

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA EN LA SERRANÍA DE PERIJÁ, AL SUR DEL
BOTADERO LA ESTRELLA, ZONA NORTE MINA EL CERREJÓN**

JORGE LEONARDO CAMARGO DAZA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANG A
2013**

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA EN LA SERRANÍA DE PERIJÁ, AL SUR DEL
BOTADERO LA ESTRELLA, ZONA NORTE MINA EL CERREJÓN**

JORGE LEONARDO CAMARGO DAZA

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO

DIRECTOR:

LUIS E. CRUZ GUEVARA

(PROFESOR UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER)

TUTOR:

MARIA M. MOLINA ROJAS

(GEÓLOGO, CARBONES DEL CERREJÓN LIMITED)

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo quiero dedicar en primera instancia a mis padres ya que sin su apoyo, comprensión, motivación y sacrificio no podría haber tenido la formación tanto personal como profesional, gracias a sus consejos me enseñaron que todo lo que quisiera proponerme lo lograría con perseverancia, responsabilidad, disciplina y sobre todo con amor a lo que se está haciendo.

A mis hermanas que siempre han sido una motivación e inspiración para seguir adelante y no caer ante las adversidades.

A mis profesores por enseñarme experiencias y las herramientas para poder afrontar todas aquellas situaciones que surjan en mi vida como profesional.

Y finalmente a todos mis amigos y compañeros con los que he logrado compartir grandes experiencias y siempre han estado ahí para brindarme un apoyo incondicional.

A todos ustedes Muchas Gracias.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento de mi proyecto es principalmente a Dios quien me guio y regalo la fortaleza para salir adelante.

A la Universidad Industrial de Santander y a la escuela de geología que conjuntamente con mis profesores contribuyeron a mi formación tanto personal como profesional.

A la empresa Carbones del Cerrejón Limited por brindarme la oportunidad de poner en prácticas los conocimientos y valores adquiridos en mi formación como Geólogo en la Universidad Industrial de Santander.

A la Superintendencia de Geología de Carbones del Cerrejón, dirigida por German Hernández, al Jefe de Geología Ramón Daza y todo el equipo de trabajo en especial la colaboración de Iván Gutiérrez., que siempre estuvieron dispuestos a aportar sus experiencias y conocimientos en el acompañamiento de la realización de mi proyecto de Cartografía Geológica,.

A mi tutora María M. Molina y a Fabián Rodríguez por su empeño y colaboración en las actividades realizadas para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos propuestos para la práctica empresarial.

A mi director de proyecto, el profesor Luis E. Cruz Guevara, por su gran aporte en la revisión y sugerencias durante el desarrollo y realización del trabajo de grado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	15
1.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. LOCALIZACIÓN	17
4. METODOLOGIA	19
4.1 FASE INICIAL	19
4.2 FASE DE CAMPO	20
4.3 FASE FINAL	21
4.4 FLUJOGRAMA DE TRABAJO	22
5. MARCO TEORICO	23
5.1 ESTRATIGRAFÍA	23
5.1.1 Formación la quinta.	25
5.1.2 Formación Rio Negro.	25
5.1.3 Grupo Cogollo.	26
5.1.4 Formación la luna.	30
5.1.5 Formación Cerrejón.	31
5.2 TECTÓNICA	32
5.2.1 Falla Cerrejón.	34

5.2.2 Falla Ranchería.	34
6. RESULTADOS	35
6.1 GEOMORFOLOGÍA	35
6.1.1 Unidad A.	36
6.1.2 Unidad B.	37
6.1.3 Unidad C.	38
6.1.4 Unidad D.	39
6.2 GEOLOGÍA LOCAL	40
6.2.1 Estratigrafía	42
6.2.1.1 Formación La Quinta.	43
6.2.1.2 Grupo Cogollo.	44
6.2.1.3 Depósitos de Coluvion.	50
6.2.1.4 Depósitos Aluviales.	53
7. CONCLUSIONES	58
8. RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica y ubicación del área de estudio, con geología generalizada de las concesiones mineras de Carbones del Cerrejón Limited	17
Figura 2: Columna estratigráfica generalizada de la Cuenca Cesar-Ranchería.	24
Figura 3. Modelo de la cuenca del Ranchería para el Cretáceo superior.	32
Figura 4. Modelo de balanceo de la cuenca del Ranchería para el Paleoceno temprano.	33
Figura 5. Esquema estructural de la cuenca del Ranchería para el Eoceno.	33
Figura 6: Mapa geomorfológico, con base en interpretaciones de fotografías áreas hechas en el 2003.	36
Figura 7: Se muestra la cobertura vegetal que varía de rastrojos bajos a rastrojos altos, encontrados en la unidad A, durante recorridos de campo con presencia de gravas de caliza tipo Mudstone y Wackstone.	37
Figura 8: Se observa una cobertura vegetal que varía de rastrojos altos a bosques naturales, con pendientes suaves a moderada, representando la unidad B.	38
Figura 9: Se observa una cobertura vegetal muy espesa con rastros altos y bosques naturales primarios hacia las partes más altas, Unidad C.	39
Figura 10: Se observa alta cobertura vegetal, y alto contenido de rodado de roca conglomerática, (Formación La Quinta).	40
Figura 11: Mapa Geológico a escala 1:10000.	42
Figura 12: Afloramiento de roca conglomerática de color rojiza, perteneciente a la Formación la Quinta, estación 6.	43
Figura 13: Afloramiento de roca conglomerática de color rojizo de la Formación La Quinta, mostrando capas estratificadas	44
Figura 14: Afloramiento de caliza tipo Mudstone, perteneciente al G. Cogollo,	

con presencia de fósiles, cristales recristalizados y venas de calcita	45
Figura 15: Afloramiento de roca caliza tipo Mudstone, perteneciente al G. Cogollo. No se observa rasgos de estratificación.	46
Figura 16: Bloque de caliza meteorizándose, perteneciente al G. Cogollo, desde los bordes hacia el interior de la roca dejando un material calcáreo con textura arenosa de color crema.	47
Figura 17: Apique 30, exponiendo la roca muy fracturada con varias familias de diaclasa, la roca se observa muy meteorizada formando un material de textura arenosa de color blanco a crema.	48
Figura 18: Caverna de 15 m aproximadamente, en sus partes altas compuestas por bloques sueltos de caliza tipo Wackstone, perteneciente al G. Cogollo, con contenido fósil, principalmente conchillas y madrigueras.	49
Figura 19: Bloques rodados de roca caliza, color gris claro con algunas alteraciones en textura y color de la roca fresca. Este material coluvión son fragmentos de roca erodados del G. Cogollo.	51
Figura 20: Apique 2, se observa una primera capa de suelo de color marrón seguida por un horizonte de meteorización de la caliza de color crema, y hacia la base la presencia de arcillolitas de color gris verdosas muy meteorizada.	52
Figura 21: Quebrada Cañas Bobas, depósito aluvial con gravas esféricas sub-redondeadas a sub-angulares.	53
Figura 22: Fotografía del apique 30, que muestra la caliza perteneciente al G. Cogollo muy fracturada y diaclasada por el control estructural del área en estudio. Presencia de raíces.	55
Figura 23: Fotografía del Apique 14, mostrando la arcillolitas gris verdosas intercaladas con capas de concreciones rojizas que han sido afectadas por fallas inversas.	56
Figura 24: Sección geológico A-A', (Ver Figura 10, Mapa Geológico) mostrando las unidades geológicas observadas en campo.	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. FORMATO PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO	65
ANEXO B. FORMATO PARA LA DESCRIPCIÓN DE APIQUES	67
ANEXO C. CLASIFICACIÓN DE DUNHAM (1962) PARA LAS ROCAS CARBONATADAS	68
ANEXO D. FOTOGRAFÍAS ÁREAS	69
ANEXO F. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTACIONES DE CAMPO	80
ANEXO G. MAPA CON APIQUES PROPUESTOS	121
ANEXO H. DESCRIPCIÓN DE APIQUES	122
ANEXO I. POLÍGONO PARA LOS POZOS DE PERFORACIÓN	145

RESUMEN

TÍTULO: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA EN LA SERRANÍA DE PERIJÁ, AL SUR DEL BOTADERO LA ESTRELLA, ZONA NORTE MINA EL CERREJÓN*

AUTOR: JORGE LEONARDO CAMARGO DAZA**

PALABRAS CLAVE: Cartografía Geológica, Levantamiento Estratigráfico, Control Estructural.

Como parte del proyecto de triturado de materiales pétreos que suplan la demanda de materiales con aprovechamiento en obras civiles, vías férreas y pozos de voladura en la mina del Cerrejón. Se hizo necesario adelantar estudios de cartografía geológica y levantamiento estratigráfico hacia el flanco W del piedemonte de la Serranía del Perijá, limitado al Norte por el Botadero la Estrella, al SW por el Botadero este del Tajo Annex, y dominado estructuralmente por la Falla de Cerrejón.

Las rocas más antiguas en el área corresponden a la Formación La Quinta, la cual consiste de lodolitas y conglomerados rojizos, con una estructura masiva asociadas a ambientes fluviales y lacustres. En el área, la Formación La Quinta se encuentra en contacto discordante con la Formación Lagunitas (Formación inferior del Grupo Cogollo), caracterizada por presentar capas muy gruesas de Mudstone, Wackstone y Packstone con contenido fósil, principalmente conchillas, conchas de bivalvos desarticulados, vertebras de peces y madrigueras, acumuladas en ambientes de plataforma media. Las rocas de esta formación se encuentran muy diaclasadas y fracturadas debido al control estructural que ejerce la Falla Ranchería y principalmente la Falla Cerrejón que deja en contacto fallado rocas del Cretácico (Grupo Cogollo) con rocas del Paleógeno (parte superior de la Formación Cerrejón), esta última constituida por arcillolitas grises verdosas, con intercalaciones de concreciones rojizas, y capas de arenas finas a media de aproximadamente 20 cm de espesor, acumuladas en un ambientes de delta.

La Falla Cerrejón ejerce un complejo control estructural, dando origen a cerros aislados por un patrón de drenaje centrípeto, escamas tectónicas y microfallas que afectan capas de roca observadas durante la descripción de Apiques.

* Proyecto de Grado. Modalidad: Practica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Luis E. Cruz. Codirector: María M. Molina.

ABSTRACT

TITLE: GEOLOGICAL CARTOGRAPHY IN THE SERRANÍA DE PERIJÁ, SOUTH OF BOTADERO LA ESTRELLA, ZONE NORTH NORTH CERREJÓN MINE*.

AUTHOR: JORGE LEONARDO CAMARGO DAZA.**

KEYWORDS: Geological Cartography, Stratigraphic Lifting, Structural Control.

As part of the project of crushed stone materials that will supply the demand for materials to use in civil works, railways and blasthole in Cerrejón mine. It became necessary to carry out studies of Geological Cartography and stratigraphic lifting to the W flank of the Serranía Perijá, bounded on the North by the Botadero La Estrella, at SW by the Botadero E of the Tajo Annex.

The older rocks in the area belong to the La Quinta Formation, which consists of red mudstones and conglomerates, with a massive structure associated with fluvial and lacustrine environments. In the area, La Quinta Formation is located in discordant contact with Lagunitas Formation (Lower Formation of Cogollo Group), characterized by very thick layers of Mudstone, Packstone and Wackstone with fossil content, mainly shells, disarticulated bivalve shells, fish vertebrae and burrows, accumulated in media platform environments. Rocks of this Formation are highly jointed and fractured due to structural control exerted by Rancheria Fault and mainly by Cerrejón Fault that left in contact failed with Cretaceous rocks (Cogollo Group) with Paleocene rocks (Upper Cerrejón Formation), the latter consists of greenish gray Claystones, interbedded with reddish concretions and layers of fine to medium Sand about 20 cm thick, accumulated in a delta environments.

The Cerrejón fault has a complex structural control, giving rise to isolated hills with a centripetal drainage pattern, Klippe and minor faults affecting rock layers observed during Apiques description.

* Graduate Project. Mode: Industry Practice

** Faculty of Physicochemical Engineering. School of Geology. Director: Luis E. Cruz. Codirector: María M. Molina.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el material triturado usado en la mina Carbones del Cerrejón Limited, ha provenido de zonas adyacentes a cuerpos o corrientes de agua que presentan conglomerados aluviales aptos para ser triturados y suplir las demandas requeridas. Sin embargo, dado el crecimiento de las áreas de explotación minera y el crecimiento de los volúmenes demandados, las fuentes de material se han venido explotando y agotando, evidenciando una falta de suministro a partir del año 2015. Teniendo en cuenta lo anterior se ha planteado la apertura de una cantera en el piedemonte de la Serranía del Perijá en la zona comprendida entre el botadero denominado La Estrella y el futuro botadero este del Tajo Annex, por ello se hace necesario realizar una cartografía geológica de superficie a escala 1:10000 con miras a identificar y limitar unidades que pueden ser usadas como agregado pétreos en vías férreas, pozos de voladura y obras civiles.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Cartografiar las unidades geológicas al Sur del botadero La Estrella, Zona Norte de la mina del Cerrejón, con el fin de identificar materiales para triturado con aprovechamiento en obras civiles, vías férreas y pozos de voladura.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y limitar los contactos de las unidades geológicas presentes en el área de estudio.
- Observar y mapear los principales rasgos estructurales como fallas, pliegues y familias de diaclasas que se encuentren en la zona de estudio.
- Generar un mapa detallado (escala: 1:10000) de la información geológica y estructural recogida en campo.

2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto de cartografía de las unidades litológicas aflorantes en la Zona Norte al Oeste de la Serranía de Perijá al Sur del botadero La Estrella dentro de la concesión minera, tiene gran importancia para la empresa Carbones del Cerrejón Limited, por la necesidad urgente de obtener materiales pétreos para construcción de obras civiles, relleno para las vías férreas y pozos de voladura, por este motivo la identificación y limitación de las unidades litológicas presentes en el área de interés es una prioridad para los procesos de minería.

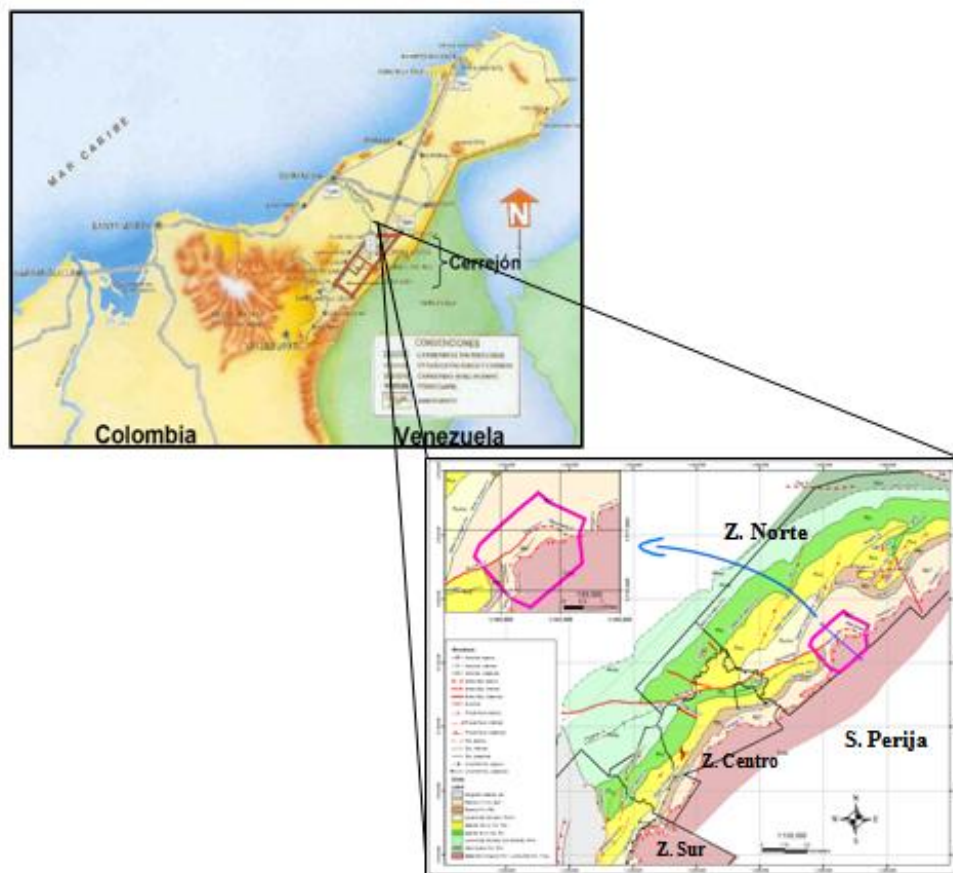
Uno de los puntos clave de este proyecto es realizar una cartografía a escala 1:10000 para poder definir y delimitar las unidades litológicas presentes en el área de estudio, además de analizar la competencia de las rocas presentes para ser explotadas como agregados.

Para el desarrollo y cumplimiento de este proyecto se hace necesario realizar una revisión bibliográfica de trabajos (tesis, artículos científicos, etc.) que se hayan hecho en la zona de interés o cercanas a ellas, con el fin de obtener información significativa sobre la litología, tectónica y geomorfología que predominan en el área.

3. LOCALIZACIÓN

El área de la concesión minera de Carbones del Cerrejón Limited se encuentra localizada en la esquina Noreste de Colombia, límite con Venezuela, más exactamente al Sur del Departamento de La Guajira; comprende buena parte del valle del Rio Ranchería, está limitada al Suroeste por la Sierra Nevada de Santa Marta y al Sureste por la Serranía de Perijá (Ver figura 1).

Figura 1. Localización geográfica y ubicación del área de estudio, con geología generalizada de las concesiones mineras de Carbones del Cerrejón Limited



El área de concesión de Cerrejón está dividida en tres zonas: Z. Norte, Z. Central y Z. Sur (Ver figura 1). La zona Norte está situada al Norte de la Falla Ranchería y comprende los Tajos Tabaco, La Puente y Patilla; la Zona Central comprende los Tajos Oreganal y Tajo 100; la Zona Sur comprende el área de Campo Alegre.

El área de estudio de este proyecto se encuentra ubicada en la zona Norte de la concesión minera de Carbones del Cerrejón Limited, en el flanco Oeste de la Sierra del Perijá, limitado al Norte por el botadero La Estrella, al Suroeste por el Tajo Annex, y dominado estructuralmente por la Falla de Cerrejón.

4. METODOLOGIA

Para el cumplimiento de los objetivos y el desarrollo ordenado de un buen trabajo durante la práctica empresarial se planteó una metodología que consta de 3 fases: Una primera fase de recopilación y estudio bibliográfico, la segunda fase que corresponde principalmente a toma de datos en campo y procesamiento de la información en ArcGis 10, Minex y Corel Draw X5. Para finalizar una tercera fase donde se analizó e interpretó la información obtenida.

4.1 FASE INICIAL

La primera fase de este proyecto consiste en la asignación del área de interés y la posterior recopilación, análisis y evaluación de la información geológica existente (publicaciones, informes, tesis, internet), información cartográfica (mapas, imágenes de satélite y fotografías aéreas), además manuales de laboratorio que ayuden en la descripción de rocas sedimentarias.

Posterior a la recopilación de información se elaboraron dos formatos para la toma de datos en afloramiento y la descripción de cada una de las muestras recogidas. El formato de Toma de datos en campo contiene los siguientes ítems: 1) Nombre de la estación, 2) Coordenadas (X, Y, Z), 3) Descripción litológica del afloramiento (textura, composición, color, alteración), 4) Toma de datos estructurales, 5) Foto del afloramiento, 6) Toma de muestra y 7) Revisión de los datos de campo (Ver Anexo A).

En el formato para Descripción de muestras de mano contiene: 1) Código de la muestra, 2) Coordenadas, 3) Tipo de litología, 4) Composición mineralógica, 5)

Rasgos estructurales, 6) Clasificación textural (Anexo C) y 7) Foto de la muestra. (Anexo A).

Para la cartografía geológica detallada a escala 1:10000 se tendrán como base todos los estudios y mapas hechos de la Zona Norte de la mina del Cerrejón, que abarquen el área de estudio.

4.2 FASE DE CAMPO

Durante esta etapa se realizarán salidas de campo con el fin de recopilar información geológica y estructural del área de estudio. Para definir las rutas a seguir durante cada uno de los días de campo, se realiza una planeación previa teniendo en cuenta rasgos geomorfológicos y vías de acceso.

Se realizó una salida a campo para hacer reconocimiento del área y verificación de la información recopilada durante la etapa anterior, se hizo además una inducción sobre la toma de datos estructurales en campo, haciendo uso de brújula Brunton, GPS marca Trimble, martillo geológico, cámara.

Al finalizar la jornada de campo, se post-procesan los datos recogidos mediante el programa de GPS Trimble, convirtiendo los datos crudos del GPS en capas que podemos modificar y visualizar con el programa ArcGis 10. Una vez post-procesada la información de campo se importa al mapa geológico usado para la cartografía a escala 1:10000, y en el cual podremos observar datos estructurales, vías, rutas de campo realizadas y los posibles contactos de las formaciones.

Al final de esta etapa se elaboran informes mensuales para la empresa y la universidad en los cuales se exponen el avance del trabajo en campo.

4.3 FASE FINAL

En esta fase todos los datos de campo que han sido procesados y post-procesados son interpretados y plasmados en el mapa final, para evaluar y analizar los contactos y la disposición que tienen las capas de las formaciones presentes en el área de interés según los datos estructurales tomados en campo, esto se realiza por medio de los programas ArcGis 10, Minex y Corel Draw X5.

Una vez elaborado el mapa final del área de estudio que muestre las formaciones geológicas presentes en el campo, se realizara una reunión con los geólogos de la empresa donde se expongan, mediante presentaciones los resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio realizado en el área de interés.

Posteriormente se dispondrá de un tiempo para terminar el informe final que deben ser presentados y expuesto a la Universidad, con el fin de obtener el título de Geólogo.

