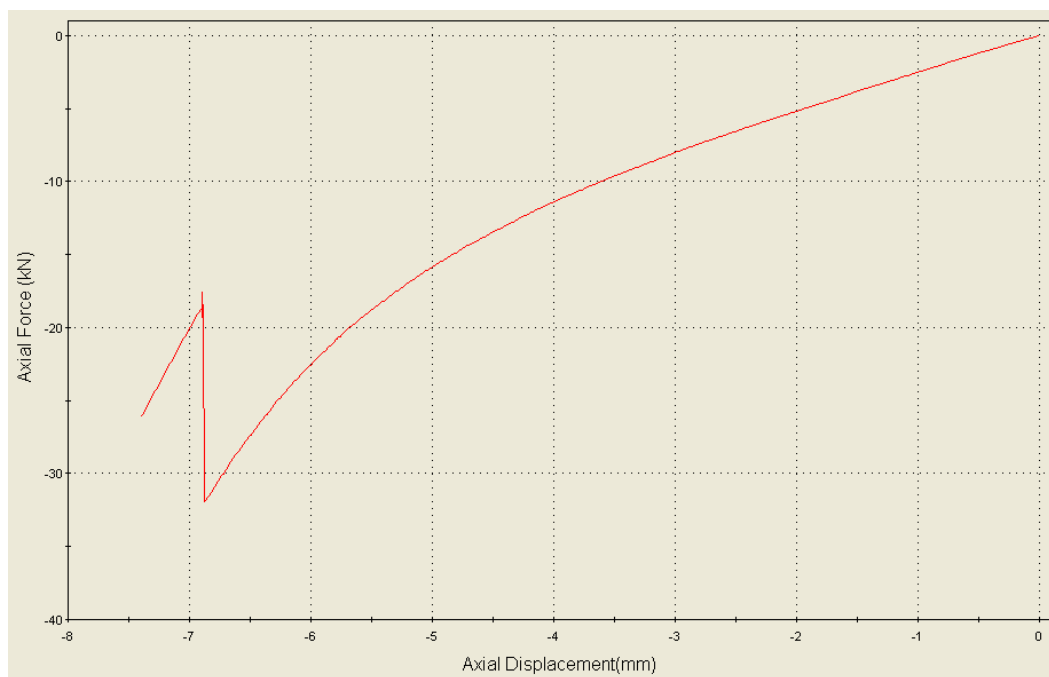


Tabla 26. Datos y cálculos de resistencia de roca.

N° de muestra	Diámetro (cm)	Longitud (mm)	Área (cm²)	Carga máxima (kN)	Resistencia (MPa)
Muestra del K1+975	5	100	19.63	125	63.67
Muestra del K2+850	5	100	19.63	115	58.58
Muestra del K3+300	4	100	12.56	14	11.14
Muestra del K3+430	4	100	12.56	39	31.05
Muestra del K4+525	5	100	19.63	51	25.98
Muestra del K4+880	5	100	19.63	50	25.47
Muestra del K4+965	5	100	19.63	32	16.3

Tabla 27. Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981)³¹

Clase	Descripción	Identificación del campo	Valor aproximado de la resistencia a compresión simple	
			Mpa	Kg/cm ²
S ₁	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	< 0.025	< 0.25
S ₂	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0.025 -0.05	0.25 – 0.5
S ₃	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para penetrar el dedo	0.05 – 0.1	0.5 - 1
S ₄	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0.1 – 0.25	1 – 2.5
S ₅	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0.25 – 0.5	2.5 – 5.0
S ₆	Arcilla dura	Se marca con dificultad al marcar con la uña	> 0.5	> 5.0
R ₀	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0.25 – 1.0	2.5 - 10
R ₁	Roca muy blanda	Deleznable bajo golpes del martillo de geólogo, puede rayarse con una navaja. Se talla fácilmente con una navaja	1.0-5.0	10-50
R ₂	Roca blanda	Puede rayarse con dificultad con la navaja, se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente con la punta del martillo	5.0-25	50-250
R ₃	Roca moderadamente dura	No se puede rayar con una navaja la muestra en mano, se puede romper con un golpe firme del martillo de geólogo, al impacto la punta del martillo indenta hasta 5 mm.	25-50	250-500

³¹ Brown, E., Ed ISRM Rock Characterization Testing and Monitoring, Pergamon Press, Oxford, (1981) 211 p.