4.4 FLUJOGRAMA DE TRABAJO



5. MARCO TEORICO

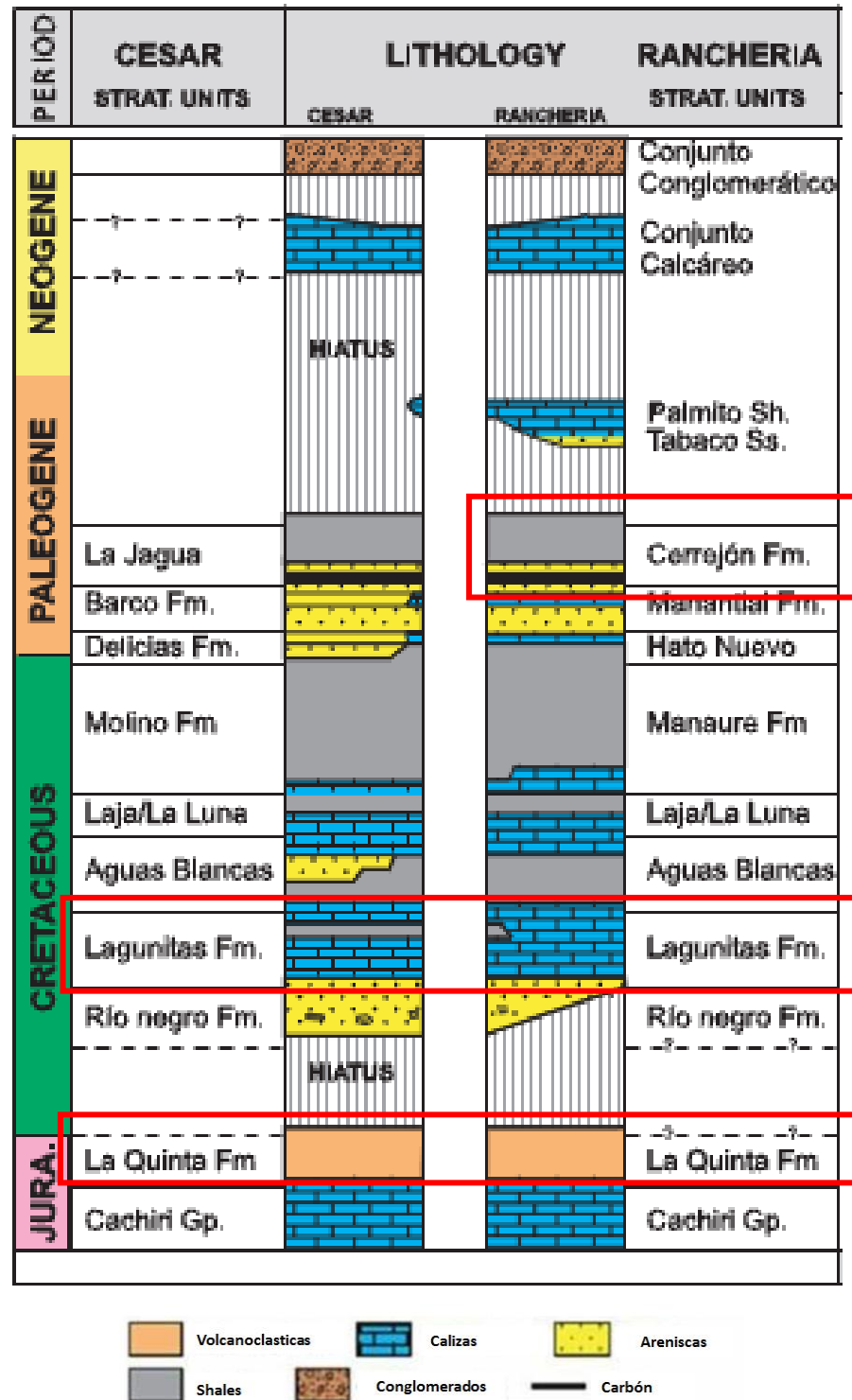
La zona de estudio se encuentra en la Cuenca de Cesar- Ranchería y está enmarcada en una área estructuralmente compleja, con un estilo estructural dominante de fallas de cabalgamiento con vergencia al NW y pliegues asociados al fallamiento, comúnmente paralelos y simétricos; fallas de rumbo de alto ángulo y estructuras en flor (Carbones del Cerrejón, 2005).

Los principales rasgos tectónicos son la Falla Cerrejón y la Falla Ranchería, la primera es la que origina el cabalgamiento con dirección E - NW que dio origen estructural a la cadena montañosa del Perijá (Kellogg & Bonini, 1982), falla de muy bajo ángulo y con un buzamiento predominante al SE.

5.1 ESTRATIGRAFÍA

La siguiente columna estratigráfica describe las principales unidades de la Cuenca Cesar - Ranchería y en donde se resaltan las unidades presentes en área de estudio, Triásico–Jurásico (Formación La Quinta), Cretácico Medio (Formación Lagunitas), y una unidad del Paleógeno correspondiente con la Formación Cerrejón (Ver Figura 2).

Figura 2: Columna estratigráfica generalizada de la Cuenca Cesar-Ranchería.



Fuente: Tomado y Modificado de Barbero et al. (2007).

5.1.1 Formación la quinta.

Esta unidad se describe como una secuencia continental o sub-continental predominantemente detrítica, con presencia de material de origen volcánico (Julivert, 1968). Hacia la base está constituida por conglomerados con cantos de lava ácida, asociadas con areniscas, areniscas rojas de grano fino que constituyen la mayor parte de la Formación. Presenta además. Formada entre el Triásico superior y el Jurásico inferior y muestra el ambiente volcánico predominante para la fuente de aporte de los sedimentos (Forero, 1972).

El espesor de la unidad varía de 2300m en la localidad tipo en los Andes de Mérida en Venezuela y 3000m cerca al Municipio de Manaure en la baja Guajira. Ha sido correlacionada con las Formaciones Guatapurí en la Sierra Nevada de Santa Marta (Tschanz et al., 1969), Bocas y Jordán en la Serranía del Perijá (Forero, 1972) y a Saldaña en el Valle Superior del Magdalena (Cediel et al., 1981).

5.1.2 Formación Rio Negro.

Esta constituida por capas de conglomerados gravosos, compuestas por clastos redondeados de lavas rojas y piroclastos gris verdosos en arenas de matriz subarcósica, se alterna además, con conglomerados lodolíticos y lodolitas calcáreas verdes y rojizas con laminación ondulosa, Van der Merwe (1999), depositada discordantemente sobre la Formación La Quinta entre el Barremiano y el Aptiano inferior. Esta unidad se considera de ambiente continental a marino transgresivo.

El espesor promedio de esta unidad es de 3000m, con variaciones considerables hacia el departamento del Cesar hasta alcanzar un espesor de 203m (INGEOMINAS, 1999).

5.1.3 Grupo Cogollo.

Garner (1927) realizó la referencia original, Govea & Dueñas (1975) y García (1990) dividen el Grupo Cogollo en dos formaciones denominadas Lagunitas (parte inferior) y Aguas Blancas (parte superior). Aflora en dos zonas: la primera y más importante comprende el piedemonte Occidental de la Serranía de Perijá, la segunda ubicada en las estribaciones del Cerro Arenas Blancas y Sabanas de Astillero.

Litológicamente el G. Cogollo se caracteriza por estratos de calizas grises azulosas en capas medianas a gruesas que varían de wackstone (predominante), mudstone, packstone, grainstone y calizas arenosas, de color gris, gris azulado, gris pardo, gris oscuro y negras, cristalinas, compactas, macizas, micríticas y densas, forman capas de espesor variable; intercaladas con shale negro carbonoso. Arias & Morales (1994) describen de igual forma la presencia de dolinas y algunas cavernas con estalactitas y estalagmitas como las ubicadas al Nororiente de Becerril. Se observan niveles lumaquéllicos (coquinas) y otros fosilíferos en menor abundancia. Entre la fauna observada se cuenta: amonitas, pelecípodos, gasterópodos, crinoideos y algas (Las dos primeras son las más notables).

La Formación inferior del G. Cogollo (Formación Lagunitas) fue depositada en unas condiciones de plataforma media de un mar abierto rico en carbonatos y con relativa abundancia de materia orgánica. Teniendo en cuenta las características litológicas y el contenido fósil, para la Formación Superior (Formación Aguas Blancas), se tiene una deposición a partir de un lodo fuertemente calcáreo, con abundante material orgánico y bioclástico. El ambiente se considera de plataforma de un mar tropical transgresivo (Cáceres et al., 1980).

En el Léxico Estratigráfico Colombiano de Julivert suministrado por el INGEOMINAS, se pueden consultar cuatro descripciones diferentes de las secuencias del G. Cogollo a las publicadas por el mismo instituto en el Mapa

Geológico del Departamento del Cesar y que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Descripciones del Grupo Cogollo.

AUTOR	NOMBRE	DIVISION	DESCRIPCION	EDAD
Notestein (F.B.), Hubman (W.C.) & Bowler (J.W.) (1944)	Fm. Cogollo	Lower Cogollo Member Middle Cogollo Member Guayacan Member	Shale bituminosa y calcárea, Calizas oscuras con foraminíferos. Shale oscura no calcárea y bancos de Margas fosilíferas. Calizas fosilíferas con limos y lutitas oscuras interestratificadas.	Albiano superior (Por contenido de Carditla subparalela, Cyprimeria y Poronya. Corbula, Gryphaea, Inoceramus y Trigonía) a Cenomaniano por encontrarse suprayacida por la Fm. La Luna que contiene fauna del Turoniano inferior
Renz (O.) (1956)	Gp. Cogollo	Unidad Inferior (Plataforma de La Guajira) Unidad	Bancos espesos de Caliza gris azulada compacta de grano fino seguidas de Calizas mas delgadas con intercalaciones de Margas, Continuando con Calizas negras de abundantes Amonites y finalizados con Calizas grises de grano fino con módulos y capas de Ftanita. Bancos potentes de	La serie de la plataforma de la Guajira presenta Colombiceras aft., Codazzianum (Karsten), Deshayesites cf. Colombianus Riedel, Parahoplites oblicuas Riedel y Uhligelias sp. del Aptiano. Grandes Exógyras y ostreos con abundantes foraminíferos del Aptiano Superior. Por la presencia de Venezoliceras sp. Y Pervinquieria sp, se le asigna a la parte superior una edad

AUTOR	NOMBRE	DIVISION	DESCRIPCION	EDAD
		Superior (plataforma de la Guajira)	Calizas oolíticas y detriticas con granos de Cuarzo subredondeados.	Albiano superior aunque la presencia de algunos foraminíferos del Cenomaniano al Turoniano llevan la unidad hasta el Cretáceo superior.
		Grupo Cogollo en la región de Punta Espada	De base a techo se presentan bancos potentes de Calizas gris oscuro, detriticas con contenido de granos de Cuarzo, Calizas fossilíferas de aspecto arrecifal, Calizas negras intercaladas con Lutitas y un paquete de Calizas grises oolíticas a dolomíticas grises azulosas con abundantes fósiles	
Rod & Maync (1954)	Gp. Cogollo	Fm. Apón	Formado por Calizas intercaladas con Shales hacia la parte media.	Aptiano a Cenomaniano por el contenido de fauna.
		Fm. Lisama	Predominantemente Areniscas calcáreas y algunas capas de Calizas.	
		Fm. Maraca	Calizas lumaquéticas intercaladas con Margas y Shales.	
Miller (1960)	Gp. Cogollo	Cogollo inferior	Calizas, calizas arenosas y	Barremiano-Aptiano.

AUTOR	NOMBRE	DIVISION	DESCRIPCION	EDAD
	(Valle del Río Cesar)	Cogollo superior	Areniscas calcáreas correlacionables con el Lower Cogollo de Sutton (1946) llamado Fm. Apón. Calizas menos macizas y de estratificación más fina correlacionable con el Upper Cogollo de Sutton (1946) representado por las Formaciones Aguardiente y Capacho.	Aptiano-Cenomaniano.
Rollins (1965)	Gp. Cogollo	Lower Cogollo Fm. Maraca	Shales con Calizas arcillosas interestratificadas de tonalidad oscura y Calizas arenosas con Ostreas sp. Calizas macizas densas de color marrón, gris y gris azulado con capas pequeñas de Shales calcáreos grises. Calizas muy fosilíferas con Exógyras sp. y Ostreas sp.	Aptiano inferior al Cenomaniano por el contenido fósil.

En general, esta sucesión de calizas corresponde a una secuencia calcárea

depositada en un ambiente de plataforma continental con un mar tropical que permite la precipitación de lodos ricos en carbonatos y materia orgánica entre el Aptiano y el Albiano. El contacto inferior es discordante con la Formación Río Negro.

El espesor del Grupo Cogollo, según lo observado en campo, en la cuenca de Cesar mide aproximadamente 1.200 m de los cuales 750 m corresponden a los miembros Maracas (130 m), Tucuy (140 m) y Ánimas (380 m) de la Formación Aguas Blancas y los restantes 450 m pertenecen a la Formación Lagunitas (García, 1990).

5.1.4 Formación la luna.

En su sección tipo en el estado de Zulia (Venezuela) Garner (1926, en Julivert, 1968) la describió como una secuencia de shale calcáreo negro fosilífero con concreciones. Según Van der Merwe (1999) hacia la región del valle del río Ranchería la formación está constituida por intercalaciones de lodolitas calcáreas negras con areniscas de grano fino y areniscas subarcosicas de color gris a café con nódulos de chert de 3 a 10 m de diámetro. En la mitad de la secuencia, aparecen grandes fósiles de amonites con diámetros que llegan a exceder los 30 cm. Los afloramientos de esta formación se encuentran principalmente hacia el departamento del Cesar en el Valle Medio del Magdalena y se caracterizan por el olor a petróleo de las lutitas carbonosas y la abundante fauna encontrada en ellas.

Esta sucesión de rocas de ambiente marino tiene un espesor aproximado de 180m y según dataciones palinológicas y paleontológicas corresponde a sedimentación cretácica entre el Turoniano y el Santoniano (Ward et al, 1973). El contacto inferior con el Grupo Cogollo es concordante a gradacional.

5.1.5 Formación Cerrejón.

Esta Formación consiste predominantemente de areniscas de cuarzo arcillosas, limolitas de color oscuro, shales negros y mantos de carbón. La Formación Cerrejón se ha dividido en tres miembros: un miembro inferior que consiste de shales negros fosilíferos y arcillolitas negras laminadas con delgadas láminas lenticulares de arenisca de cuarzo; también se presentan areniscas con laminación flaser. Todas estas capas subyacen o suprayacen mantos de carbón gruesos. El miembro medio se compone de lodolitas pobremente bioturbadas y areniscas con laminación flaser y heterolítica, restos de plantas dispersos y las secuencias grano crecientes y grano decrecientes son comunes. El miembro superior está dominado por lodolitas y limolitas de grano muy fino, macizas, lenticulares, bioturbadas con abundantes restos de plantas; están intercaladas por areniscas macizas con estratificación cruzada gruesa a muy gruesa (Bayona et al., 2004).

Una descripción de los diferentes ambientes de sedimentación propuestos para la Formación Cerrejón en el Paleoceno superior e indica que los posibles ambientes son:

- Un delta progradante con sus facies subacuosas y subareales gradando a ambientes continentales según Cardozo & Gómez (1980).
- García (1981) dice que los sedimentos de la Formación Cerrejón fueron depositados en un ambiente de llanuras de marea cronológica y geográficamente afectados por una regresión marina.

La Formación Cerrejón tiene aproximadamente 1000 m de espesor (Ramos, 1990 en Bayona et al., 2004). Hacia la base la Formación presenta un contacto transicional con la Formación Manantial de edad Paleoceno, esta última buzando hacia el sureste, mientras que hacia el techo presenta un contacto discordante con la Formación Tabaco (Carbones del Cerrejón, 2005).

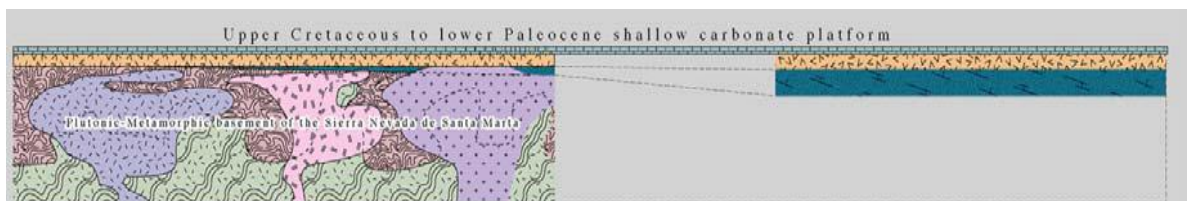
5.2 TECTÓNICA

La geología estructural en la mina El Cerrejón es cinemáticamente compleja y está localizada dentro del cinturón de Cabalgamiento del Cerrejón – Ranchería y está dominado por los rasgos asociados a ellos que forman parte de los efectos de la orogenia Andina en la zona Norte de Suramérica.

La Cuenca del Cerrejón está formada por pliegues anticlinales y sinclinales suaves de dirección predominante SW-NE que forman el flanco Occidental de la Serranía de Perijá, hasta el extremo NE del área donde termina contra la Falla Oca; sin embargo la estructura general del yacimiento corresponde a un monoclinal con rumbo NE definido por las colinas de la Formación Manantial al W y la Falla Cerrejón al E. La orientación general de los estratos es N60E, con buzamiento al SE de 10 a 15° (Kellogg & Bonini, 1982).

Montes et al (2005) proponen un modelo de conformación estructural de la cuenca del Ranchería desde finales del Mesozoico. Para esto proponen que en un principio se comenzaron a depositar sedimentos continentales y marinos en un ambiente de plataforma submareal con variaciones a ambientes transicionales (Figura 3).

Figura 3. Modelo de la cuenca del Ranchería para el Cretáceo superior.

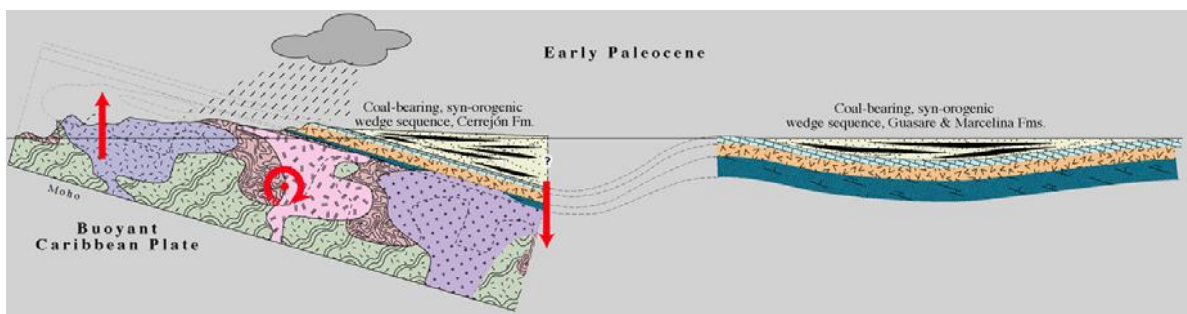


Fuente: Tomado de Montes et al, 2005.

También exponen para principios del Terciario, que las Formaciones Manantial-Cerrejón en Colombia y Marcelina-Guasare en Venezuela son correlacionables y que representan facies lateralmente diferentes del mismo ciclo

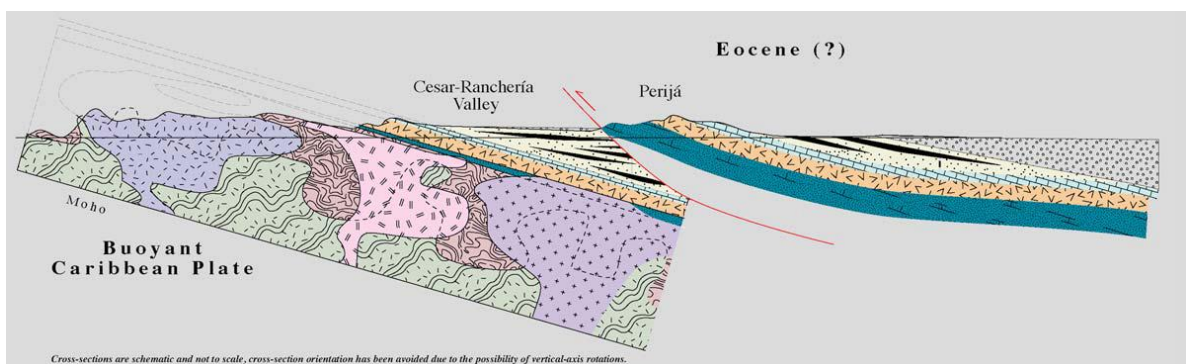
de sedimentación dentro de la misma cuenca y que su posterior inclinación hacia el SE se dio por la colisión entre la parte frontal de la Placa Caribe que subducía bajo el continente y la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 4), la cual por su comportamiento rígido permitió el fracturamiento y el posterior cabalgamiento de rocas Mesozoicas sobre Cenozoicas a través de las Fallas Guasare y Cerrejón (Figura 5).

Figura 4. Modelo de balanceo de la cuenca del Ranchería para el Paleoceno temprano.



Fuente: Tomado de Montes et al, 2005.

Figura 5. Esquema estructural de la cuenca del Ranchería para el Eoceno.



Fuente: Tomado de Montes et al, 2005.

Esta última conformación continúa hasta la época actual donde se observa el cabalgamiento de las rocas del Mesozoico sobre las rocas del Terciario a través de la Falla Cerrejón.

5.2.1 Falla Cerrejón.

La Falla Cerrejón es responsable del cabalgamiento de ~ 16-26 Km en dirección NW de sedimentos Mesozoicos sobre areniscas del Cenozoico y se interpreta como una estructura a escala cortical que llega hasta profundidades de 8 Km (Kellogg & Bonini, 1982). Tiene un rumbo SW-NE, con un ángulo bajo entre 9 y 12°, evidenciado porque su traza sigue los contornos topográficos. La traza de la falla finaliza hacia el NE donde se encuentra con la falla de Oca, y donde también finaliza la Serranía de Perijá.

5.2.2 Falla Ranchería.

De acuerdo con información de perfiles sísmicos la Falla Ranchería posee un rumbo: NE-SW, con buzamiento en superficie cercano a los 45° y se suaviza cerca de 20 y 30° cerca de su base Cretácica. Esta falla está localizada ~ 8 Km al Sur del Anticlinal de Tabaco, es de vital importancia económica ya que es la encargada de duplicar los mantos de Carbón de la Formación Cerrejón. Esta falla no es tan persistente como la Falla Cerrejón, pero expone una longitud ~ de 100 km. En el Sur la Falla Ranchería se ramifica en dos, Falla Ranchería Superior y Falla Ranchería Inferior (Van der Merwe, 2002).

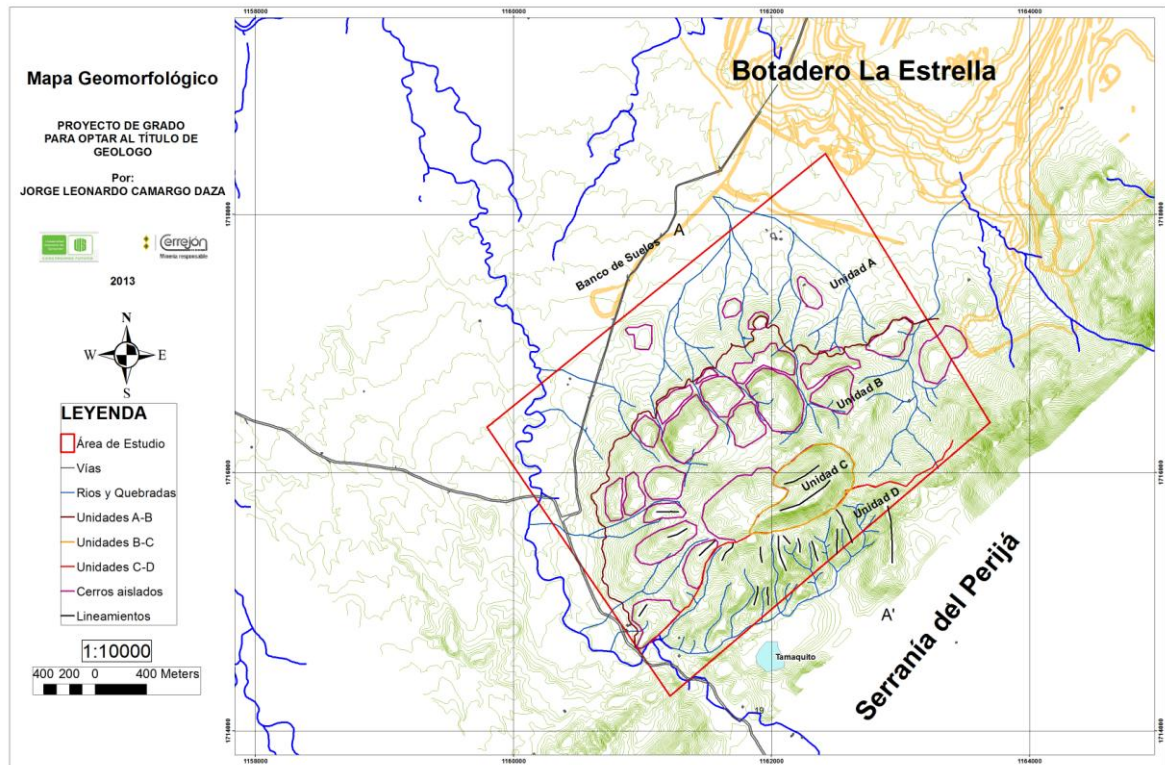
6. RESULTADOS

Con base a Geomorfología, salidas de campo, descripción de Apiques y descripción de muestras en campo, se logró realizar la cartografía geológica a escala 1:10000 con las unidades presentes en la zona de interés.

6.1 GEOMORFOLOGÍA

Se delimitaron 4 unidades geomorfológicas en el área de estudio teniendo como referencia los diferentes patrones de drenaje, cambios litológicos, cobertura vegetal y pendiente de las laderas (Ver Figura 6). La determinación de las unidades geomorfológicas se hizo a partir de interpretación fotogeológica utilizando fotografías aéreas del 2003 (Anexo B, Vuelo 1, Vuelo 2) y mediante el uso del estereoscopio de espejos.

Figura 6: Mapa geomorfológico, con base en interpretaciones de fotografías aéreas áreas hechas en el 2003.



6.1.1 Unidad A.

Corresponde geomorfológicamente con la parte más plana del área de estudio, rodeada por una cobertura vegetal clasificada como rastrojos bajos y cultivos (Ver Figura 7). En esta unidad predomina un patrón de drenaje clasificado como sub-dendrítico, siendo la zona donde los drenajes de menor orden se unen al curso principal de mayor orden, con pendientes uniformes. Corresponde litológicamente con la Formación Cerrejón.

Figura 7: Se muestra la cobertura vegetal que varía de rastrojos bajos a rastrojos altos, encontrados en la unidad A, durante recorridos de campo con presencia de gravas de caliza tipo Mudstone y Wackstone.



6.1.2 Unidad B.

Geomorfológicamente esta unidad se caracteriza por presentar cerros asilados entre sí por drenajes sin ninguna orientación específica. Las laderas presentan pendientes suaves a moderadas con una cobertura vegetal clasificada como rastrojos altos, bosques naturales primarios hacia las partes altas y secundarios en las partes bajas (Ver Figura 8).

Esta unidad no presenta un patrón de drenaje definido debido al control estructural, pero podría considerarse como un drenaje tipo centrípeto, teniendo en cuenta que

este tipo de drenaje se caracteriza por tener divisorias de aguas que en las partes altas tienden a curvarse y unirse al curso principal en las partes bajas. Estas formas son comunes en las regiones áridas o en depresiones formadas por rocas solubles, donde el agua se infiltra, indicando litologías calcáreas. Corresponde con el G. Cogollo, donde se presenta la roca muy fracturada y diaclasada.

Figura 8: Se observa una cobertura vegetal que varía de rastrojos altos a bosques naturales, con pendientes suaves a moderada, representando la unidad B.



6.1.3 Unidad C.

Geomorfológicamente corresponde con las laderas de mayor pendiente, en donde se observa una vegetación que hace referencia a rastrojos altos y bosques naturales primarios se observan bloques rodados de caliza Mudstone, proveniente de las laderas de mayor pendiente (Ver Figura 9).

Se observó un lineamiento de dos cerros que son topográficamente las partes más altas del área de estudio aproximadamente 320 msnm y donde se considera se encuentra la roca insitu, no alterada estructuralmente. Conformada litológicamente por calizas del G. Cogollo muy competentes de color gris oscuro.

Figura 9: Se observa una cobertura vegetal muy espesa con rastros altos y bosques naturales primarios hacia las partes más altas, Unidad C.



6.1.4 Unidad D.

Geomorfológicamente esta unidad corresponde con pendientes suaves y con una alta cobertura vegetal predomina los bosques naturales primarios (Ver Figura 10).

Se definió un patrón de drenaje clasificado como sub-paralelo; En este caso se

tiene un tributario mayor bien definido, con mayor cantidad de caudal, donde llegan una serie de afluentes pequeños. Se presentan cuando hay una captura intensa y además existe un control estructural o topográfico.

Estas geoformas con pendientes suaves y suelo de color rojizo, corresponden litológicamente con los conglomerados de la Formación La Quinta.

Figura 10: Se observa alta cobertura vegetal, y alto contenido de rodado de roca conglomeratica, (Formacion La Quinta).



6.2 GEOLOGÍA LOCAL

La zona de estudio cubre un área de 8 km² y fue cubierta por varias transversas de campo, planeadas con ayuda del mapa fotogeológico (Ver Figura 6) hecho durante

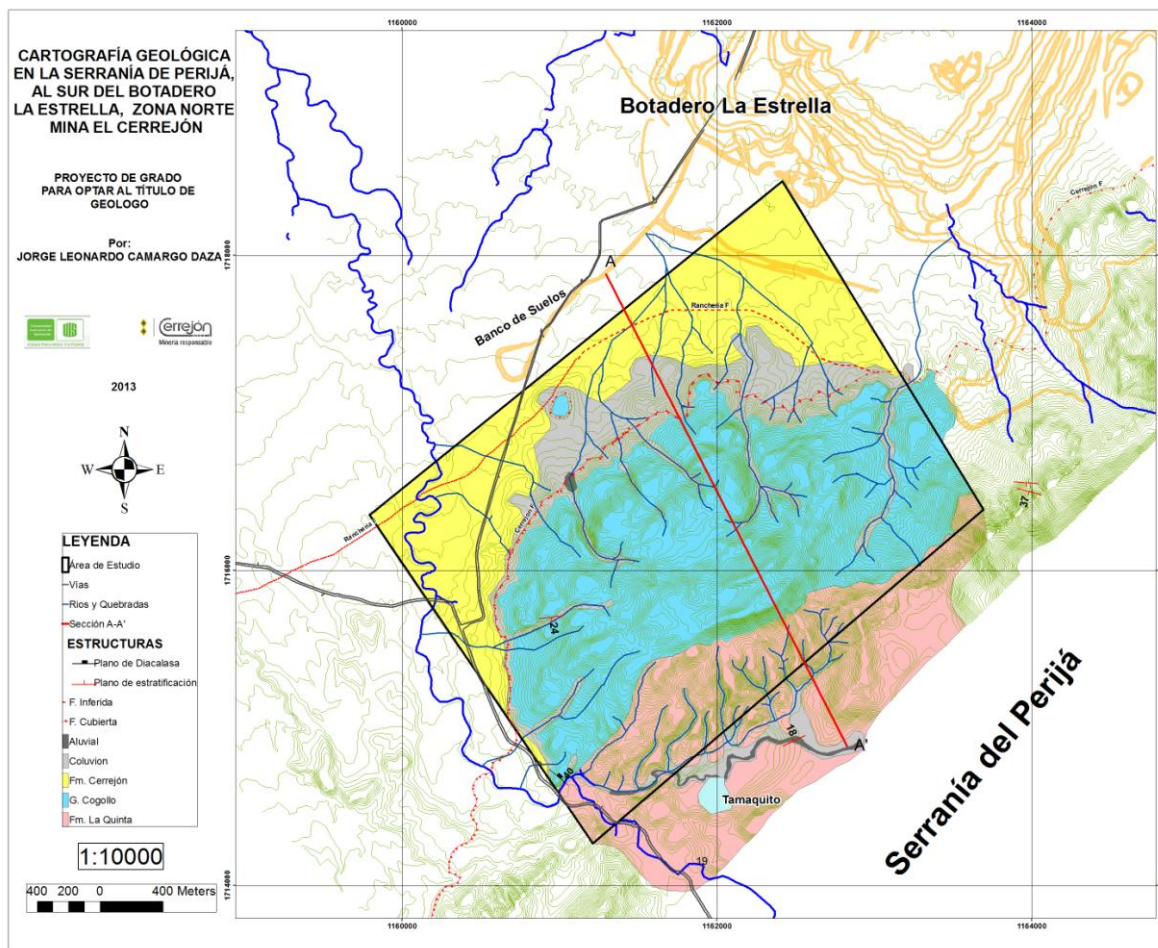
la interpretación de las fotografías aéreas del 2003.

El área de interés corresponde con una zona virgen cubierta por mucha vegetación y con un control estructural no definido, por lo cual no se encontraron buenos afloramientos donde su pudiera realizar la toma de datos estructurales.

Con base a la interpretación fotogeológica y los recorridos de campo se realizó una cartografía geológica detallada a escala 1:10000 del área de estudio (Ver Figura 11). Según observaciones de campo las rocas pertenecientes al G. Cogollo, se encuentran muy fracturadas lo que ocasiona la acumulación de material coluvión en quebradas y en zonas de pendientes bajas. Estos coluviones están constituidos principalmente por caliza tipo Mudstone y Wackstone fosilíferos muy competentes a pesar de la meteorización que han sufrido desde el desprendimiento de la roca insitu.

Para verificar la viabilidad de explotación de estos materiales se planearon puntos estratégicos para la realización de apiques que permitieran definir la extensión de depósito coluvión y determinar contactos entre litologías (Ver Anexo E., Mapa de Apiques).

Figura 11: Mapa Geológico a escala 1:10000.



6.2.1 Estratigrafía

Las rocas presentes en el área de estudio corresponden a rocas Jurásico-Triásico, Cretácico y Cenozoico cubiertas parcialmente por depósitos cuaternarios formados principalmente por depósitos de coluvión y depósitos aluviales, a continuación se hace una descripción de las unidades geológicas encontradas en el área, al Sur del botadero La Estrella, Zona Norte de la mina del Cerrejón. Teniendo en cuenta todos los recorridos de campo.

6.2.1.1 Formación La Quinta. Esta Formación ocupa la parte Sur del área de estudio, se presenta como afloramientos pequeños que no superan en área los 5 m de espesor, está conformada por una sucesión de shales de color rojizo y roca conglomerática con matriz soportada arenosa de color rojo púrpura, con gránulos hasta de 6 cm de diámetro bien redondeados a sub-redondeados, compuesta además por fragmentos de rocas ígneas riolíticas (Ver Figura 12).

Figura 12: Afloramiento de roca conglomerática de color rojiza, perteneciente a la Formación la Quinta, estación 6.

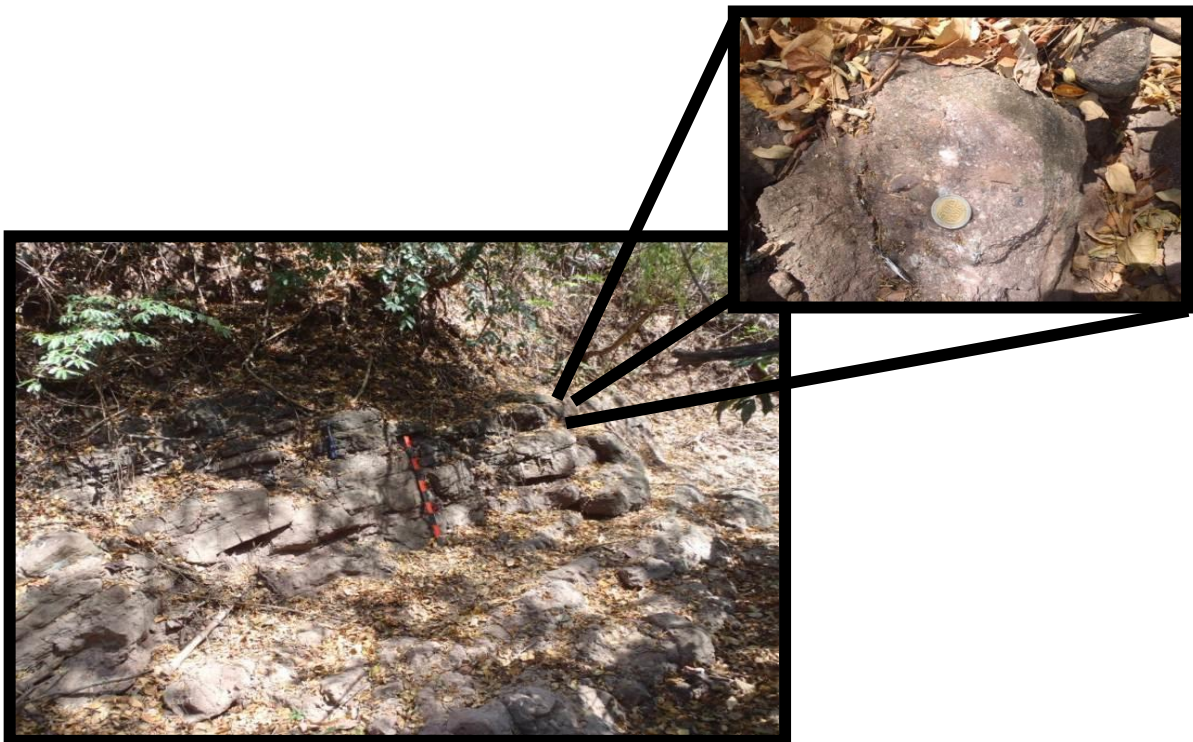


Esta intensa coloración que se logra observar en la roca conglomerática de la Formación La Quinta, indica que su formación es de un ambiente de sedimentación continental bajo condiciones oxidantes. En algunos afloramientos donde se encontró esta roca se observa un grado moderado de meteorización.

No es posible determinar el contacto inferior de esta formación puesto que no se

encontró en el área alguna unidad que estuviera por debajo estratigráficamente a la Formación La Quinta. Mientras que el contacto discordante con el G. Cogollo se determinó por fotogeología, teniendo en cuenta cambios de la pendiente y patrones de drenaje. Las rocas de la Formación La Quinta presentan estratificación $335/18^\circ$, en los pocos afloramientos donde se podía tomar un dato estructural de los estratos: (Ver Figura 13).

Figura 13: Afloramiento de roca conglomeratica de color rojizo de la Formación La Quinta, mostrando capas estratificadas



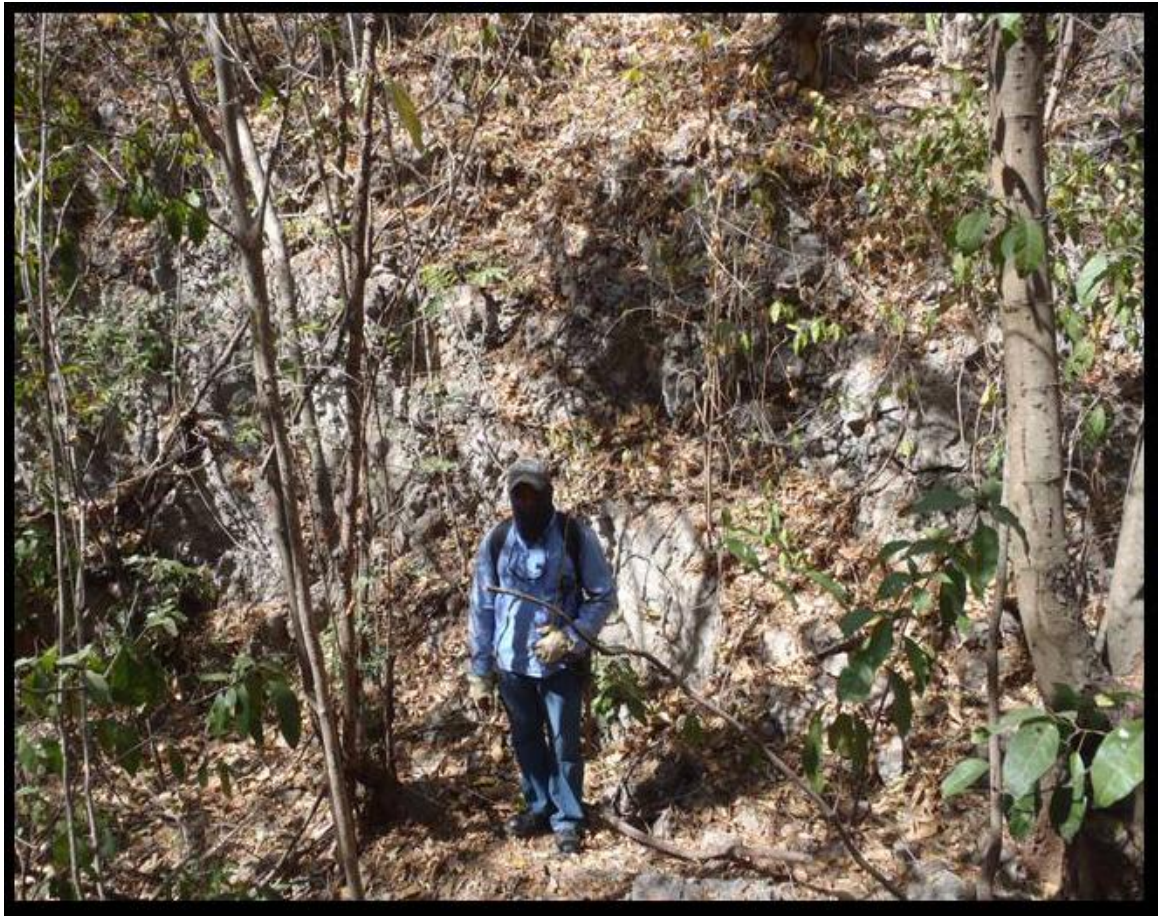
6.2.1.2 Grupo Cogollo. Este Grupo ocupa la parte central del área de estudio y topográficamente corresponde al sector más alto de la zona, este grupo se expone en afloramientos de hasta 10 m de espesor (Ver Figura 14), está conformado por rocas duras que corresponden litológicamente a calizas tipo Wackstone y Mudstone de color gris oscuro con presencia de conchillas, conchas de bivalvos desarticuladas, vertebras de peces y madrigueras. (Anexo E, estación 1).

Figura 14: Afloramiento de caliza tipo Mudstone, perteneciente al G. Cogollo, con presencia de fósiles, cristales recristalizados y venas de calcita



En este grupo se observa la roca caliza en paquetes que no muestran estructuras sedimentarias predominantes, lo cual impide la toma de datos estructurales que permitan definir la disposición de este cuerpo en el subsuelo. (Ver Figura 15).

Figura 15: Afloramiento de roca caliza tipo Mudstone, perteneciente al G. Cogollo. No se observa rasgos de estratificación.



En cercanías al trazo inferido de la Falla Cerrejón, mediante apiques realizados en la fase de campo, se observó que los paquetes de caliza se encuentran intercalados con una capa de arcillolita de color gris y gris verdosa, estas a su vez se encuentran intercaladas por capas de arenas con espesor menor a 20 cm y capas de concreciones rojizas con espesores de 7cm (Ver Anexo G).

En el Apique 30, (Ver Figura 17) se puede observar un saprolito de roca caliza insitu muy meteorizada hacia su parte externa, este material es de color crema y posee una textura terrosa, mostrando la forma en que estas calizas se meteorizan. En el apique 25, (Ver Figura 16), se observa como la meteorización de la roca

caliza avanza desde su parte más externa hacia el interior de la roca fresca.

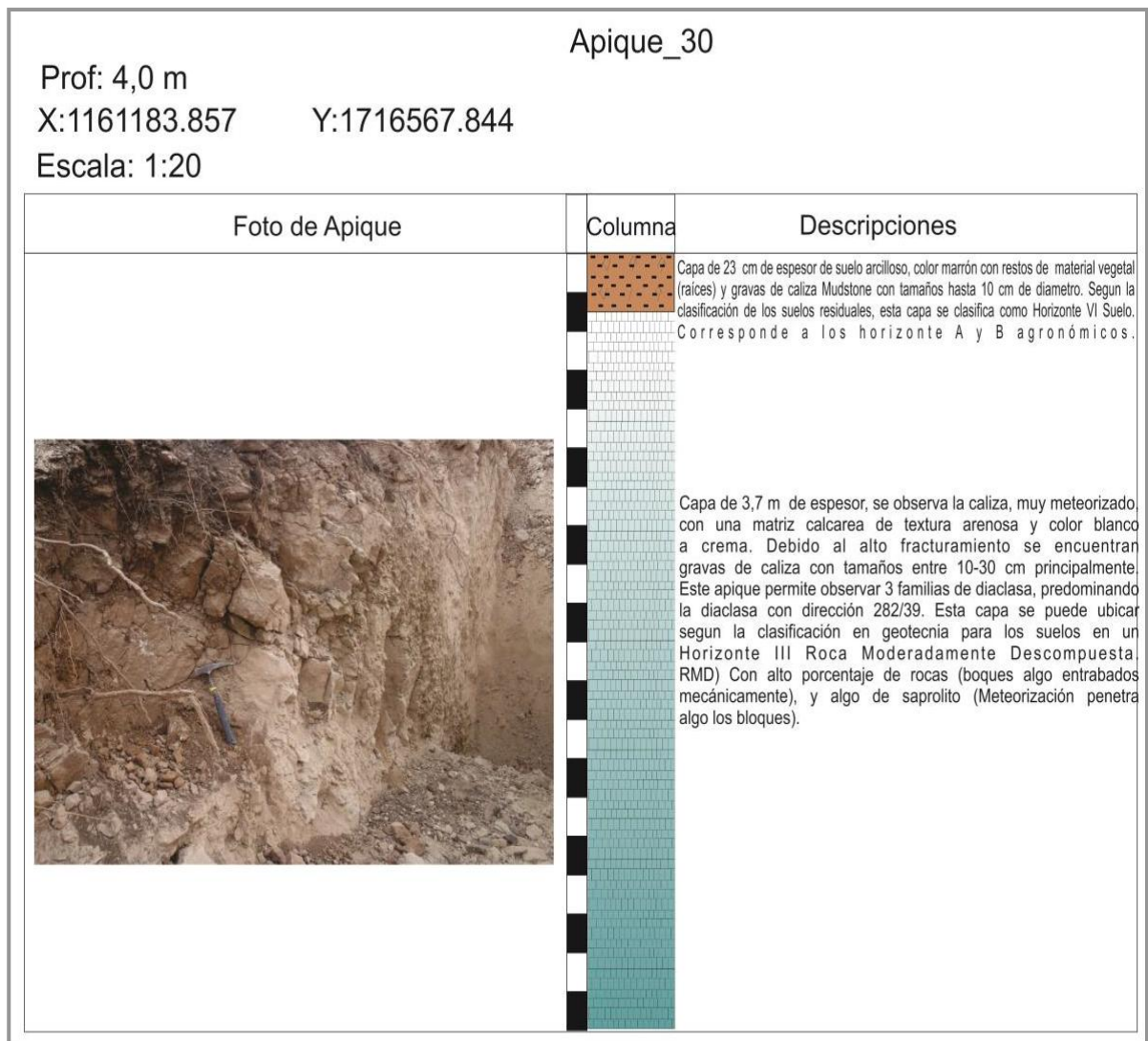
Figura 16: Bloque de caliza meteorizándose, perteneciente al G. Cogollo, desde los bordes hacia el interior de la roca dejando un material calcáreo con textura arenosa de color crema.



Geológica y geomorfológicamente el Grupo Cogollo en la zona de estudio, se dividió en dos unidades, una primera unidad compuesta por roca caliza tipo Wackstone y Mudstone con alto fracturamiento y diaclasamiento, de color gris oscuro la roca más fresca y de color gris claro la roca moderadamente meteorizada, este bloque de caliza fracturada corresponde a la unidad geomorfológica denominada Unidad B, descrita en el capítulo de geomorfología la cual está constituida por cerros aislados por un patrón de drenaje centrípeto, estos cerros hacia las partes altas forman terrazas donde se encuentra la roca insitu y hacia las

laderas se observa la acumulación por gravedad de bloques de caliza intercalados con una arcillolita amarillenta muy meteorizada.

Figura 17: Apique 30, exponiendo la roca muy fracturada con varias familias de diaclasa, la roca se observa muy meteorizada formando un material de textura arenosa de color blanco a crema.



En algunos sectores de este bloque se encontraron cavernas de disolución de hasta 15 m de profundidad, cubiertas por grandes bloques de caliza provenientes de las partes más altas donde aflora la roca (Ver Figura 18). Estas cavernas son el

producto del complejo control estructural que existe en el área, originando así, la ruptura de los bloques de caliza.

Figura 18: Caverna de 15 m aproximadamente, en sus partes altas compuestas por bloques sueltos de caliza tipo Wackstone, perteneciente al G. Cogollo, con contenido fósil, principalmente conchillas y madrigueras.