Clase	Descripción	Identificación del campo	Valor aproximado de la resistencia a compresión simple	
			Mpa	Kg/cm ²
R ₄	Roca dura	Se necesita más de un golpe con el martillo de geólogo para romper la muestra, especímenes sostenidos en la mano se rompe con un simple golpe de martillo	50-100	500-1000
R ₅	Roca muy dura	Se necesita muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	100-250	1000-2500
R ₆	Roca extremadamente dura	El martillo produce solamente descarrillado de la muestra, sonido metálico de golpe. Solo saltan esquirlas de roca.	> 250	> 2500

Tabla 28. Clasificación de rocas según resistencia.

N° de muestra	Resistencia (MPa)	clasificación
Muestra del K1+975	63.67	Roca dura
Muestra del K2+850	58.58	Roca dura
Muestra del K3+300	11.14	Roca blanda
Muestra del K3+430	31.05	Roca moderadamente dura
Muestra del K4+525	25.98	Roca moderadamente dura
Muestra del K4+880	25.47	Roca moderadamente dura
Muestra del K4+965	16.3	Roca blanda

Teniendo en cuenta esta clasificación, se determinó que los núcleos seleccionados, van desde roca blanda hasta roca dura.

Al analizar los valores de la carga máxima que soportan, se comprobó que la roca más resistente es la cuarzo-lacita de la muestra K1+975 siguiendo con la roca clasificada como cuarzodiorita de la muestra K2+850, ambas pertenecientes a la

clasificación de roca dura. El alto contenido de cuarzo y feldespato potásico hace a las rocas ígneas más resistentes a la deformación mecánica. Las segundas rocas más resistentes son granito de la muestra K3+430, migmatita de la muestra K4+525 y migmatita de la muestra K4+880; por último, las rocas más débiles son: el neis biotítico de la muestra K3+300 y neis biotítico de la muestra K4+965, lo cual es de esperarse debido a que su foliación genera planos de debilidad por los cuales la roca puede fracturarse.

7.3. PROCEDENCIA.

Con los depósitos cuaternarios presentes en los sondeos se formula una hipótesis de procedencia litológica para los principales clastos encontrados.

Tabla 29. Procedencia de los clastos según características litológicas.

Características litológicas del clasto	Tipo de depósito donde se encuentra	Posible unidad de procedencia
Granito con alto porcentaje de ortoclasa	Depósitos coluviales	JTRcg
Granito con alto porcentaje de minerales oscuros como biotita y anfíboles	Depósitos coluviales	JTRcg
Granito de tonalidades blancas	Depósitos coluviales	TRt
Diorita color gris oscuro y blanco	Depósitos coluviales	JTRcg
Granito principalmente compuesto de cuarzo y plagioclasa con minerales accesorios como biotita, anfíboles y alteraciones color verde	Depósitos coluviales	JTRcg
Granito compuesto de cuarzo, plagioclasa, biotita, moscovita,	Depósitos coluviales	JTRcg

pirita y alto porcentaje de anfíboles.		
Neis micáceo.	Depósitos coluviales	peb
Neis grisáceo compuesto de biotita, moscovita y pirita	Depósitos aluviales	peb
Roca de origen ígneo muy meteorizada color café, con minerales arcillosos	Depósitos aluviales	JTRcg
Granito con minerales verdosos de alteración y pirolusita	Depósitos aluviales	JTRcg
Tonalita compuesta de cuarzo y plagioclasa con tonalidades muy claras	Depósitos aluviales	TRt
Anfibolita tonalidad gris oscura con alteraciones verdosas	Depósitos aluviales	peb
Migmatita color blanco y verde	Depósitos aluviales	peb
Areniscas rojizas de grano fino, buen calibrado, equigranular.	Depósitos aluviales	Jj
Areniscas ligeramente conglomeráticas color café claro.	Depósitos aluviales	Jg
Granito con alto porcentaje de anfíboles y cristales tamaño medio y grande	Depósitos aluviales	JTRcg
Diorita color gris oscuro y blanco, gran contenido de plagioclasa	Depósitos aluviales	JTRcg
Esquisto moscovítico	Depósitos aluviales	pDs
Granito con tonalidades rosa, alto porcentaje de ortoclasa.	Depósitos aluviales	JTRcg
Roca volcánica porfirítica con vidrio verdoso y pórfidos blancos	Depósitos aluviales	Roca volcánica sin identificar
Neis micáceo con bandas oscuras y blancas compuestas de cuarzo y plagioclasa	Depósitos aluviales	peb
Neis anfibolítico con venillas de cuarzo.	Depósitos aluviales	peb
Granito fanerítico, holocristalino, compuesto en su mayoría por cuarzo y plagioclasa, con moscovita de accesorio y alteraciones rojizas por oxidación.	Depósitos aluviales	JTRcg