La segunda unidad del Grupo Cogollo, está compuesta por paquetes de caliza in situ muy competentes que aún no han sido afectados por el control estructural que se presenta hacia las partes más bajas, este tipo de roca corresponde a calizas tipo Mudstone con bajo contenido fósil y color gris oscuro. Esta zona corresponde a la unidad geomorfológica C que está caracterizada por presentar cerros alineado y fuertes escarpes que generan una topografía abrupta. Esta zona se puede considerar como el área ideal para la segunda fase de estudio con pozos de perforación

6.2.1.3 Depósitos de Coluvion. Este tipo de depósito es muy común en el área de estudio puesto que la roca ha sido afectada por la acción de la Falla Cerrejón, causando un alto fracturamiento de la roca caliza que junto a la acción del agua y la gravedad han desencadenado desprendimientos de bloques de roca que se fueron depositando en quebradas y en las partes bajas de los cerros hacia el costado Oeste de la Serranía de Perijá, al Sur del botadero La Estrella.

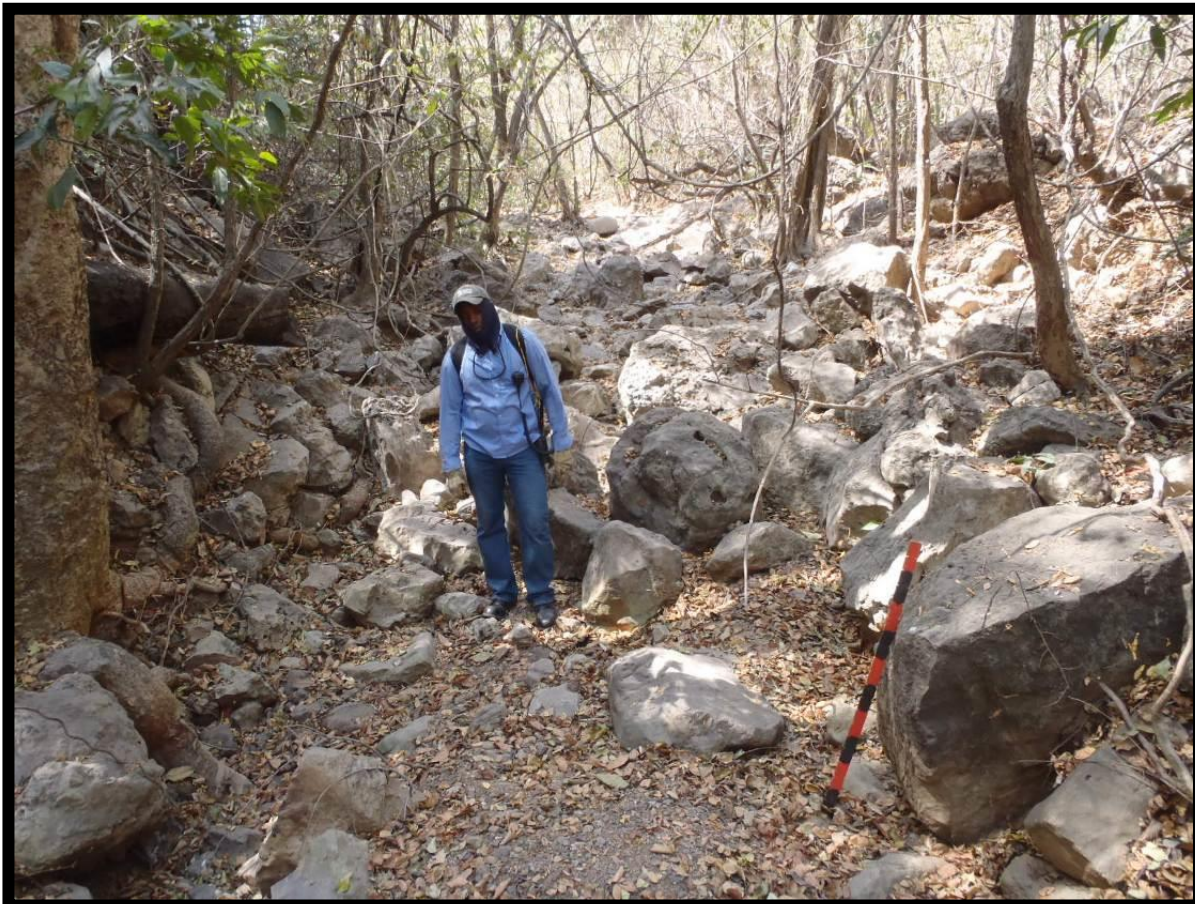
Este material coluvión esta constituido por bloques de caliza de hasta 1.5 m de diámetro, predominantemente angulares a sub-angulares y fragmentos tamaño canto y gravas de caliza color gris, con bajo contenido de restos fósiles, en menor proporción también se encuentran bloques rodados de conglomerado de color rojizo pertenecientes a la Formación La Quinta.

Estos depósitos se localizan también en las quebradas y en las zonas de colinas bajas donde suprayacen a rocas del paleoceno perteneciente a la Formación Cerrejón (Ver Figura 19).

En las partes bajas los depósitos de coluvión, presentan gravas y cantos de caliza sub-redondeados debido al transporte que estos han tenido desde las partes más altas donde se encuentra la roca in-situ, este tipo de material no tienen ningún patrón de distribución y poseen poco espesor, hecho que se corrobora con la

descripción de los apiques.

Figura 19: Bloques rodados de roca caliza, color gris claro con algunas alteraciones en textura y color de la roca fresca. Este material coluvión son fragmentos de roca erodados del G. Cogollo.

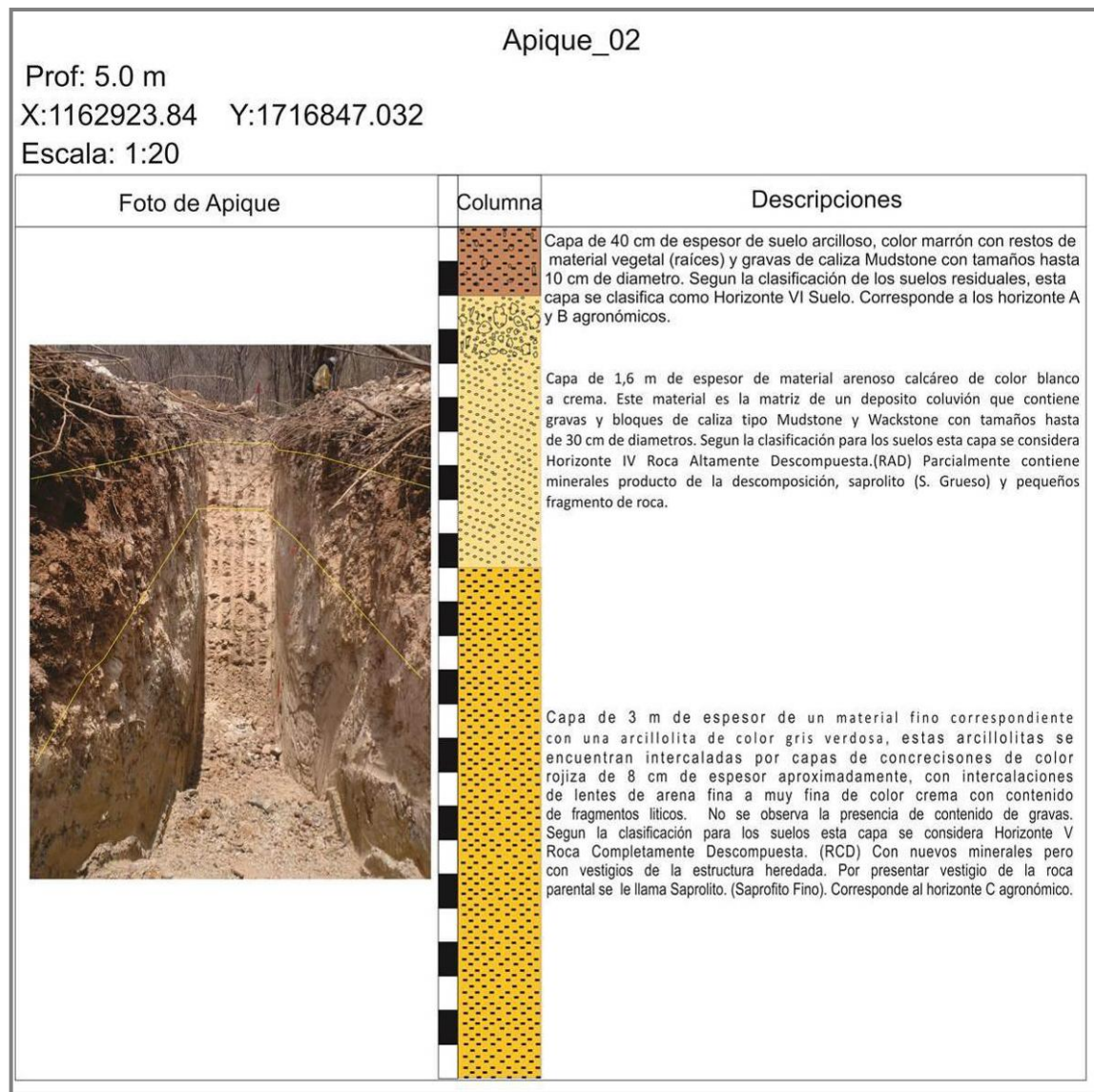


Posterior a la acumulación de este depósito y debido al cambio del nivel freático y el curso de corrientes superficiales en el área, los bloques rodados de caliza comenzaron a sufrir un alto grado de meteorización concéntrica hacia el interior de la roca.

Un rasgo característico y con frecuencia observado en la mayoría de los apiques descritos, fue la presencia de un horizonte de meteorización que contiene un material calcáreo con textura arenosa de color blanco a crema, se considera que

este material corresponde a la matriz del depósito de coluvial (Ver Figura 20).

Figura 20: Apique 2, se observa una primera capa de suelo de color marrón seguida por un horizonte de meteorización de la caliza de color crema, y hacia la base la presencia de arcillolitas de color gris verdosas muy meteorizada.



6.2.1.4 Depósitos Aluviales. Este material aluvial se concentra en gran parte al Sur del área de estudio, sobre la Formación La Quinta (Ver Figura 21).

Figura 21: Quebrada Cañas Bobas, depósito aluvial con gravas esféricas sub-redondeadas a sub-angulares.



La incisión del paso de la quebrada Cañas Bobas permite observar el material aluvial. Este depósito presenta un espesor de 2.1 m, con presencia de gravas esféricas, sub-redondeadas a sub-angulares, con un mal calibrado y una extensión de 30 m aproximadamente, desde la base se observan 80 cm constituidos por material fino, luego una capa de 70 cm de gravas con tamaños que van desde los 20 cm de diámetro con matriz lodosa y una coloración rojiza, por encima se encuentran un nivel de 30 cm constituido por gravas de menor tamaño y 30 cm de suelo (Ver Figura 21).

Este material gravoso está compuesto por fragmentos de roca caliza tipo Mudstone, material silíceo, y conglomerados pertenecientes a la Formación La Quinta, muchos de estos cantos han sido transportado de las partes más altas y acumulado en este sector.

6.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra enmarcada bajo el control estructural de las Fallas Ranchería y Cerrejón, esta última de bajo ángulo, la cual hace cabalgar Formaciones del Cretácico sobre formaciones del Paleógeno, atribuyéndole además, el alto fracturamiento y diaclasamiento de las calizas del G. Cogollo presentes hacia el costado NW del área en estudio, generando geoformas de cerros aislados por drenajes sin ninguna orientación.

El alto fracturamiento y diaclasamiento de la roca permite procesos de meteorización de las calizas como se observa en el Apique 30, el cual presenta un material arenoso de color crema altamente meteorizado. (Ver Figura 22).

Figura 22: Fotografía del apique 30, que muestra la caliza perteneciente al G. Cogollo muy fracturada y diaclasada por el control estructural del área en estudio. Presencia de raíces.



En el apique 14 se observa la acción de pequeñas fallas inversas que afectan capas de concreciones rojizas que están intercaladas con paquetes de arcilla de color gris verdoso (Ver Figura 23). Este es un indicio de la presencia del control estructural ejercido por la Falla Cerrejón.

Por medio de estos apiques se pudo determinar la presencia de escamas tectónicas, dado que en el área de estudio se observan remanentes de erosión de rocas calizas Cretácicas pertenecientes al Grupo Cogollo, rodeadas por arcillolitas gris verdosas del Paleógeno pertenecientes a la Formación Cerrejón.

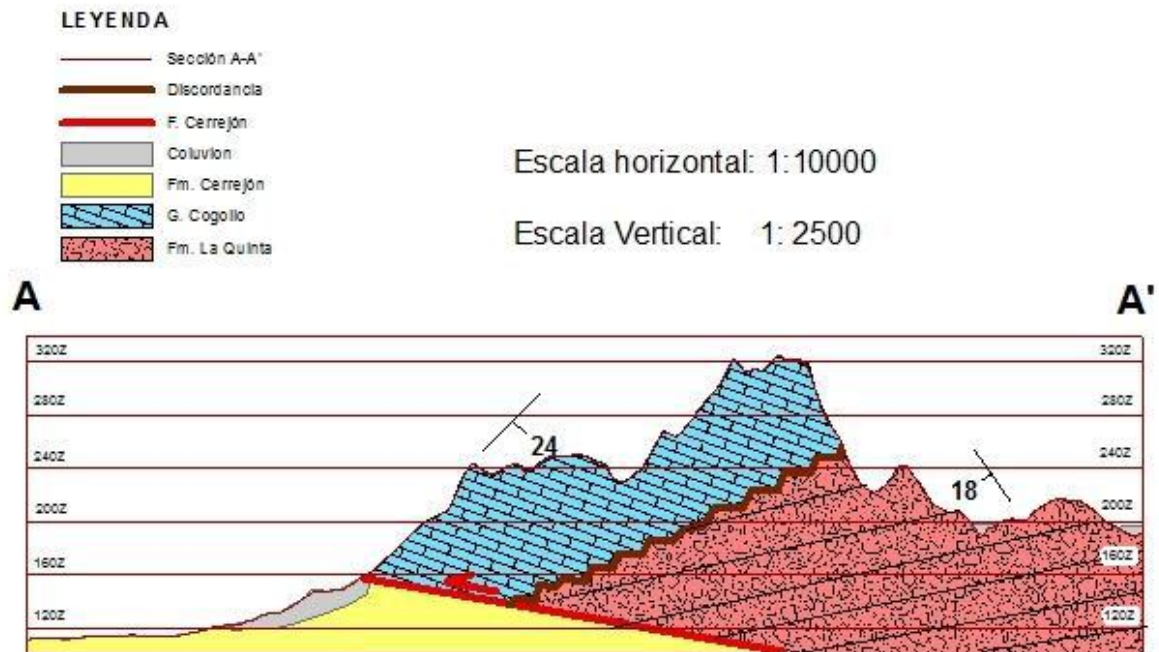
Figura 23: Fotografía del Apique 14, mostrando la arcillolitas gris verdosas intercaladas con capas de concreciones rojizas que han sido afectadas por fallas inversas.



Hacia el SE del área de estudio se delimito una discordancia que deja en contacto lodolitas y conglomerados rojizos de la Formación La Quinta con las calizas del Cretácico perteneciente a la Formación Lagunitas (Formación inferior del G. Cogollo), ver corte geológico escala horizontal 1:10000 y escala vertical 1:2500. Esta discordancia fue interpretada mediante fotogeología realizada con fotografías aéreas de 2003, por el cambio topográfico abrupto entre las pendientes altas generadas por las rocas calizas del Grupo Cogollo y las pendientes de la Formación La Quinta.

Figura 24: Sección geológico A-A', (Ver Figura 10, Mapa Geológico) mostrando las unidades geológicas observadas en campo.

CORTE GEOLOGICO A-A'



7. CONCLUSIONES

Se elaboró un mapa geológico detallado a escala 1:10000, donde se identificaron las Formaciones Cerrejon, G. Cogollo, Formacion La Quinta, cuerpos de coluvion y aluvial, con base en fotogeología y salidas de campo. Se reconocieron 2 tipos de contactos entre estas Formaciones: Un primer contacto discordante entre las rocas de la Formación La Quinta con rocas del G Cogollo, mientras que el contacto entre la Formación Cerrejón y el G. Cogollo es fallado. Este contacto fallado entre rocas del Paleoceno y rocas del Cretacico se encuentran cubiertos por cuerpos de culiviones y aluviales provenientes de las partes mas altas.

Las descripciones de apiques permitieron definir contactos entre las arcillolitas grises verdosas, el coluvion, el horizonte de meteorización de la caliza y el contacto con la roca fresca del G. Cogollo. Con esta información y las descpciones hechas durante las salidas a campo se determinó que los paquetes de caliza encontrados en el área hacen parte de la Formación Lagunitas, caracterizada por presentar capas con estructuras masivas de calizas de color gris oscuro a claro, principalmente Wackstone, Mudstone con bajo contenido fósil y Packstone. Entre los fósiles que se reconocieron se encuentran principalmente conchillas, conchas de Bivalvos desarticuladas y madrigueras.

El área de estudio se encuentra enmarcada bajo el control estructural de la Falla Cerrejón y la Falla Ranchería, la cuales ocasionaron un denso fracturamiento y diaclasamiento de la roca caliza hacia el costado NW del área en estudio, generando geformas de cerros aislados por drenajes sin ninguna orientación y escamas tectónicas constituidas por calizas del Cretácico, rodeadas por arcillolitas gris verdosas del Paleógeno (Formación Cerrejón). Hacia el sureste del área en estudio se infirió el contacto discordante entre el G.Cogollo y la Formacion La

Quinta.

Mediante las fotografías aéreas hechas en el 2003 se pudo generar un mapa geomorfológico en el cual se definieron 4 unidades geomorfológicas diferenciadas entre sí por cambios en la pendiente y tipo de drenajes. Una primera Unidad A, geomorfológicamente siendo la zona más plana con drenaje sub-dendrítico, la Unidad B, geomorfológicamente presenta cerros aislados por un patrón de drenaje centrípeto y laderas con pendiente suaves a moderadas, una Unidad C, formada por laderas de mayor pendiente y cerros alineados y por último la Unidad D, constituida geomorfológicamente por pendientes suaves y un patrón de drenaje sub-paralelo. Con estas fotografías e información de campo se pudo definir el contacto entre el G. Cogollo y la Formación. La Quinta.

8. RECOMENDACIONES

- Para el interés de la empresa y la necesidad de obtener materiales pétreos para la construcción de vías férreas, pozos de voladuras y obras civiles, a corto y largo plazo se sugiere realizar perforación de pozos en las partes altas (Ver Anexo H.), donde se encuentra la roca caliza insitu poco afectada por el control estructural y por tanto la roca más competente conformada por paquetes de caliza Mudstone y Wackstone de color gris oscuro.
- Realizar ensayos geotécnicos a los núcleos extraídos durante la perforación, tales como compresión simple, y físicos como resistencia al desgaste (Ensayo de Los Ángeles), resistencia al choque (Ensayo de resistencia al impacto), y análisis granulométricos. Debido a que nos encontramos en un área que ha sido afectada estructuralmente por fallas ocasionando un alto fracturamiento y diaclasamiento de la roca caliza perteneciente al G. Cogollo, sufriendo mucha meteorización producto del paso del agua entre las fracturas de la roca.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, A.; MORALES, C. 1994. Evaluación del agua subterránea en el Departamento del Cesar. Informe Geológico, CORPOCESAR - INGEOMINAS, 104 p. Santa Fe de Bogotá.
- BARBERO, D., PARDO, A., VARGAS, C., MARTINEZ, J., (2007): Colombian Sedimentary Basins. Pag 65. Special Publication, ANH.
- BAYONA, G., JARAMILLO, C., RUEDA, M., PARDO, A., HERNANDEZ, G., 2004: Important paleotectonic and chronostratigraphic considerations of the Late Paleocene in the northernmost Andes as constrained by Paleocene rocks in the Cerrejón Coal Mine, Guajira, Colombia. III Convencion Tecnica ACGGP. Bogota CD ROM.
- CÁCERES, H., CAMACHO, R. & REYES, J. (1980): The Geology of the Ranchería basin. Geotec, ed., Geological Field-Trips, Colombia 1980-1989: Bogotá, Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, p 1-31.
- CARBONES DEL CERREJÓN (2005). Disección por niveles de un cinturón andino deformado: Observaciones preliminares en la mina de carbón del Cerrejón, Guajira. Presentador, Portilla H, Memorias X Congreso Colombiano de Geología, Bogotá, 2005.
- CARBONES DEL CERREJÓN 2009. Mapa geológico, Cerrejón zona Norte. Escala: 1:50000, Carbones del Cerrejón.
- CARDOZO, L. & GOMEZ, C. 1980. Geología del depósito de carbón El Cerrejón en el sector Sarahita-Guajira. Tesis de grado, Fac. Ciencias, Univ. Nacional.

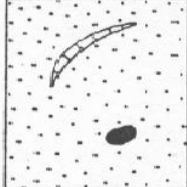
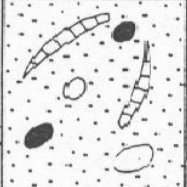
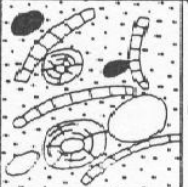
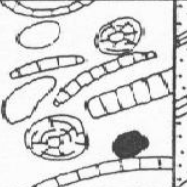
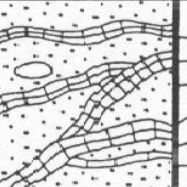

Bogotá.

- DURHAM, J. 1946. Stratigraphy of the Cesar – Ranchería Valleys and the Guajira Peninsula. Tropical Oil Comp., Geol. report 539, 29 p. Bogotá.
- FORERO, A. 1972. Estratigrafía del Pre-cretáceo en el Flanco Occidental de la Serranía de Perijá. Geología Colombiana No. 7 Bogotá.
- GARCÍA, C. 1990. Proyecto Cesar Ranchería.. ECOPETROL – ICP. Santander, 1:144 p
- GARNER, A. H. 1927. General Oil Geology of Colombia. Bul. Ame. Assoc. Petr. Geol. 11:151-156. Tulsa.
- GOVEA, C.; DUEÑAS, E. 1975. Informe geológico preliminar de la Cuenca del Cesar. ECOPETROL. Informe 390, 37 p. Bogotá.
- INGETEC. 2007. Cartografía geológica del área del piedemonte en zona de Campoalegre. Carbones del Cerrejón LLC, informe interno. 241p. La Mina.
- INGEOMINAS. 1999. Mapa geológico generalizado del departamento del Cesar. Memoria explicativa. INGEOMINA. 89p. Bogotá.
- JULIVERT, M. (1968). Léxico estratigráfico internacional, Colombia. Union internationale des sciences géologiques, Vol. V, Fascículo 4a. Paris. 574 Págs.
- KELLOGG, J.N; BONINI, W.E. (1982). Subduction of the Caribbean plate and basement uplifts in the overriding South American plate. Tectonics 1, pp. 251-276.

- LILL, R.; NUGENT, J. 1950. Geology of the East Cesar Valley. Tropical Oil Comp. Geol. Report 1009. 55 p. Bogotá.
- MONTES, C.; BAYONA, G.; JARAMILLO, C.; OJEDA, C.; MOLINA, M. & HERRERA, I. 2005. Uplift of the Sierra Nevada de Santa Marta and subsidence in the Cesar-Ranchería valley: Rigid-beam pivot model. 6^a international symposium of Andean geodynamics memoir. pp520-523. La Mina.
- RAMOS, J. G. (1990): Ambientes de depósito relacionados con los parámetros de calidad de los carbones del Cerrejón Bloque B (Tesis de pregrado). 158 p., Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Bogotá.
- TABOADA, A; RIVERA, L.A; FUENZALIDA, A; CISTERNAS, A; PHILIP, H; BIJWAARD, H; OLAYA, J; RIVERA, C. (2000). Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia). Tectonics, vol. 19, No. 5, pp. 787-813.
- TSCHANZ, C. M., JIMENO, V, A., CRUZ, B, J., et al., (1969). Mapa Geológico de Reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta. Escala 1: 200.000. INGEOMINAS – US Geological Survey, Bogotá.
- VAN DER MERWE, S. (2002). Structural Development of the Cerrejón Coal Deposit: a Discussion of the Style of Deformation and a Catalogue of Observations. Informe Interno: Carbones del Cerrejón LLC. Colombia, 43 Págs.
- WARD, D.; GOLDSMITH, R.; CRUZ, J. & RESTREPO, H. 1973. Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, departamento de Santander. INGEOMINAS. Boletín Geológico 21:1-132. Bogotá.