Las litologías de los clastos encontrados concuerdan con las que ya están establecidas en trabajos anteriores (principalmente Ward et al. 1973), las cuales fueron expuestas en la TABLA 38 donde cada acrónimo pertenece a: Neis de Bucaramanga (peb), Esquistos del Silgará (pDs), Tonalita (TRt), Cuarzo monzonita y granito, biotítica (JTRcg), Formación Jordán (Jj), Formación Girón (Jg).

Teniendo en cuenta que para los depósitos aluviales los clastos son suministrados por el río Suratá, el cual es la principal fuente de energía para el transporte de estos, indica que los clastos tienen una proveniencia desde la dirección noreste en la misma orientación del río, donde se encuentran aflorantes las litologías de las cuales se desprenden los clastos. Por otro lado, los depósitos coluviales son depósitos que se forman del desprendimiento de las rocas aledañas a la zona de estudio, indicando que la proveniencia es de una litología aflorante muy cercana.

8. DISCUSIÓN

Las rocas aflorantes a lo largo del área de estudio muestran diferencias litológicas con respecto a los trabajos cartográficos previamente establecidos, esto puede ser debido a una falta de detalle en los mapas por unas diferencias en las escalas de estos. Los cambios principales que se presentaron en la nueva cartografía a escala 1:10000 van desde la disposición de las unidades litológicas, los contactos entre ellas, y las estructuras presentes. En la zona de estudio no se encontró la formación Jordán, en su lugar se encontró la secuencia sedimentaria: Formación Tiburón (TRPt), Formación Bocas (TRb) y en contacto discordante la Formación Girón (Jg). De la misma forma se redefinió la disposición de la unidad ígnea Cuarzo Monozonita y Granito (JTRcg), donde en trabajos anteriores solo se disponía al flanco este de la falla Bucaramanga, mientras que para este estudio se encontró a ambos flancos de esta falla.

Asimismo en este estudio se describió una roca volcánica, la cual se encontró tanto en afloramiento como en los sondeos en forma de núcleo in situ y en forma de clastos en algunos depósitos cuaternarios; a esta roca se le hizo una descripción macroscópica y una sección delgada para una mejor clasificación, sin embargo, debido a que no se encuentran antecedentes, esta no está definida como una unidad con una edad asociada. Se generaron tres hipótesis de posible génesis de este cuerpo: 1) se formó gracias al movimiento de la falla de Bucaramanga que generó el espacio para que pudiera intruir; 2) se formó coetáneamente a la Formación Bocas (TRb) ya que, según la literatura, esta tiene unos niveles volcanoclasticos, los cuales pudieron haberse formado por aporte de este volcánico; 3) es un pulso simultáneo al que formó la unidad Cuarzo Monozonita y Granito (JTRcg)..

Con respecto a las estructuras se definieron las fallas Bucaramanga, Suratá y Los Angelinos. En discrepancia con los anteriores trabajos donde la falla de

Bucaramanga es continua y presenta un giro hacia el noreste a la altura del río Suratá y otro giro hacia el noroeste, en las observaciones para este trabajo se propone un posible salto de la falla de Bucaramanga debido al corte de la falla de Suratá que presenta una dirección noreste. Aunque esta zona esté controlada por varias fallas se puede afirmar que se encuentra inactiva, esto es apreciable debido a que los depósitos cuaternarios tanto de terraza (Qt_f) como coluviales (Qd) no presentan indicios de neotectónica.

En cuanto al análisis geotécnico de los sondeos de roca, se encontraron incongruencias con los análisis anteriormente realizados por la empresa Consorcio Diseños Viales; se encuentran diferencias, en varios sondeos, en la definición de profundidades, descripciones y unidades litológicas. Estos errores pueden ser atribuidos a la falta de detalle y conocimiento: la empresa en su descripción propone litologías que no se encuentran aflorantes en la zona, no realizaron una adecuada diferenciación entre los depósitos cuaternarios aluviales y coluviales, y no se elaboró la adecuada descripción litológica lo cual los llevó a una errónea definición de las unidades.

Del análisis de resistencia de los núcleos con litologías de roca basamento, se obtuvieron los datos con los cuales se realizaron los cálculos para conseguir los valores relacionables con la tabla de clasificación de roca según su resistencia, al realizar la búsqueda bibliográfica de los valores medios de resistencia para las litologías presentes en el área de estudio, se encontró que la mayoría son valores menores al promedio, esto puede ser debido a la alta meteorización, fracturamiento y diaclasamiento.

9. CONCLUSIONES

En la zona de estudio cartografiada se encuentran rocas metamórficas correspondientes al Neis de Bucaramanga, rocas ígneas pertenecientes a la unidad Cuarzo monzonita y granito, rocas sedimentarias que hacen parte de la Formación Tiburón, Formación Bocas y Formación Girón; y depósitos cuaternarios Coluviales, aluviales y de terraza. Estas rocas presentan edades que van desde el Precámbrico hasta mediados del Triásico. También se tiene la falla de Bucaramanga en dos secciones con dirección noroeste, la falla de Suratá en dirección noreste siguiendo prácticamente el cauce del río Suratá y la falla los Angelinos. Se propone un estudio estructural más profundo debido a la gran complejidad que presenta esta zona de estudio, priorizando la secuencia de rocas sedimentarias.

Los sondeos se tratan en su mayoría de depósitos cuaternarios aluviales y coluviales, donde algunos llegan hasta la roca madre basamento, que se presentaba como cuerpos graníticos de la unidad Cuarzo Monzonita y Granito (JTRcg) o como rocas metamórficas de alto grado de la unidad Neis de Bucaramanga (peb).

En las secciones delgadas realizadas con las muestras más importantes de los sondeos y las recogidas en campo, se encontraron rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de diferente composición. Se hallaron dos rocas ígneas intrusivas texturalmente similares pero que difieren en su composición, se clasificaron como cuarzodiorita y monzogranito respectivamente; Se concluyó que estas dos muestras hacen parte de la unidad Cuarzo Monzonita y Granito (JTRcg). En cinco de las secciones delgadas realizadas se encontraron rocas de alto grado de metamorfismo de facies que van desde sillimanita hasta granulita hornbléndica, cuatro de composición pelítica y otra de composición cuarzo-feldespática, las cuales, su descripción microscópica permitió clasificarlas en: neis biotítico, migmatita, Neis cuarzo-feldespático, anfibolita y Neis sillimanítico. Por último, para las dos secciones

de rocas sedimentarias hechas con muestras extraídas en campo, se lograron clasificar texturalmente como areniscas-limosas y composicionalmente como subarcosa y cuarzo arenita respectivamente.

Se encontró, tanto en núcleo como en afloramiento, una roca volcánica que no está reportada, la cual, con la ayuda de una sección delgada se clasificó como una cuarzo-lacita, esta roca es rica en calcita y contiene prehnita que se encuentra relleno de cavidades de vesículas. Debido a las hipótesis propuestas en la discusión, se propone realizar estudios más profundos para definir su génesis y una mejor clasificación de este cuerpo.

La Litoteca de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, con fines pedagógicos e investigativos, debería conservar los siguientes sondeos de roca: Sondeo P-6d ubicado en el Km1+975, en el cual se encuentra in situ la roca volcánica clasificada en este trabajo como cuarzo-lacita; Sondeo T2-E (Km2+990), donde comienza a aparecer diorita a una profundidad de 15.3 metros; sondeo VP-3d (Km2+950) que se trata de un depósito aluvial en el cual se aprecia cambios de baja y alta energía de deposición periódicos; Sondeo VP4-iBis (Km3+300), en donde se halló neis biotítico a partir de 6 metros de profundidad; el sondeo ubicado en el Km3+430, el cual se compone de una roca ígnea granítica que presenta dos pulsos diferenciados; Sondeo P-10-d (km4+880), donde se halla migmatita como basamento a una profundidad de 5.7 metros; y el sondeo ubicado en el Km4+965 que está compuesto casi en su totalidad de neis cuarzofeldespático.