ANEXOS

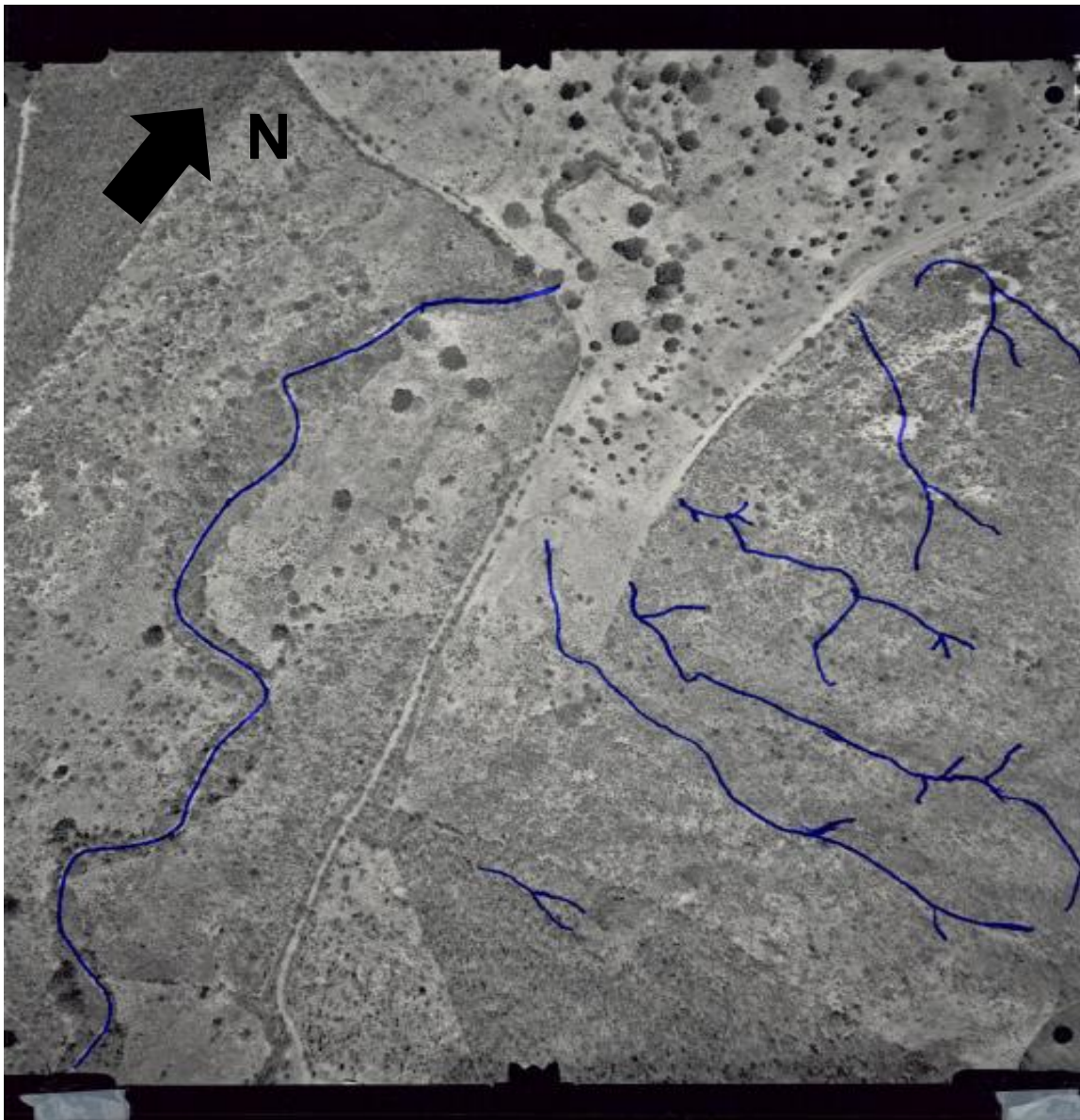
ANEXO C. CLASIFICACION DE DUNHAM (1962) PARA LAS ROCAS CARBONATADAS

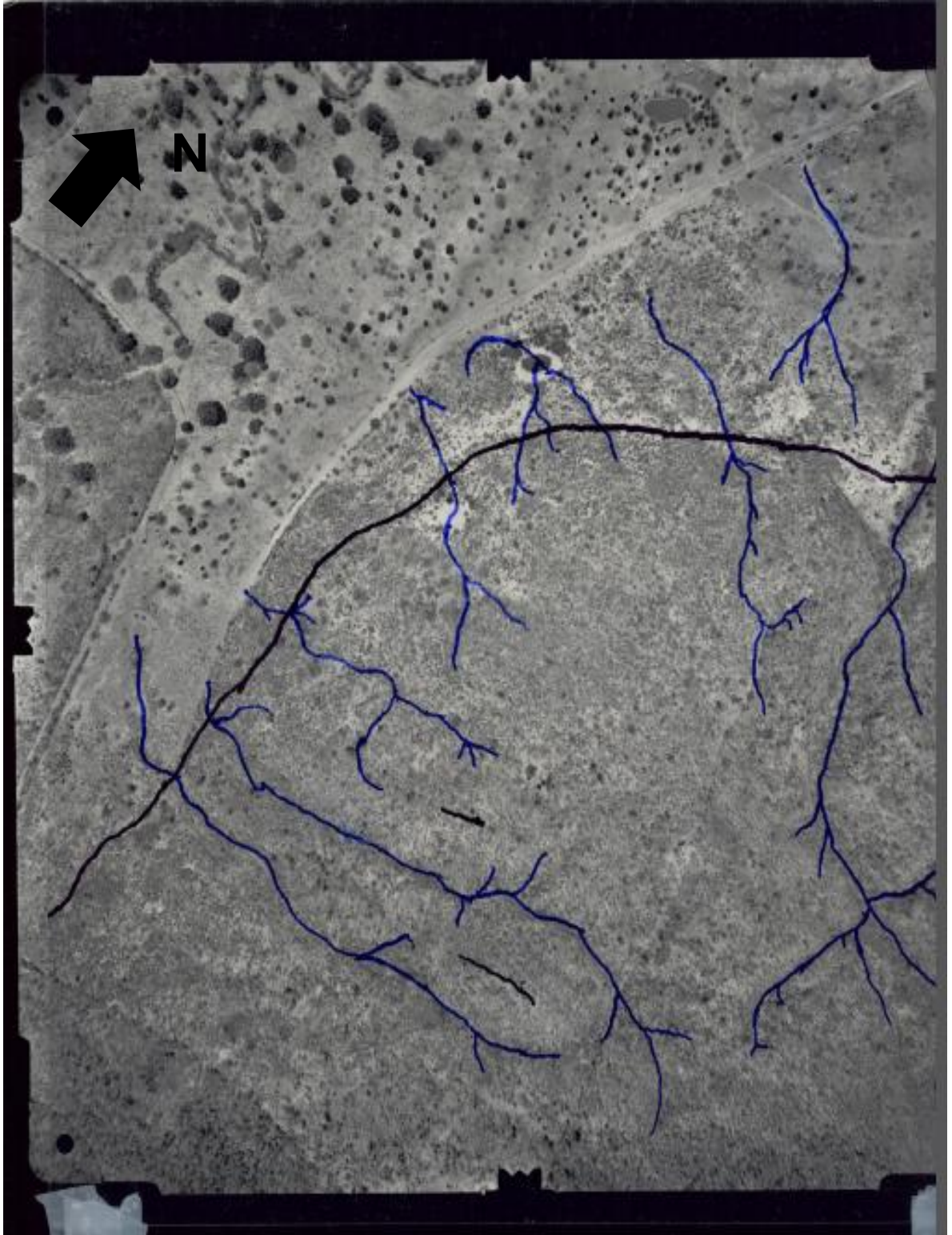
Textura original reconocible					Textura original no reconocible
Componentes originales no enlazados durante el depósito				Componentes originales enlazados	
Con matriz (carbonato de tamaño arcilla o limo fino)		Sin matriz y granosostenida			
Sostenida por la matriz		Granosostenida			
Menos del 10% de granos	Más del 10% de granos				CARBONATOS CRISTALINOS
MUDSTONE	WACKESTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE	
					

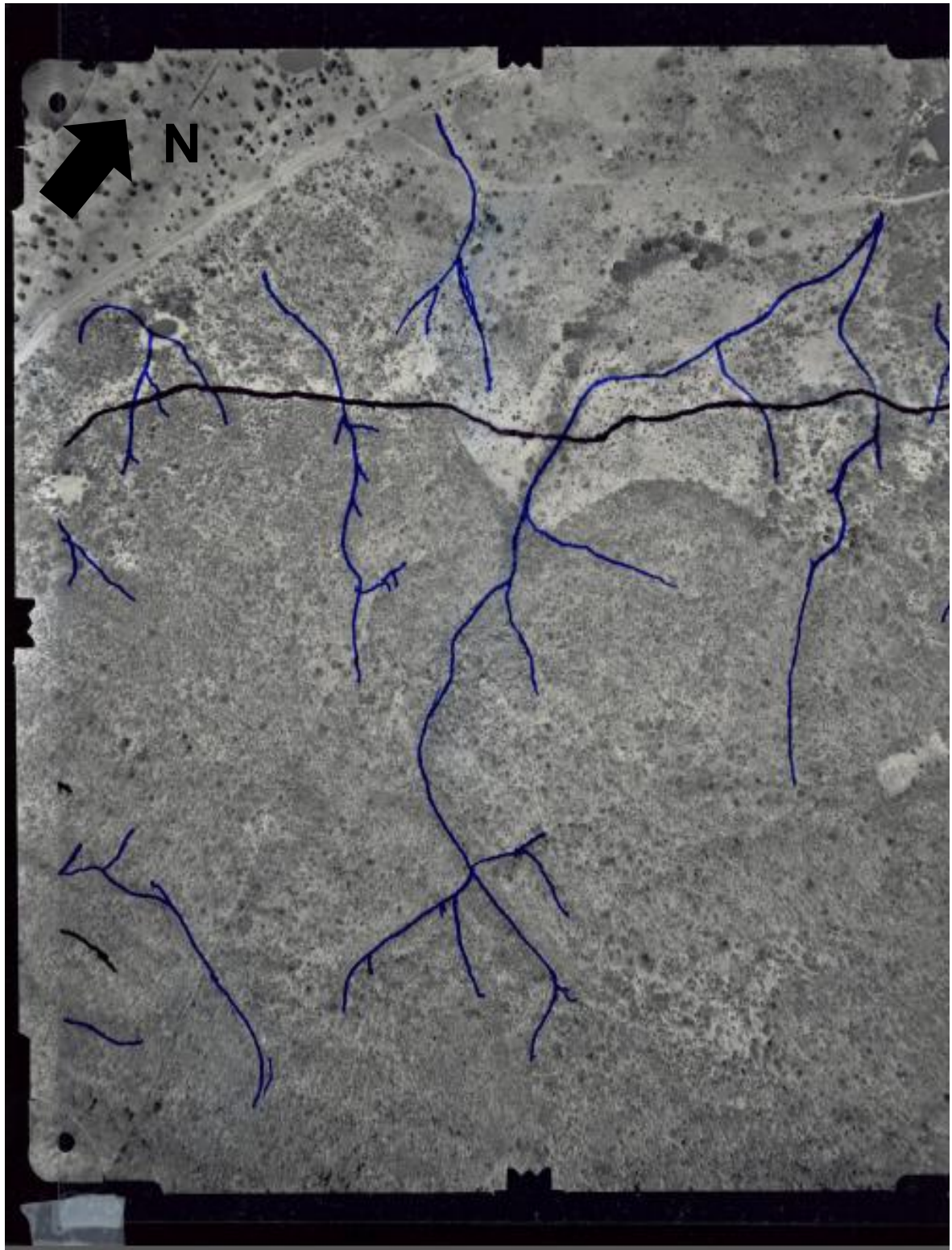
ANEXO D. FOTOGRAFÍAS ÁREAS

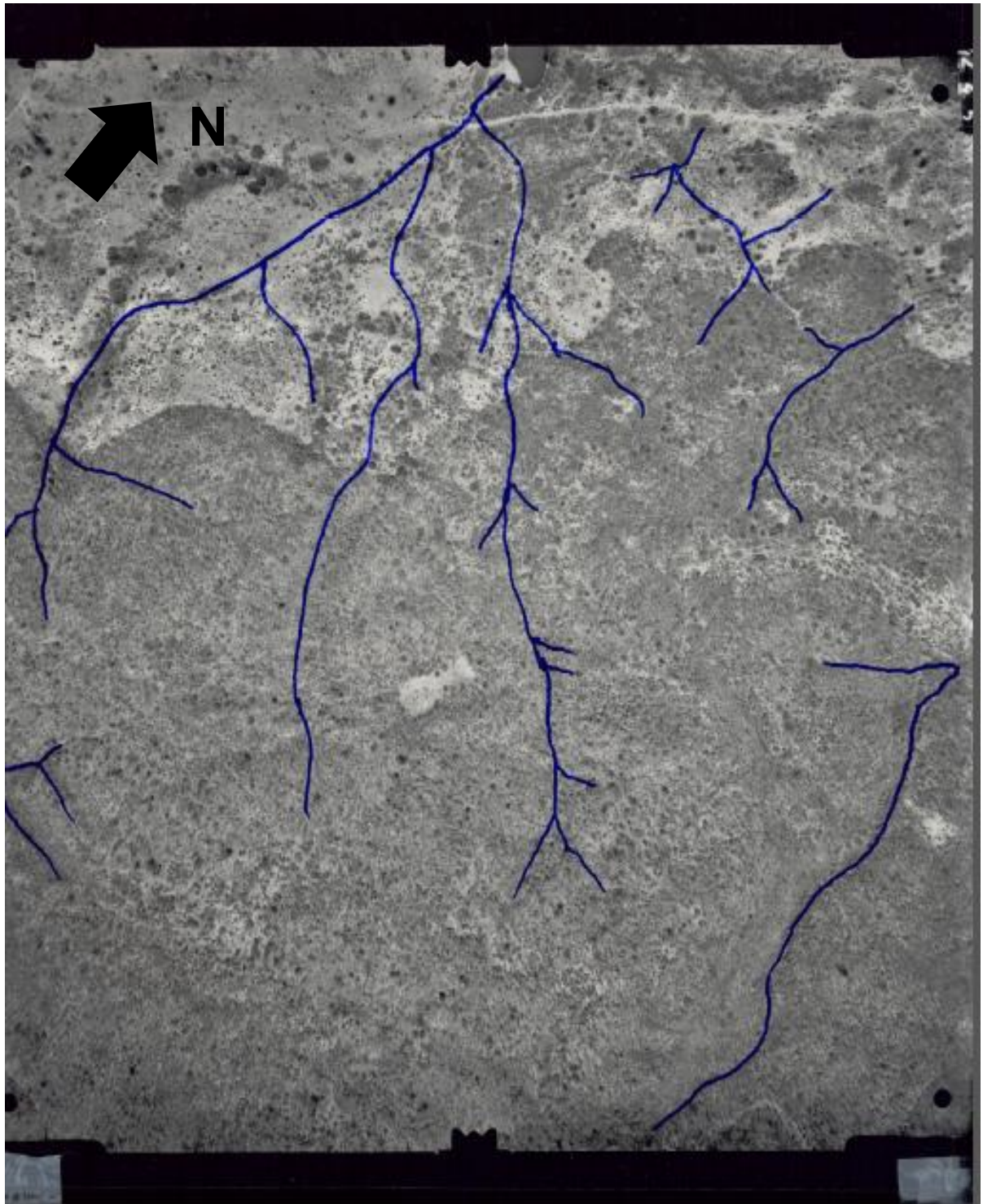
FOTOGRAFÍAS AEREAS VUELO 1:

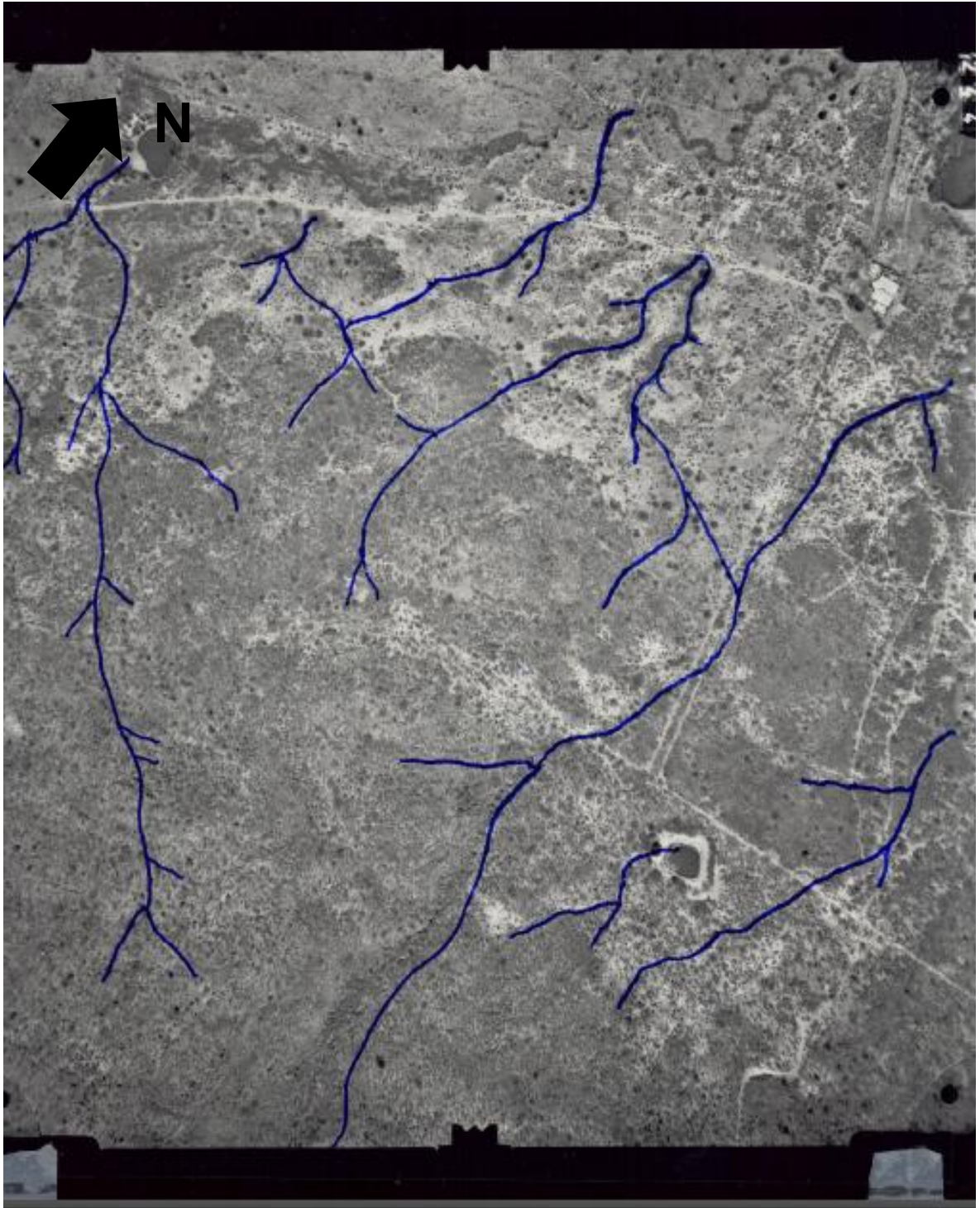
Las fotografías aerea # 521-517, rollo N. 2, escala 1:6100 y altura de 1067 m, tomada el 09/04/2003 a las 10: 52 am por Kwena.