Basados en los resultados de los ensayos de compresión simple bajo la norma INVIAS E – 410 – 07 y teniendo en cuenta la clasificación dada por ISRM, 1981 para la resistencia de las rocas a la compresión simple, se determinó que los núcleos presentan valores que van desde roca blanda hasta roca dura. Las rocas duras corresponden a las litologías de cuarzodiorita (de la unidad Cuarzo Monzonita y Granito) y cuarzo-lacita; las rocas moderadamente duras corresponden a litologías de granito (de la unidad Cuarzo Monzonita y Granito) y migmatita (de la unidad Neis de Bucaramanga), y las rocas blandas a la litología de neis biotítico, también de la

unidad Neis de Bucaramanga. Se recomienda tener cuidado con algunas rocas de baja de resistencia presentes en la zona de estudio que pueden causar debilidad en las estructuras como puentes y túneles que se requerían construir para el proyecto de la nueva carretera del alto del escorial por el cual se extrajeron estos núcleos.

Los clastos presentes en los depósitos cuaternarios, tanto aluviales como coluviales, provienen de unidades aledañas a la zona de depositación, los cuales fueron transportados principalmente por el cauce del río Suratá. Las principales unidades de procedencia son: Neis de Bucaramanga (p**ε**b), Esquistos del Silgará (pDs), Tonalita (TRt), Cuarzo monzonita y granito (JTRcg), Formación Jordán (Jj) y Formación Girón (Jg).

BIBLIOGRAFÍA

CDMB. Documento diagnostico amenazas de inundación y erosión en el río de Oro, volumen 1. 2005

CRUZ, Luis; Caballero, Víctor. Manual de laboratorio de petrología sedimentaria. Universidad Industrial de Santander. 2008

EMPRESA DE DESARROLLO URBANO (EDU). Informe Geología y Geomorfología Sector Norte de Bucaramanga. 2017.

FRANCO, Alejandra; RAMIREZ, Ángela. Reconstrucción paleoambiental de los miembros órganos, finos y gravoso de la formación Bucaramanga en el área metropolitana de Bucaramanga. Trabajo de grado de pregrado. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2018.

GARCÍA, Carlos. Manual de Prácticas de petrografía Metamórfica. Universidad Industrial de Santander. 2007

GONZÁLEZ, Daniela; PATIÑO, Angie. Caracterización geológica y geotécnica de los materiales recuperados en los sondeos realizados para la vía Bucaramanga-Matanza (K10+271-K12+966) por la empresa Consorcio Diseños Viales. Trabajo de grado de pregrado. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2017.

INGEOMINAS. Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga, Instituto de Investigación e Información Geocientífica. 2001

INVIAS. NORMA I.N.V.E – 410 – 07. PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO.

ISRM, Rock Characterization Testing and Monitoring. Brown, E., Ed., Pergamon Press, Oxford, 1981

MANTILLA, Luis, et al. Geocronología U-Pb de los Cuerpos Porfíricos del Distrito Aurífero de Vetas-California (DPTO de Santander, Colombia). En: Boletín de Geología. Junio, 2009. Vol. 31, no. 1.

MANTILLA, Luis, et al. Remains of early Ordovician mantle-derived magmatism in the Santander Massif (Colombian Eastern Cordillera). Journal of South American Earth Sciences. 2012.

MANTILLA, Luis; GARCÍA, Carlos; VALENCIA, Víctor. Propuesta de escisión de la denominada “Formación Silgará” (Macizo de Santander, Colombia), a partir de las edades U-Pb en circones detríticos. En: Boletín de Geología. Abril, 2016. Vol. 38, no. 1,

MANTILLA, Luis. Guía de Laboratorios de Petrología Ígnea, Universidad Industrial de Santander. 2003.

NIÑO, Aura; VARGAS, Guillermo. Geología y geotecnia de la escarpa noroccidental de la meseta de Bucaramanga. Trabajo de grado de pregrado. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 1992.

NIÑO, Aura; VARGAS, Guillermo. Modelo de evolución para abanico de Bucaramanga. Facies-UIS volumen 2, 1993.

NIÑO, Marco. Caracterización geológica y geotécnica de núcleos de roca de los sondeos realizados en el tramo del sector puente bolarquí-viaducto los olivos, vía Bucaramanga-Matanza. Trabajo de grado de pregrado. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2018.

ROYERO, J; CLAVIJO, J. Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear INGEOMINAS. 2001.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Glosario de unidades y subunidades geomorfológicas. 2014.

URUEÑA SUAREZ, Cindy Lizeth. Metamorfismo, Exhumación y Termocronología del Neis de Bucaramanga. (Macizo de Santander, Colombia). Tesis de Magíster en Ciencias Geología. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, 2014.

WARD, et al. Geología de los Cuadrángulos H- 12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. U.S. Geological Survey y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. Boletín Geológico, 1973.