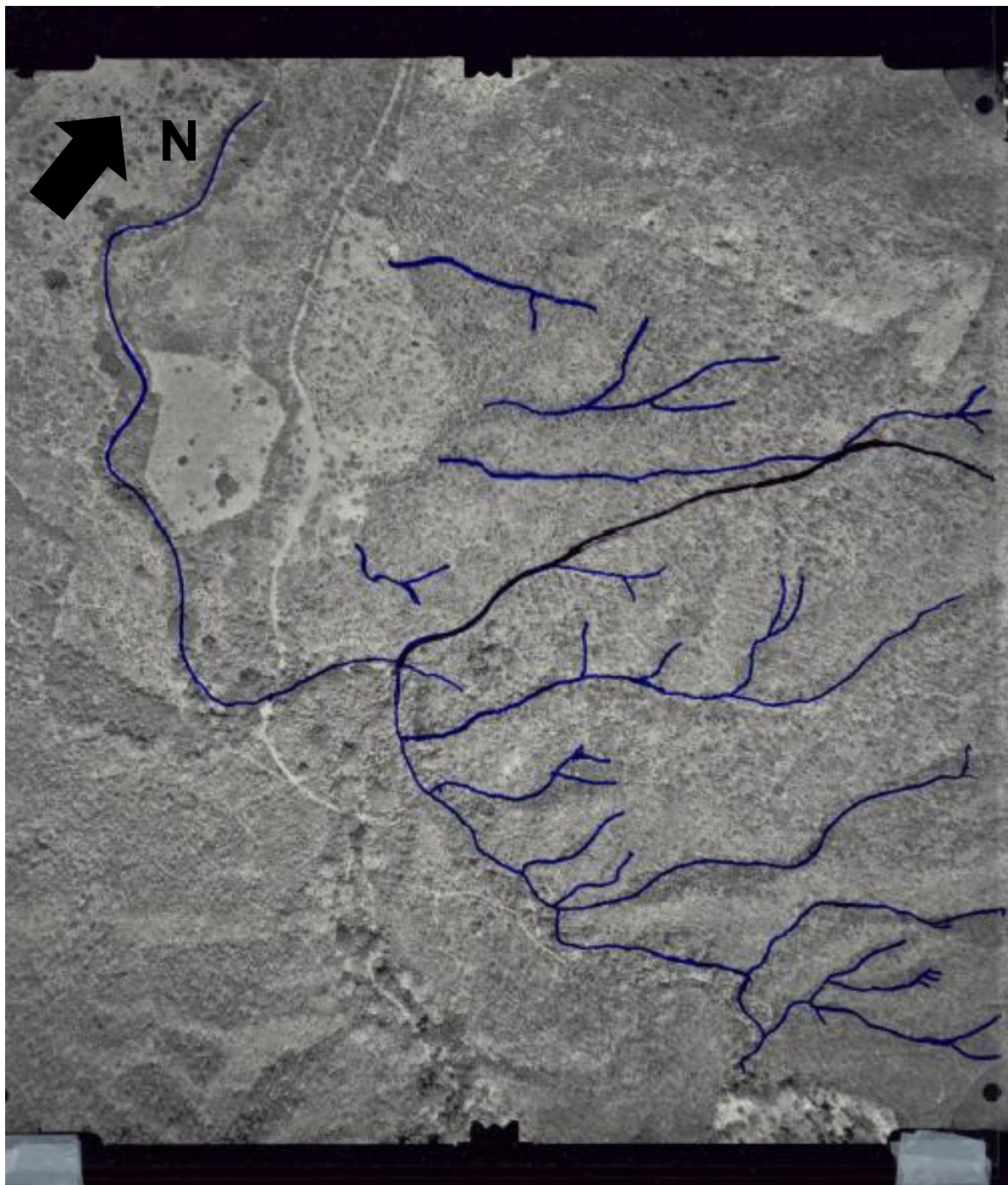


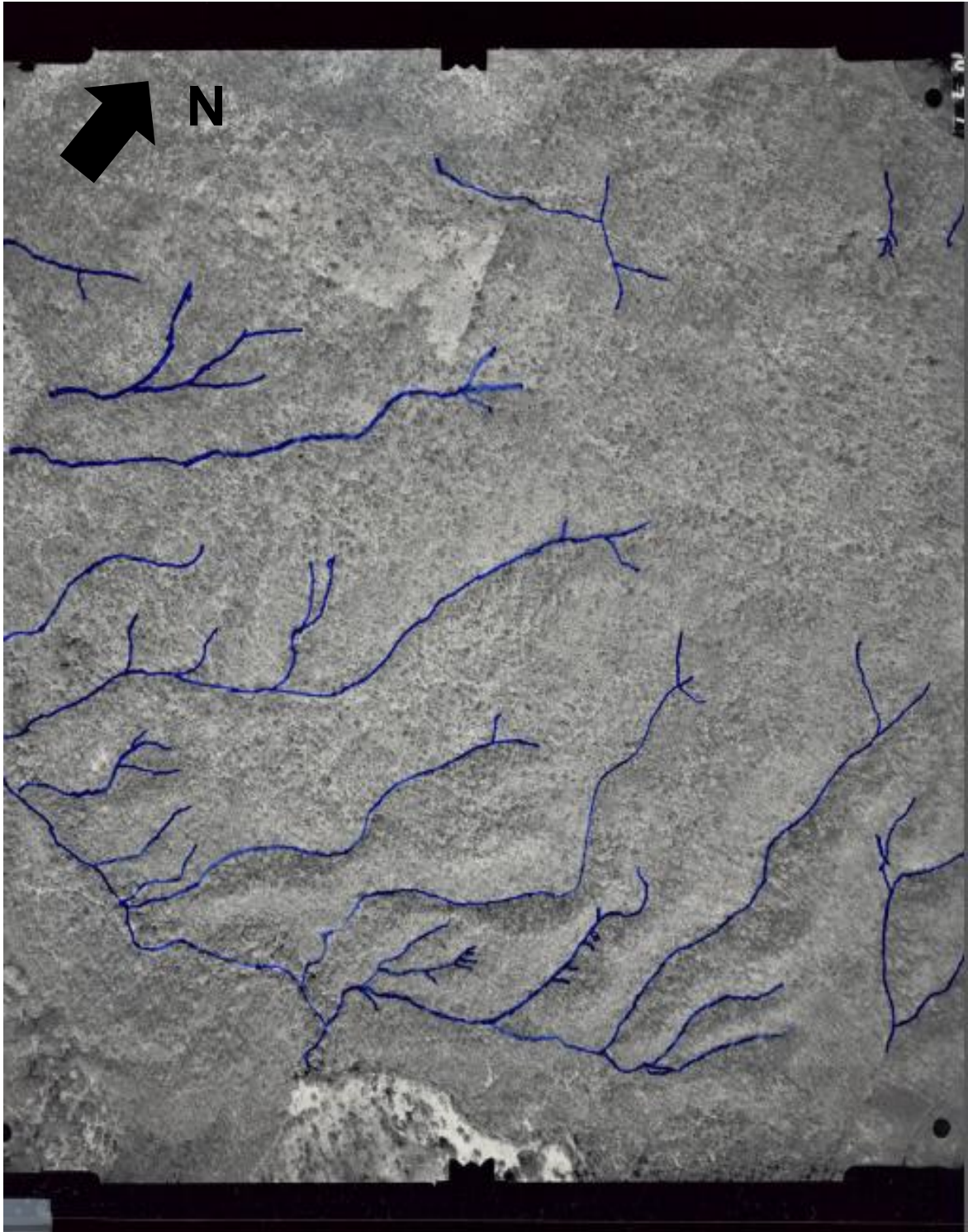


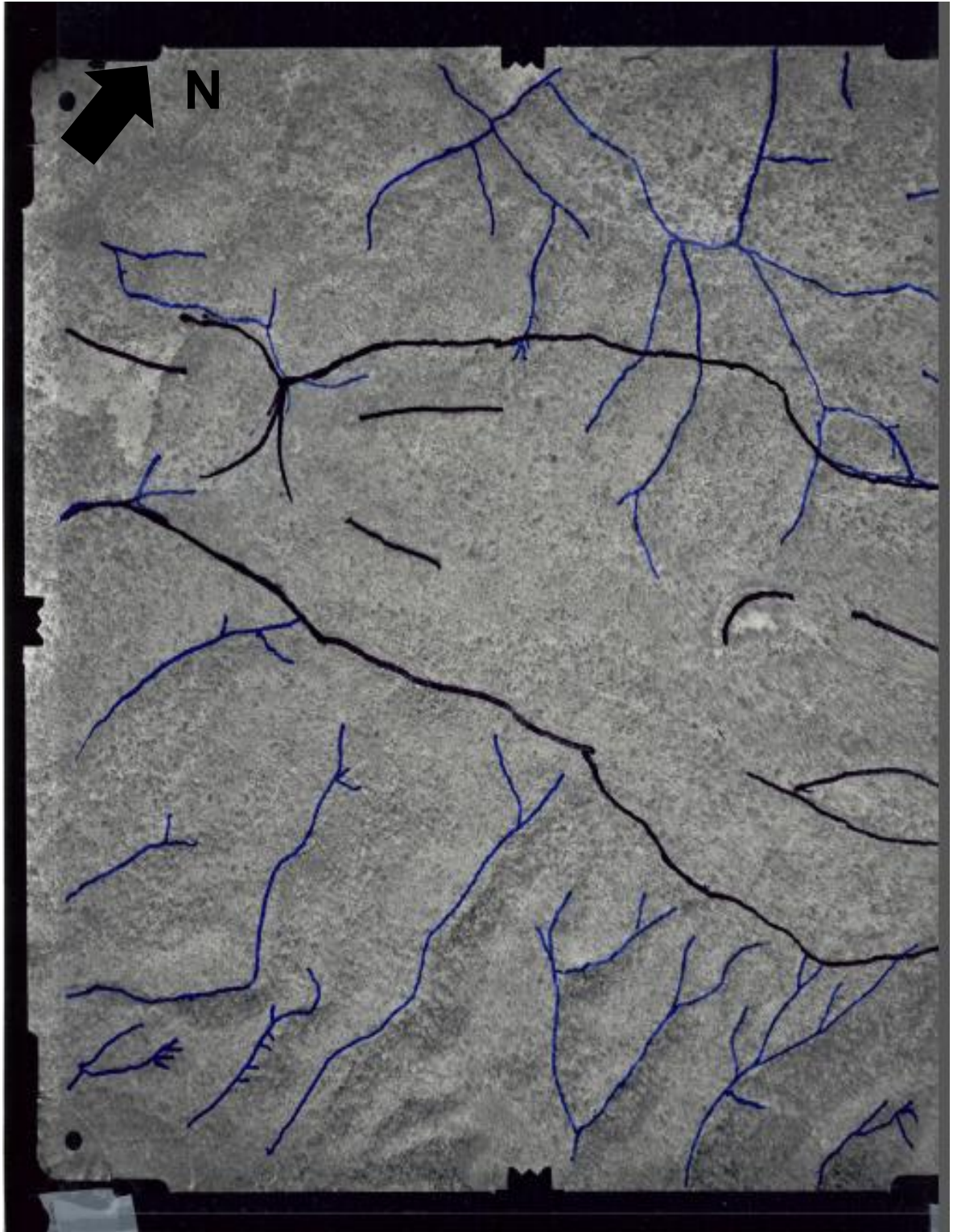


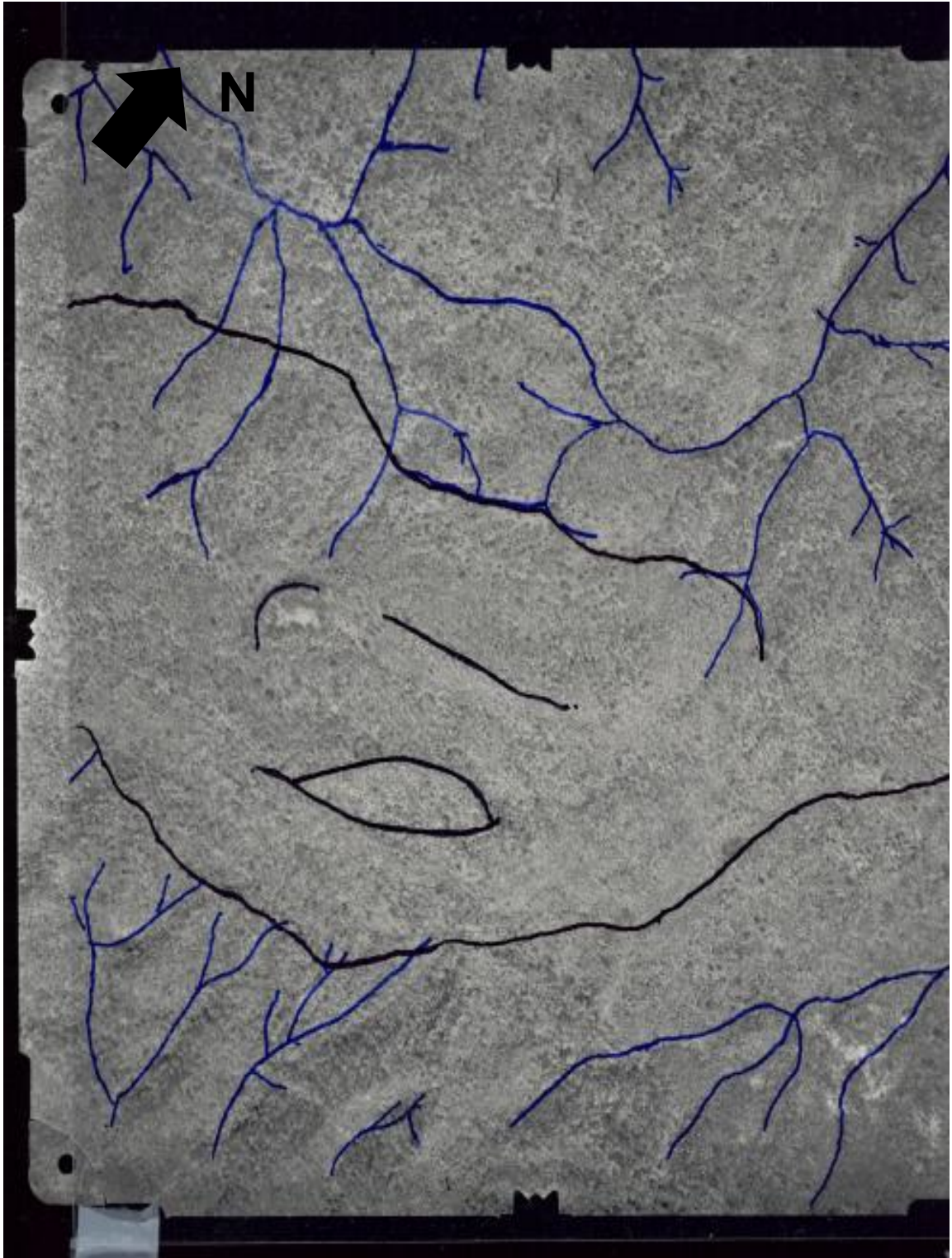
FOTOGRAFÍAS AEREAS VUELO 2:

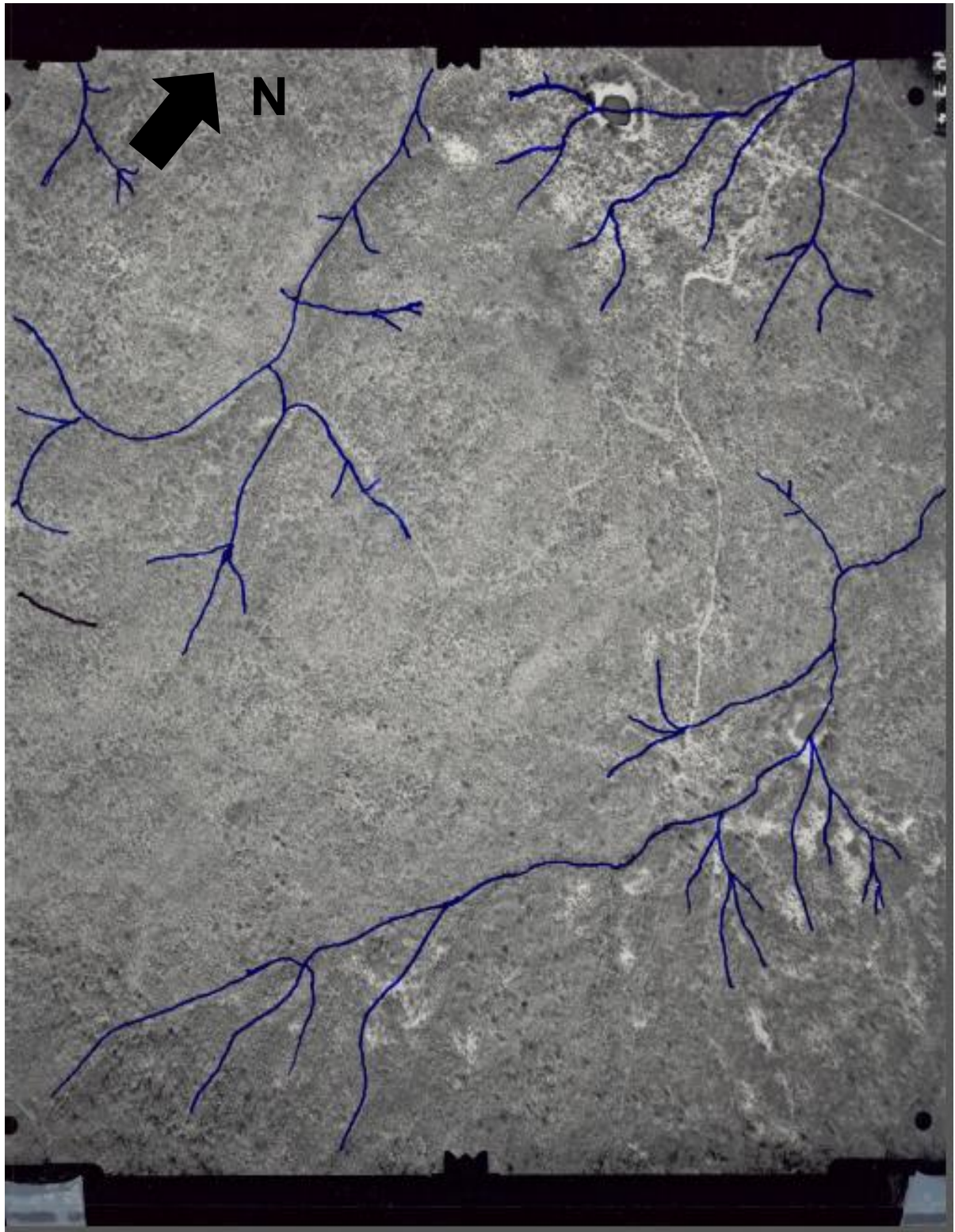
Las fotografías aerea # 1015-10219, rollo N. 5, escala 1: 6400 y altura de 1127 m, tomada el 09/04/2003 a las 9:34 am por Kwena.





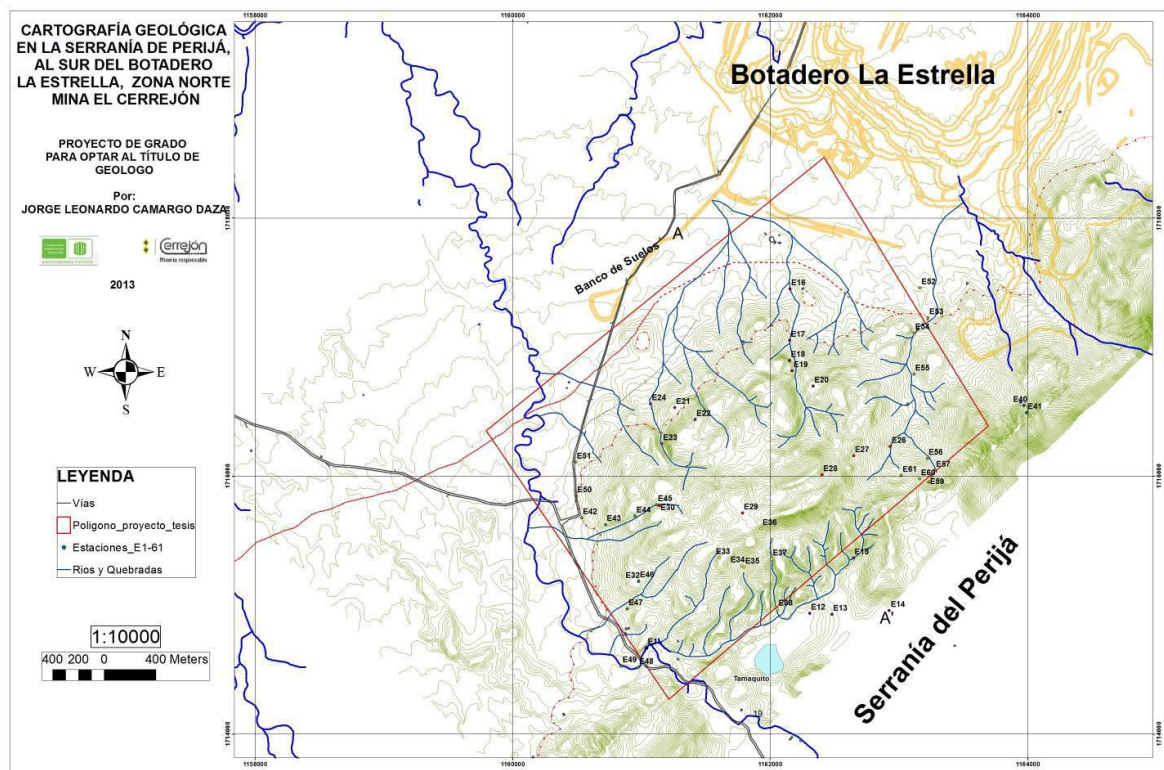






ANEXO E. MAPA DE ESTACIONES

En este mapa se observan las estaciones que se realizaron en las salidas de campo en el área de estudio, al Sur del Botadero la Estrella, costado W de la Serranía del Perijá.



ANEXO F. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTACIONES DE CAMPO

Día 1

Objetivo: Reconocer el área de estudio

Fecha: 28/01/13

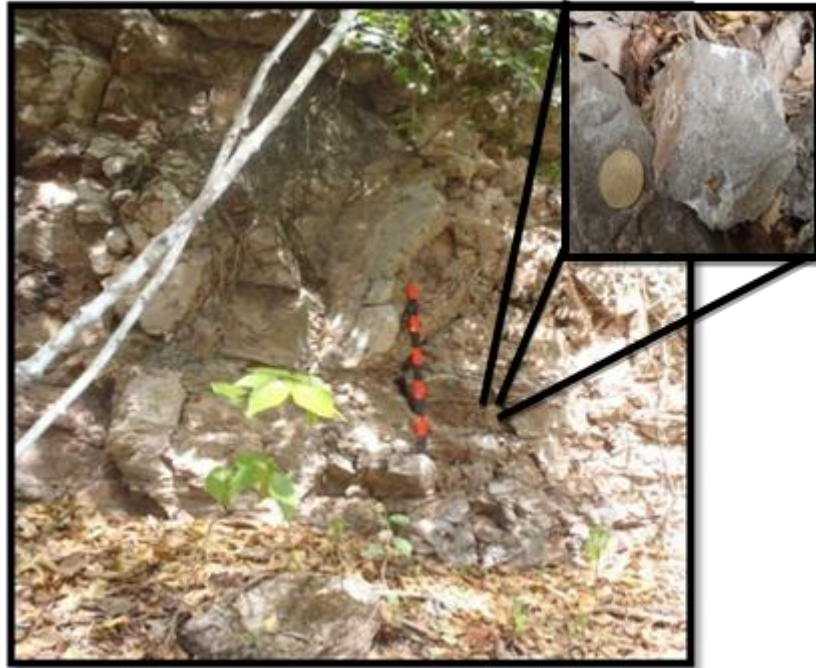
Estación 1:		
X: 1161027	Y: 1714669	Z: 184 m

Observaciones: en este punto se observó un afloramiento de calizas grises con unas intercalaciones de capas de shales grises no mayor a 8cm, con contenido de conchillas, algunas muestras presentan recristalización. Este afloramiento se encuentra muy fracturado, presentando varias familias de diaclasas; el alto fracturamiento y una moderada meteorización hace poco confiable los datos estructurales.

El afloramiento alcanza unos 20 m de altura y una longitud de 25 m aproximadamente, entendiéndose en estas medidas lo que corresponde con roca expuesta.

En el transcurso del día, durante todo el reconocimiento no se logró observar un nuevo afloramiento que permitiese determinar las unidades geológicas presentes en el área.

Foto1: Afloramiento de Caliza tipo Mudstone, muy fracturada, presenta recristalización y presencia de conchillas



Día 2.

Objetivo: Determinar las unidades geológicas presentes en el área de estudio

Fecha: 29/01/13

Estación 2:		
X: 1161064	Y: 1714752	Z: 174 m

Observaciones: En esta estación se encontraron bloques rodados de calizas, las cuales presentan un color grisáceo más claras que las muestras recogidas en el día anterior, con contenido de conchillas y presencia de agrietamiento posiblemente debido a la acción de agua.

Foto 2: Se observa la distribución que tienen los bloques rodados de calizas grisáceas, tipo Mudstone.



Estación 3:		
X: 1161181	Y: 1715003	Z: 196 m

Observaciones: Presencia de bloques rodados correspondiente a calizas de color gris clara, se logra observar mayor contenido de conchillas, estas a su vez son de mayor tamaño que las observadas en estaciones anteriores. Al seguir con el trayecto 30 m hacia el este de esta posición se observó el mismo material calcáreo con este contenido fósil.

Foto3: Bloque rodado de Caliza, en la muestra de mano se observa un mayor contenido de conchillas que las muestras de la estación anterior, presenta variación en la textura, correspondiente a una textura tipo Wackestone.



Estación 4:		
X: 1161364	Y: 1714884	Z: 203 m

Observaciones: En este punto se observan cambios en la textura de los bloques rodados, presentando una coloración diferente gris oscuro, así como una reducción notable en el contenido de fósiles. La roca es muy compacta y homogénea.

Foto 4: Bloques rodados de caliza tipo Mudstone, en la muestra de mano no se observa la presencia de restos fósiles, esta roca es muy compacta.



Estación 5:		
X: 1161547	Y: 1714904	Z: 202 m

Observaciones: Se sigue encontrando la misma roca caliza perteneciente a bloques rodados de color gris, muy compacta, con bajo contenido de fósiles. En su parte externa se observa un color negro producto de la meteorización.

Foto 5: Bloque rodado de caliza, tipo Mudstone, no se logró observar restos de fósiles, esta muestra es muy semejante a la roca de la estación anterior.



Estación 6:		
X: 1161613	Y: 1714921	Z: 209 m

Observaciones: Punto sobre una quebrada, la cual contiene en todo su curso bloques rodados de calizas y en la pared Este, se observa un material conglomerático con matriz lodosa, aparentemente presencia de la Fm. La Quinta, esta roca posee una textura masiva y encima se encuentra cubierta por vegetación.

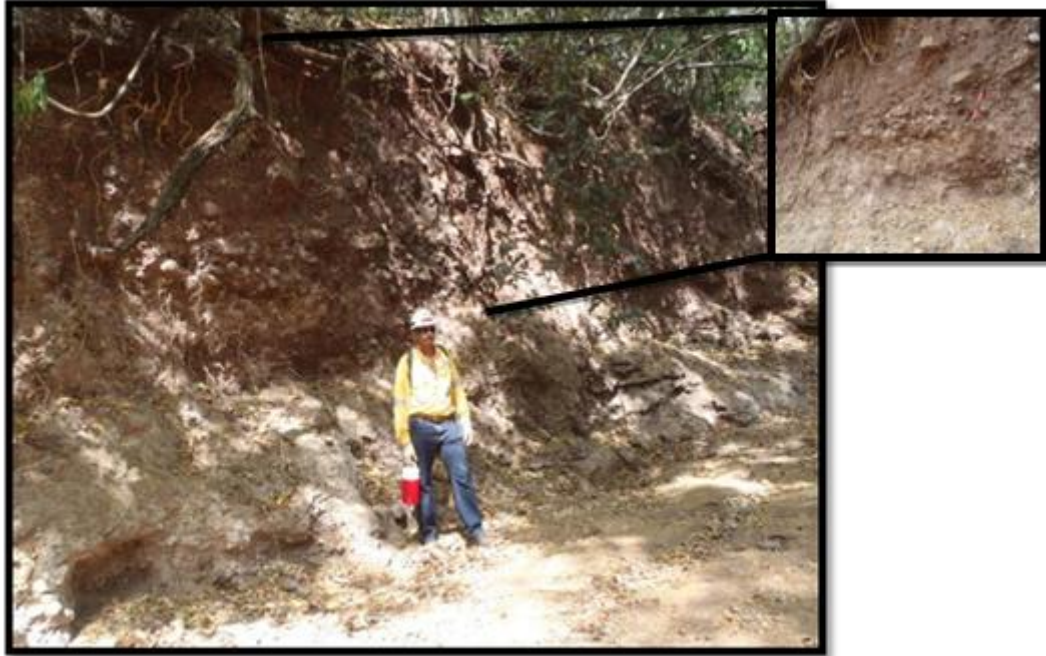
Foto 6: Afloramiento de roca conglomeratica muy meteorizada, fracturada y cubierta en la parte superior (F. La Quinta), en el curso de la quebrada se observó bloques rodados de calizas.



Estación 7:		
X: 1161515	Y: 1714615	Z: 169 m

Observaciones: Se observa material aluvial en una columna de 2 m de altura, mal calibrado constituido por gravas esféricas sub-redondeas intercaladas con material lodoso; se observa hacia la base una capa de 30 cm correspondiente a gravas de hasta 12 cm de diámetro, una sucesión de capa lodosa de 70 cm que contiene gravas sin ninguna orientación, encima se encuentra otra capa de 70 cm de gravas con matriz lodosa y en los 30 cm restantes se observa material fino.

Foto 7: Deposito aluvial de 2 m de altura, se observan niveles de gravas intercalados con niveles de material más fino, las gravas se clasifican como esféricas, sub-redondeadas a sub-angulares.



Estación 8:		
X: 1161627	Y: 1714670	Z: 167 m

Observaciones: Encontramos una roca conglomeratica, de color rojizo con matriz lodosa, en este punto no se logran observar planos de estratificación. Puede considerarse como una roca perteneciente a la F. La Quinta, la cual está constituida por conglomerados de color rojo.

Gran parte de esta unidad se encuentra cubierta por depósitos aluviales, suelo y vegetación.

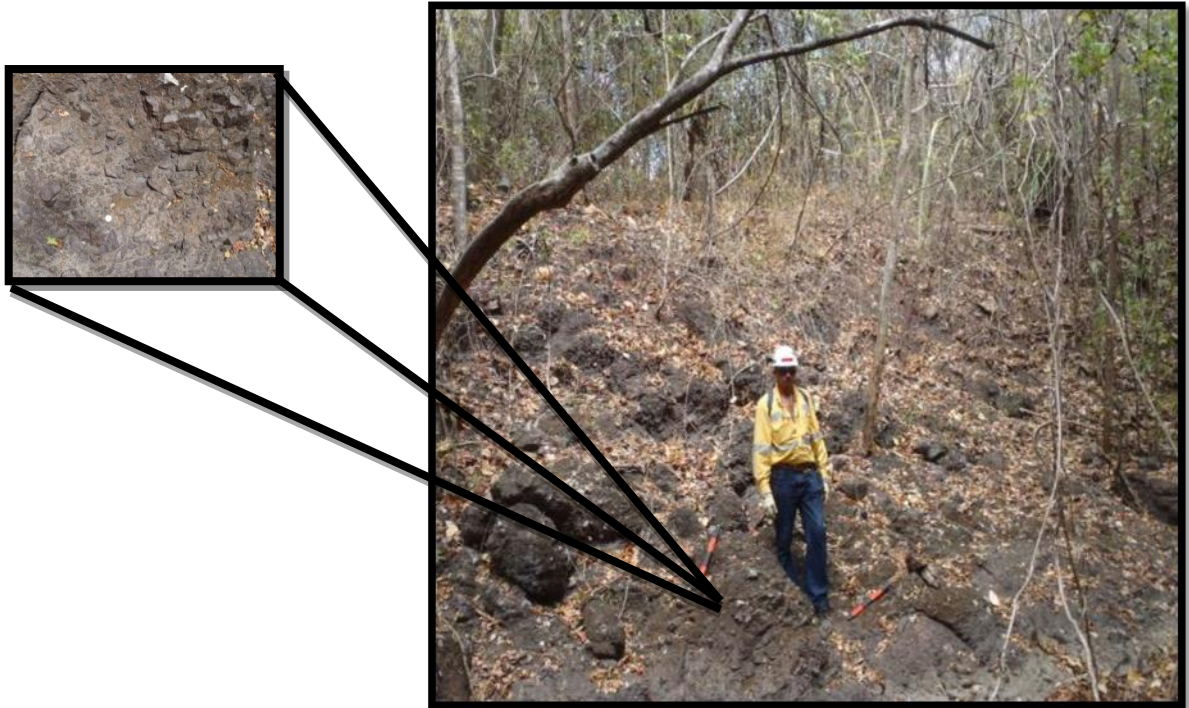
Foto 8: Afloramiento de roca conglomeratica y matriz lodosa de color rojizo, no se observó superficies de estratificación, se encontraron además bloques rodados perteneciente a esta misma unidad.



Estación 9:		
X: 1161738	Y: 1714731	Z: 167 m

Observaciones: 150 m hacia el este de la estación anterior volvemos observar hacia el costado izquierdo de la quebrada principal un pequeño afloramiento de esta misma roca conglomeratica, indicando la presencia de esta unidad que hemos denominado F. La Quinta. Sin observar ningún plano de estratificación ni diaclasa. Esta roca se encuentra meteorizada y cubierta por suelo y vegetación.

Foto9: Afloramiento de roca conglomeratica cubierto por suelo y vegetación, se destaca el tamaño de las gravas (F. La Quinta).



Estación 10:		
X: 1161757	Y: 1714626	Z: 167 m

Observaciones: En este punto podemos observar la presencia de la roca conglomeratica muy fracturada, pero no se logró encontrar una superficie de deposición que nos permitiera la toma de datos estructurales. Presenta una altura de 4 m aproximadamente y en su parte superior está cubierta por vegetación.

Foto10: En las figuras a y b se observa la disposición de la roca conglomerática perteneciente a la F. La Quinta. En la figura c se observa el tamaño de las gravas.



a



c

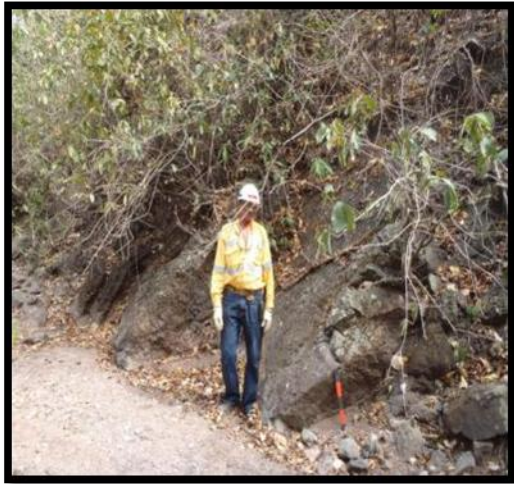


b

Estación 11:		
X: 1161921	Y: 1714669	Z: 169 m

Observaciones: Tenemos en este punto un afloramiento de 30 m de longitud y 5 m de alto aproximadamente, en el que se observa nuevamente la roca conglomerática perteneciente a la F. La Quinta y material más fino de color rojizo, ambos con intenso diaclasamiento.

Foto 11: En estas dos imágenes se observa afloramiento de rocas conglomeráticas, en **a** un aparente buzamiento 15/47 y en **b** otra orientación de la capa 233/44.



a



b

Día 3

Objetivo: Identificar las unidades geológicas presentes en el área que se va a recorrer

Fecha: 30/01/13

Estación 12:		
X: 1162306	Y: 1714936	Z: 170 m

Observaciones: Se encontró material aluvial mal calibrado, con presencia de gravas esféricas, sub-redondeadas a sub-angulares, con una extensión de 30 m aproximadamente, de base a techo se observa, intervalo de 80 cm de espesor constituido por material fino y algunas gravas sin ninguna orientación, luego 70 cm de gravas con tamaños hasta de 20 cm de diámetro con matriz lodosa y una coloración rojiza, por encima se encuentran un nivel de 30 cm constituido por gravas de menor tamaño y 30 cm de suelo.

Foto 12a: Se observa depósito aluvial con gravas esféricas sub-redondeadas a sub-angulares, con una altura de 2.1 m y una longitud aproximada de 30 m.



10 m hacia el este se observa en el suelo la presencia de la roca conglomeratica con una leve estratificación en la cual se observa hacia donde pueden estar buzando estas capas. Pero no fue muy confiable la toma de datos en este punto (Figura 11b).

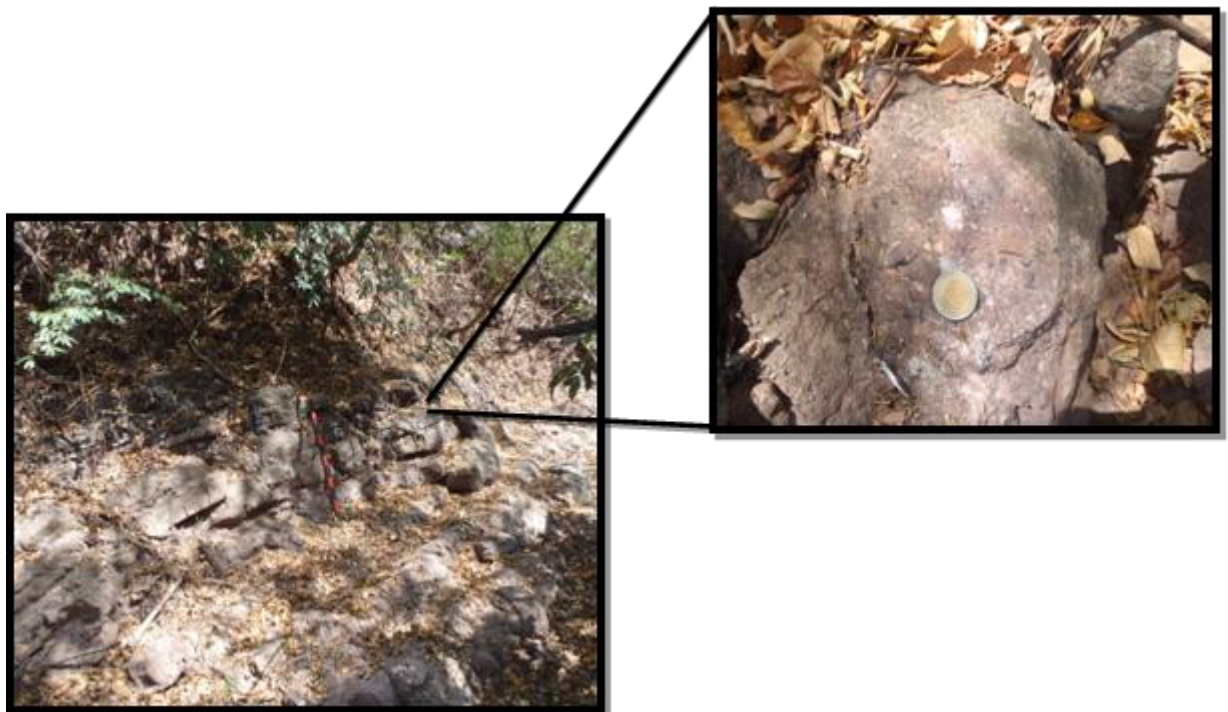
Foto 12b: Se observa parte de la roca conglomeratica, con evidencia de estratificación, pero resultó imposible la toma de este dato.



Estación 13:		
X: 1162477	Y: 1714928	Z: 175 m

Observaciones: Se observa un buen afloramiento que evidencia la roca conglomeratica perteneciente a la F. La Quinta, además se logra evidenciar algunos planos de estratificación del cual se tomó un dato 335/18 indicando la dirección de buzamiento y el buzamiento. Como se observa en la foto esta unidad se encuentra muy fracturada y cubierta por vegetación en su parte superior. Al analizar una muestra de mano se logró observar variación en el tamaño de los granos así como una matriz lodosa y de color rojiza.

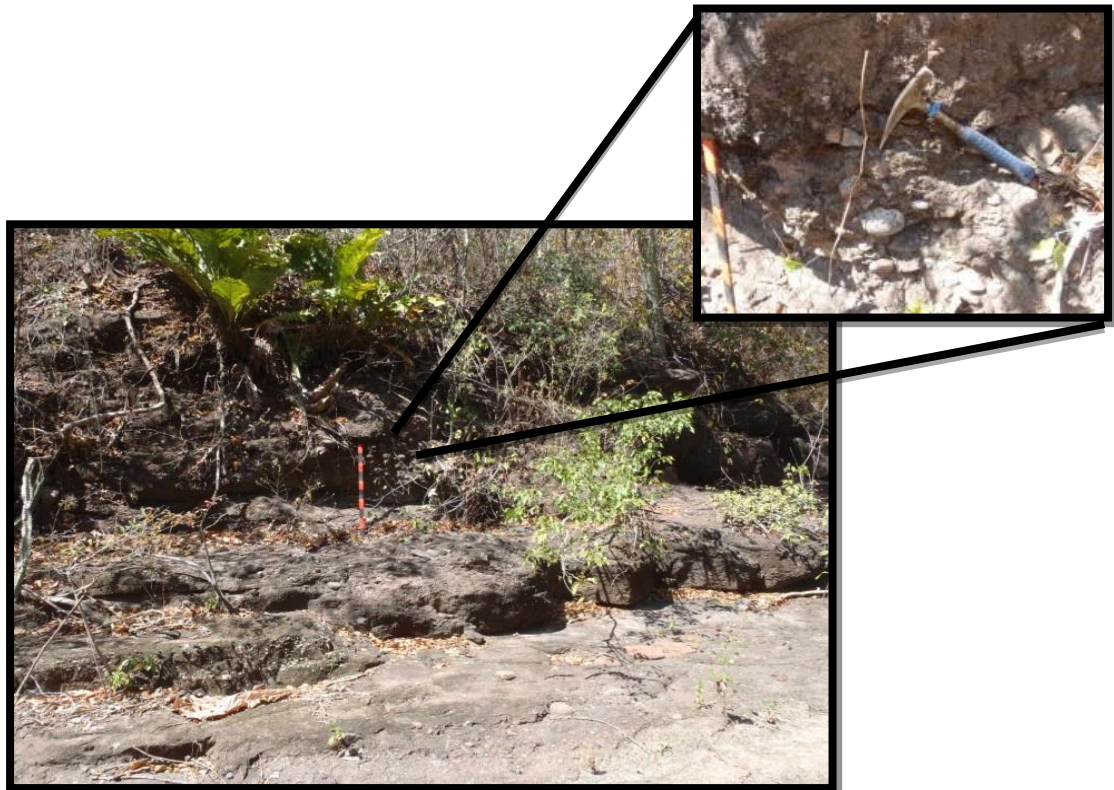
Foto 13: Afloramiento de roca conglomeratica, estratificada, con algunas intercalaciones de capas de shale no mayor a 4 mm de espesor, en la imagen se evidencia el fracturamiento de la roca. En la muestra de mano se reconoce el color rojizo característico de la F. La Quinta.



Estación 14:		
X: 1162923	Y: 1714956	Z: 192 m

Observaciones: En este punto, continua la secuencia de la roca conglomeratica perteneciente a la F. La Quinta, el afloramiento en su mayoría se encuentra cubierto por vegetación, pero se alcanzan a diferenciar las gravas y la matriz lodosa de color rojizo que identifican a esta formación.

Foto 14: Afloramiento de roca conglomeratica, muy meteorizada y cubierta por vegetación en su parte superior, en la foto se observa el detalle de los conglomerados, presenta la matriz rojiza, propia de la F. La Quinta.



Estación 15:		
X: 1162645	Y: 1715363	Z: 186 m

Observaciones: En este punto no se observó ningún afloramiento, todo estaba cubierto por vegetación, pero se pudo diferenciar bloques rodados de calizas con poca presencia de fósiles. Estos bloques de caliza son muy compactos.

Foto 15: Se observa gran cantidad de bloques rodados de calizas, algunos alterados, pero en general la mayoría de estos bloques son muy compactos.



Día 4

Objetivo: Identificar las unidades geológicas presentes en el área que se va a recorrer

Fecha: 01/02/13

Estación 16':

Observaciones: Estación de observación, desde el momento en el que comenzamos a observar rodados de caliza, tipo Mudstone con bajo contenido de fósiles, presenta una coloración grisácea.

Foto 16: Roca caliza muy compacta con textura tipo Mudstone, color gris oscuro, y recristalización.



Estación 16:

X:1162152	Y: 1717451	Z: 124 m
-----------	------------	----------

Observaciones: Estación de punto de control para evidenciar rodados de caliza,

que corresponden con la primera estación de observación, mostrando una textura tipo Mudstone, con bajo contenido en fósiles. La roca .es muy compacta.

Fotos 17: Bloques rodados de roca Caliza, tipo Mudstone de color gris oscuro.



Estación 17:		
X: 1162149	Y: 1717052	Z: 146 m

Observaciones: Se nota un aumento de tamaño en los bloques rodados de caliza, a medida que seguimos subiendo por la Quebrada. Estos bloques siguen presentando la misma textura; tipo Mudstone, con bajo contenido en fósiles.

Foto 18: Bloques rodados de caliza tipo Mudstone, de color gris claro



Estación 18:		
X: 1162150	Y: 1716896	Z: 179 m

Observaciones: Al costado derecho de la quebrada, se observa durante la subida, una roca in-situ de Caliza tipo Mudstone, muy fracturada, meteorizada, con agrietamiento: algunos bloques se encontraban desprendidos. esta roca presenta un color gris claro.

Se logró evidenciar un pequeño plano de estratificación en el cual se tomó un dato estructural (287/12).

Foto 19a: Afloramiento de roca caliza color gris claro, perteneciente al G. Cogollo.



Foto 19b: Roca caliza, tipo Mudstone de color gris clara, muy compacta, no se observó contenido fósil.



Estación 19:		
X: 1162169	Y: 1716816	Z: 190 m

Observaciones: En este punto seguimos viendo la roca caliza in-situ, en algunas muestras se alcanza a observar la presencia de conchillas, sin evidencia de algún

plano de estratificación o de contacto. La roca se nota con agrietamiento y fracturada. Por debajo de este afloramiento se observa una caverna de 15 m de profundidad aproximadamente



Foto 20b: Roca caliza tipo Mudstone, color gris claro y con presencia de conchillas.

Foto 20a: Afloramiento de roca caliza, pertenece al G. Cogollo. Se logró observar una grieta que muestra una caverna de 15 m de profundidad aproximadamente.

Estación 20:		
X: 1162331	Y: 1716698	Z: 210 m

Observaciones: Este punto se recogió una muestra que evidencia la presencia de roca caliza tipo Mudstone.

Día 5

Objetivo: Identificar las unidades geológicas presentes en el área que se va a recorrer

Fecha: 04/02/13

Estación 21:		
X: 1161257	Y: 1716531	Z: 188 m

Observaciones: En este punto se logra observar roca in-situ cubierta por vegetación y bloques rodados muy fracturados, no se observa plano de estratificación. Este tipo de caliza posee una textura tipo Mudstone, con bajo contenido de fósiles.

Foto 21: Afloramiento de roca caliza tipo Mudstone de color gris, no presenta contenido fósil. Roca muy compacta.



Estación 22:		
X: 1161415	Y: 1716439	Z: 226 m

Observaciones: Se observaroca in-situ que corresponde a caliza tipo Mudstone, no se evidencia un plano de estratificación que permita tomar un dato estructural confiable. A 20 m de este punto y siguiendo con la ruta planeada se observa un nuevo afloramiento que muestra un plano estructural en el cual se pudo tomar el dato 200/44, con respecto a este dato, se debe aclarar que no se tiene certeza de que pueda ser un plano de estratificación o un plano de diaclasa, debido al alto fracturamiento que presenta la roca en este pequeño afloramiento no se observa la continuidad del plano a lo largo de todo el afloramiento.

Foto 22a: Afloramiento de roca calizamuy compacta, tipo Mudstone de color gris, la roca no presenta contenido fósil.



Foto 22b: Afloramiento de roca caliza, tipo Mudstone de color gris perteneciente al

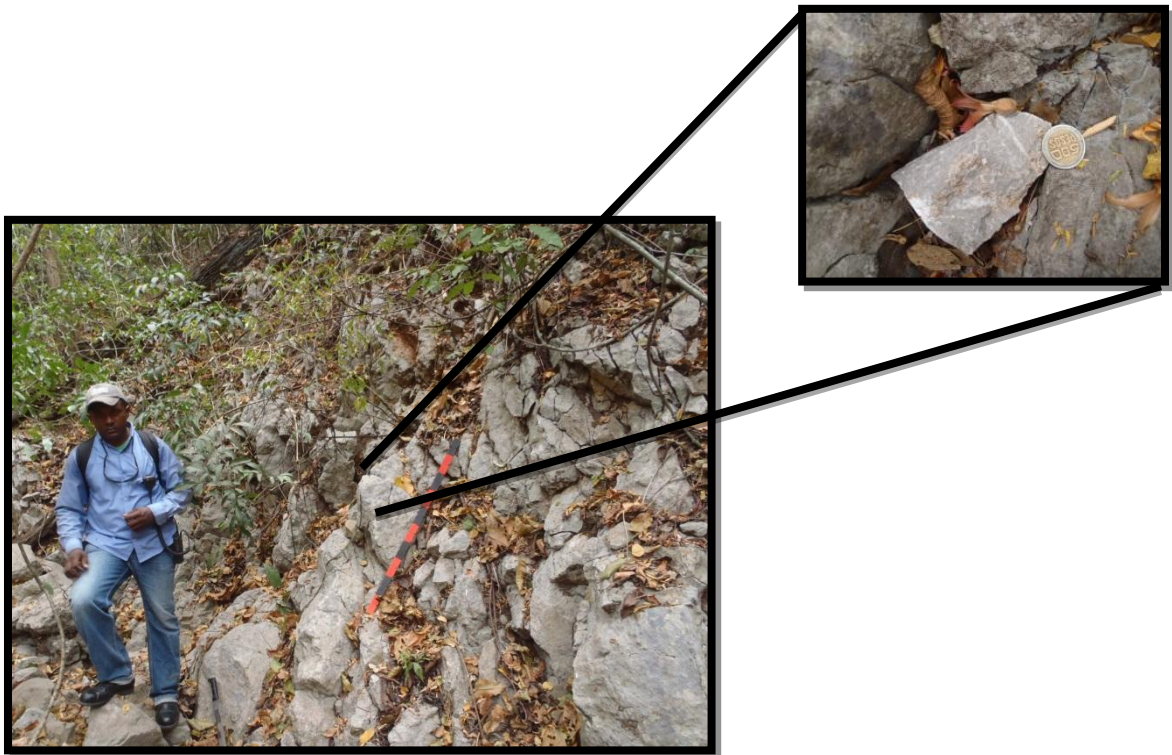
G. Cogollo, no presenta contenido fósil



Estación 23:		
X: 1161157	Y: 1716249	Z: 174 m

Observaciones: Sobre la quebrada se realizó este punto de observación donde se evidenció la misma roca caliza de la estación anterior, tipo Mudstone; con bajo contenido fósil y color grisáceo, esta roca se encuentra in-situ y como bloques rodados. La roca in-situ está muy fracturada, y cubierta en su parte superior. En este punto no se observa planos de estratificación que permita la toma de datos estructurales.

Foto 23: Afloramiento de caliza tipo Mudstone de color gris, roca muy fracturada, se observa recristalización en vetillas.



Estación 24:		
X: 1161070	Y: 1716559	Z: 145 m

Observaciones: Durante el regreso de la salida a campo, en la parte más baja de la quebrada, se evidencia la presencia de material aluvial de 80 cm aproximadamente, con gravas no esféricas, sub-angulares, con un mal calibrado.

Foto 24: Se observa un depósito aluvial, con mal calibrado, gravas angulares, no esféricas, con alto contenido de matriz.



Día 6

Objetivo: Identificar las unidades geológicas presentes en el área que se va a recorrer

Fecha: 05/02/13

Estación 25:		
X: 1163141	Y: 1717137	Z: 138 m

Observaciones: Punto al costado izquierdo de la quebrada, durante el ascenso al cerro encontramos con bloques rodados correspondientes a calizas tipo Mudstone de color gris. En la parte superior se encontró un escarpe que muestra un pequeño afloramiento muy meteorizado y fracturado, donde no se puede evidenciar fácilmente planos de estratificación que permitan la toma de datos estructurales.

Foto 25: Afloramiento muy meteorizado de roca caliza tipo Mudstone, color gris, no se observa contenido fósil.

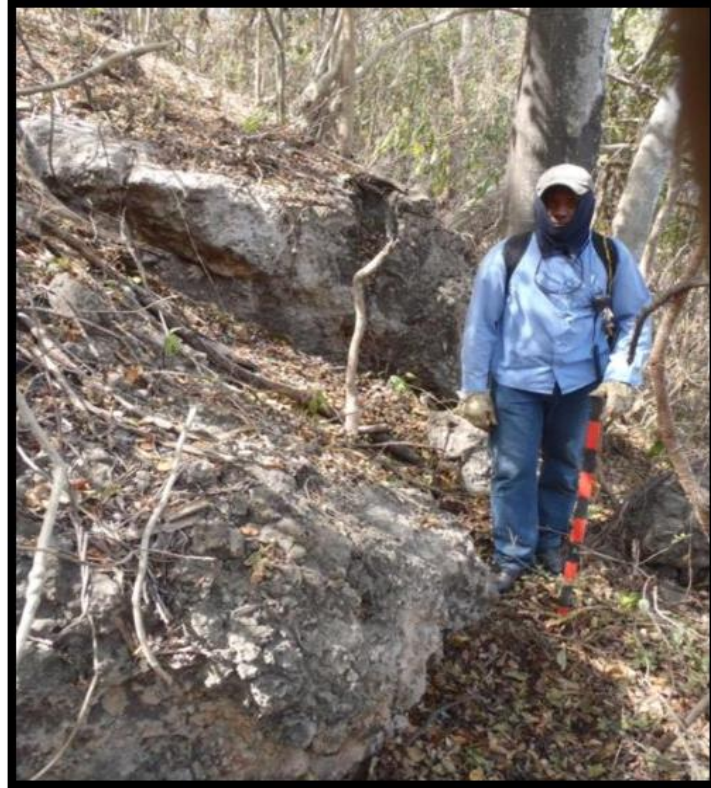
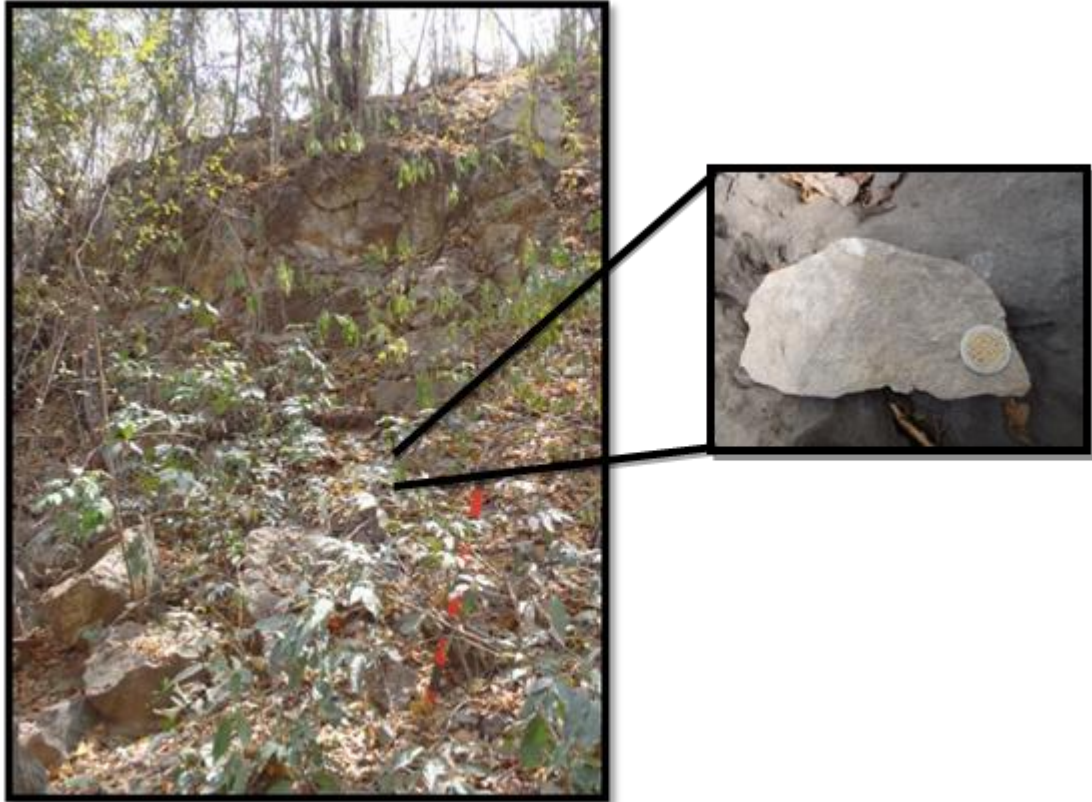


Foto 26: Se observa un escarpe del afloramiento que encontramos en la parte superior derecha de la quebrada, roca muy fracturada de color gris, no se observa contenido fósil.



Estación E'1: A 20 m de la estación anterior se logra observar roca in-situ, al costado derecho de la quebrada, en la parte inferior se encuentra gran cantidad de bloques rodados, que provienen del afloramiento de la parte superior. Roca in-situ muy fracturada, con grietas, no se logra evidenciar alguna estructura o plano de estratificación que permita reconocer la disposición de las capas, roca muy compacta presenta un color gris claro con bajo contenido de fósiles tipo Mudstone.

Foto 27: Afloramiento de roca caliza de color gris, tipo Mudstone, perteneciente al G. Cogollo. Roca muy compacta y sin presencia de contenido fósil.



Estación 26:		
X: 1162931	Y: 1716230	Z: 181 m

Observaciones: Se realiza punto de muestreo y toma de foto de bloques rodados para relacionar la litología con las rocas vistas en las estaciones anteriores, buscando algún cambio o variación de textura. La roca presente en este punto es de color gris oscuro producto del transporte y meteorización que ha sufrido, en la parte fresca de la roca se observa un color gris claro con bajo contenido de fósiles.

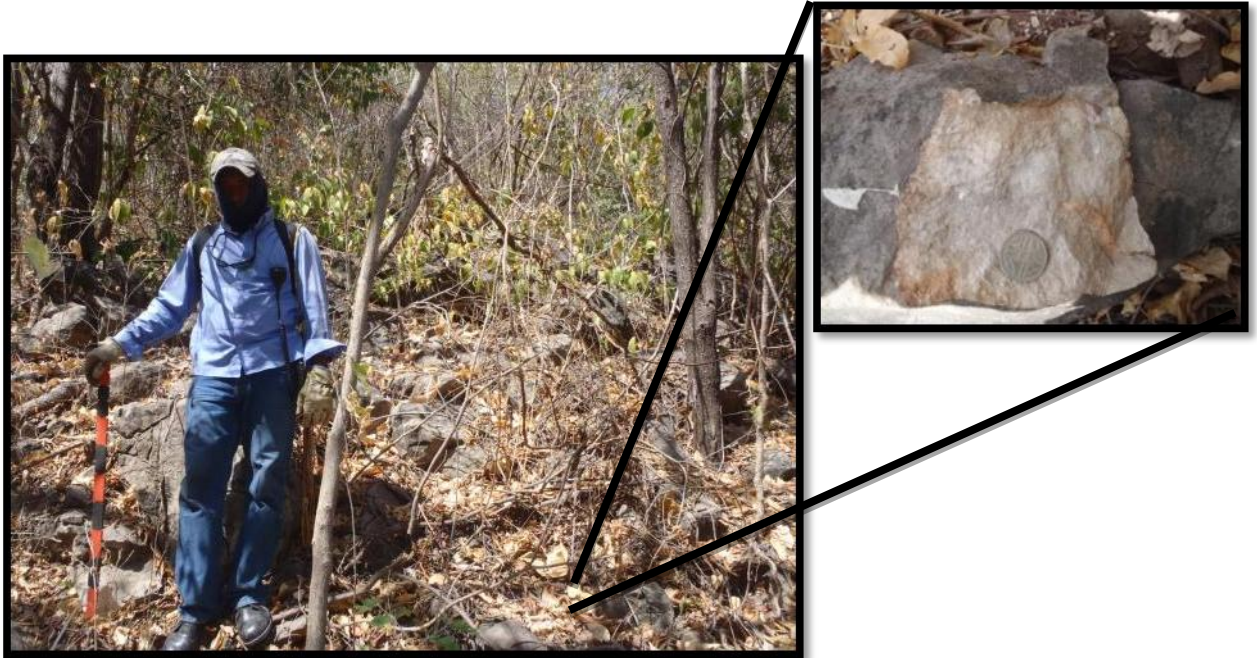
Foto 28: Bloques rodados de roca caliza, color gris claro con algunas alteraciones en textura y color de la roca fresca. Esta unidad pertenece al G. Cogollo.



Estación 27:		
X: 1162647	Y: 1716157	Z: 234 m

Observaciones: Bloques rodados de calizas, presentan un color gris oscuro en la parte externa, y en la parte fresca de la roca se observa un color gris claro, no se observa presencia de fósiles, la roca tiene una apariencia granular, pero esto se debe a la alteración que ha tenido la roca caliza.

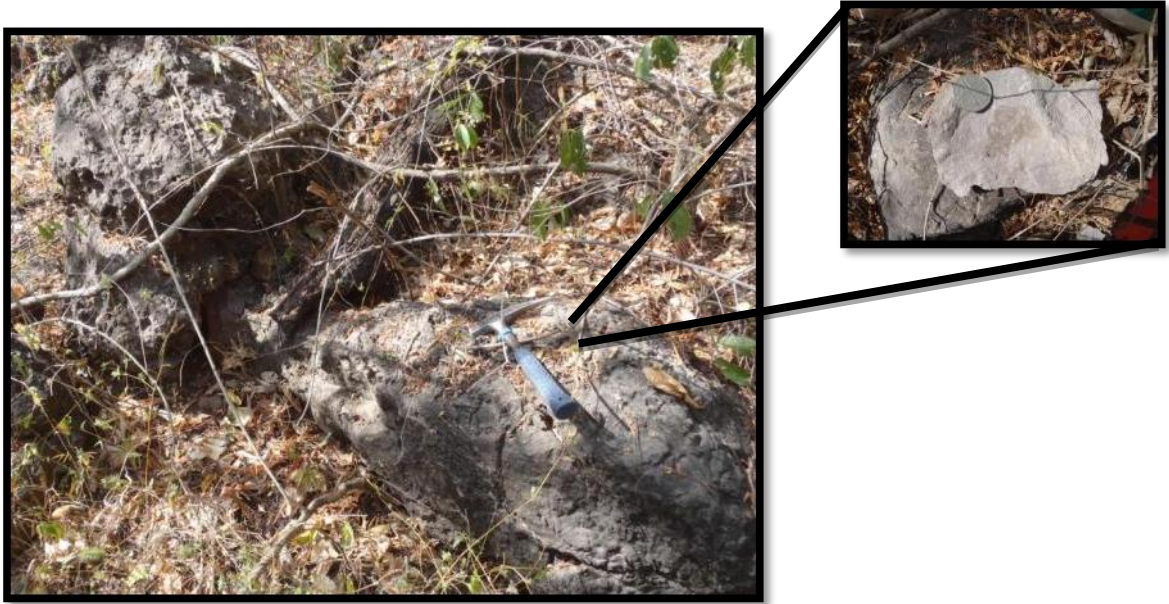
Foto 29: Bloque rodado de caliza tipo Mudstone, con alteración en la textura y color de la roca fresca, producto de agentes externos.



Estación 28:		
X: 1162400	Y: 1716009	Z: 306 m

Observaciones: En este punto es importante resaltar la presencia de bloques rodados de roca caliza con una coloración gris oscura, compacta, con mayor contenido de lodo calcáreo.

Foto 30: Roca caliza tipo Mudstone, de color gris oscura, textura fina, se observaban cristales de menor tamaño, sin contenido fósil.



Estación 29:		
X: 1161783	Y: 1715712	Z: 296 m

Observaciones: En este punto volvemos a observar bloques rodados con una coloración gris clara en su parte más fresca, bajo contenido de fósiles. Esta roca presenta una coloración amarillenta producto de la alteración de la roca fresca por agentes externos.

Foto 31: Roca caliza, tipo Mudstone, sin contenido fósil, perteneciente al G. Cogollo. Esta roca es muy compacta.



Estación 30:		
X: 1161138	Y: 1715770	Z: 241 m

Observaciones: Afloramiento de roca in-situ, muy fracturada y un poco cubierta, no se evidencia estratificación que permita la toma de datos estructurales. La roca caliza tipo Mudstone de color gris pertenece al G. Cogollo, esta no presenta contenido fósil.

Foto 32: Observamos un afloramiento de roca caliza, tipo Mudstone perteneciente al G. Cogollo, esta afloramiento se encuentra muy fracturado, no muestra una superficie de estratificación que permita la toma del buzamiento de la capa.



Día 7

Objetivo: Identificar las unidades geológicas presentes en el área que se va a recorrer

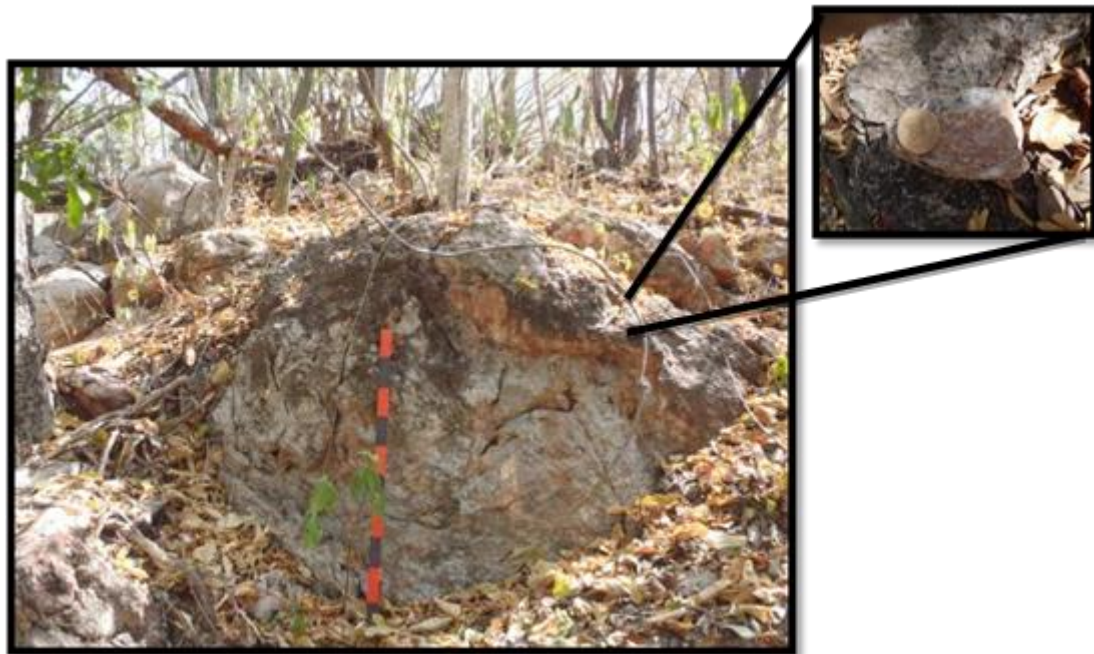
Fecha: 06/02/13

Estación 31:		
X: 1160935	Y: 1715018	Z: 182 m

Observaciones: En la parte superior del costado derecho de la quebrada, se observa un pequeño afloramiento muy meteorizado y fracturado, no presenta ningún plano de estratificación, la roca corresponde texturalmente a una Mudstone

con bajo contenido en fósiles. Se considera que este mismo tipo de roca corresponde con el afloramiento de la estación 1.

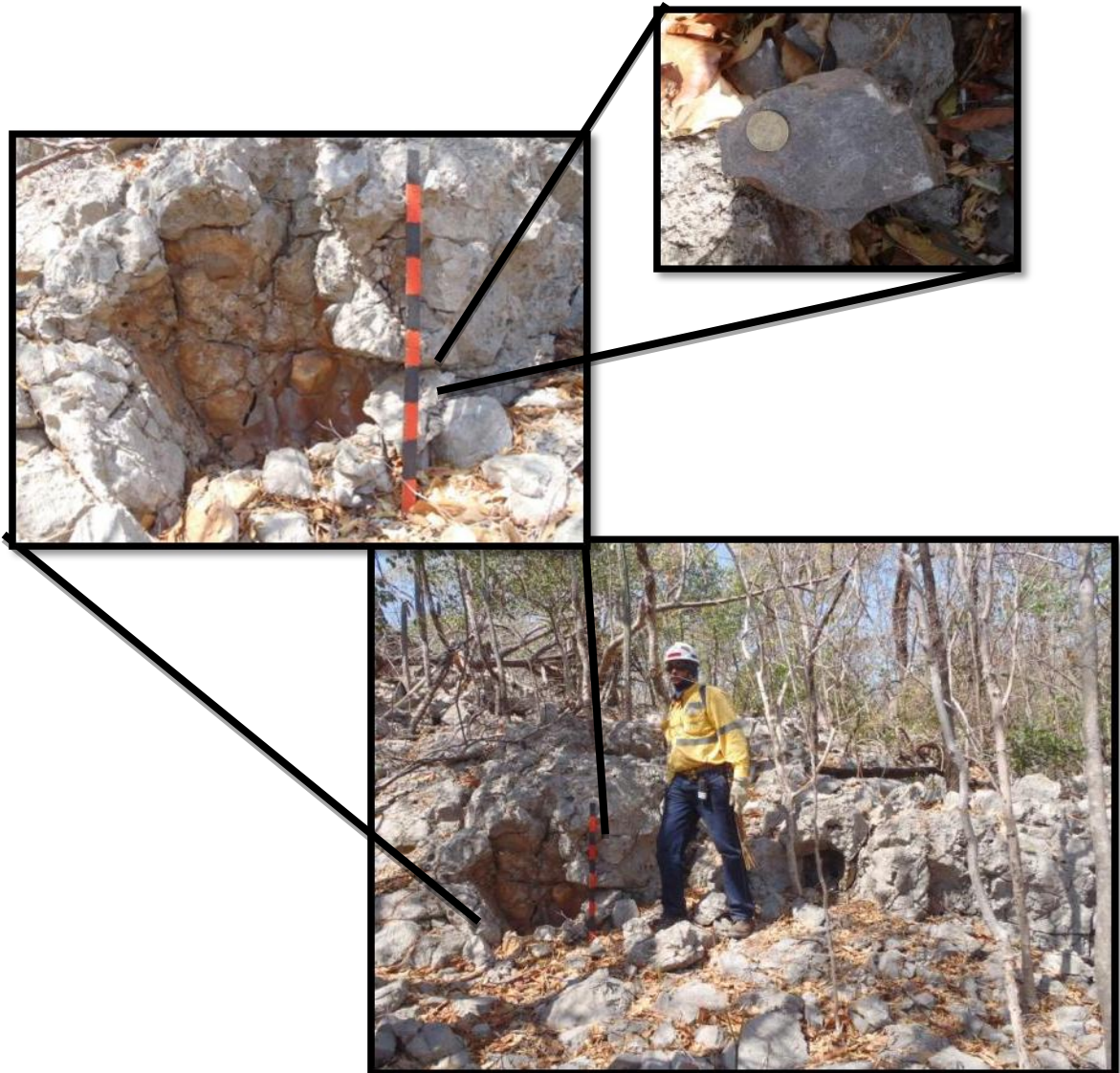
Foto 33: Pequeño afloramiento, similar a la roca de la estación 1, exponiendo roca caliza tipo Mudstone, pero más alterada debido a agente externo, presenta una coloración amarillenta.



Estación 32:		
X: 1160977	Y: 1715180	Z: 209 m

Observaciones: Se observa la roca caliza in-situ, tipo Mudstone, roca muy compacta de color gris y bajo contenido de fósiles. Presenta un alto grado de fracturamiento y en la parte inferior de este afloramiento encontramos coluviones de esta misma roca probablemente proveniente de la parte alta. Se pudo observar un posible plano de estratificación (no muy confiable) 15/18.

Foto 34: Roca caliza, tipo Mudstone con bajo contenido de fósiles, perteneciente al G. Cogollo, roca muy compacta.



Estación 33:		
X: 1161605	Y: 1715367	Z: 257 m

Observaciones: Bloques rodados de roca conglomeratica, perteneciente a la F. La Quinta, el suelo tiende a verse con una coloración rojiza dejando en evidencia que nos encontramos sobre dicha formación. Es importante resaltar que no se encontró

roca in-situ, y que el área se encuentra cubierta por vegetación.

Foto 35: Según la información recogida en este punto se puede observar en la foto **a** suelo rojizo que indica en campo la presencia de la F. La Quinta y en la foto **b** evidencia bloques rodados de roca conglomerática.



a.



b.

Estación 34:		
X: 1161776	Y: 1715303	Z: 237 m

Observaciones: Punto de control en el cual se sigue evidenciando la presencia de rodados conglomeráticos correspondientes a la F. La Quinta, así como una coloración rojiza en el suelo. No hay presencia de roca in-situ. Encontramos una zona cubierta por vegetación sin tanta maleza.

Estación 35:		
X: 1161794	Y: 1715293	Z: 234 m

Observaciones: En este punto sobre la Quebrada encontramos la presencia de rodados de caliza muy meteorizados debido al transporte y agentes externos, también se observa la presencia de bloques conglomeráticos pertenecientes a F. La Quinta. Por el tamaño de las rocas podemos agrupar estas como depósitos

coluvión.

Foto 36: Se observa un coluvión compuesto por bloques de calizas de hasta 30 cm de diámetro y algunos bloques de roca conglomeratica de menor tamaño.



Estación 36:		
X: 1161928	Y: 1715591	Z: 279 m

Observaciones: Al seguir subiendo por el cerro notamos que el suelo ya no tenía color rojizo, la vegetación varía y los bloques rodados de caliza tipo Mudstone de color gris un poco oscura, son un indicio de un cambio litológico. No se observaron bloques rodados de roca conglomeratica perteneciente a la F. La Quinta.

Foto 37: En la foto se observan bloques rodados de caliza tipo Mudstone, perteneciente a la F. La Quinta. Se nota además en la fotografía la variación de la vegetación con respecto a las estaciones anteriores en la que encontrábamos un suelo de color rojizo.



Estación 37:		
X: 1162008	Y: 1715357	Z: 236 m

Observaciones: En este punto observamos un suelo de color rojizo, con bloques de roca conglomeratica rodados pertenecientes a la formación La Quinta, así como bloques de calizas de color gris claro.

Foto 38: Se muestra la meteorización de la roca conglomerática (Fm. La Quinta), presentando una coloración verdosa debido a la acción del agua y la cobertura vegetal, que cubren la roca fresca.



Estación 38:		
X: 1162054	Y: 1714968	Z: 178 m

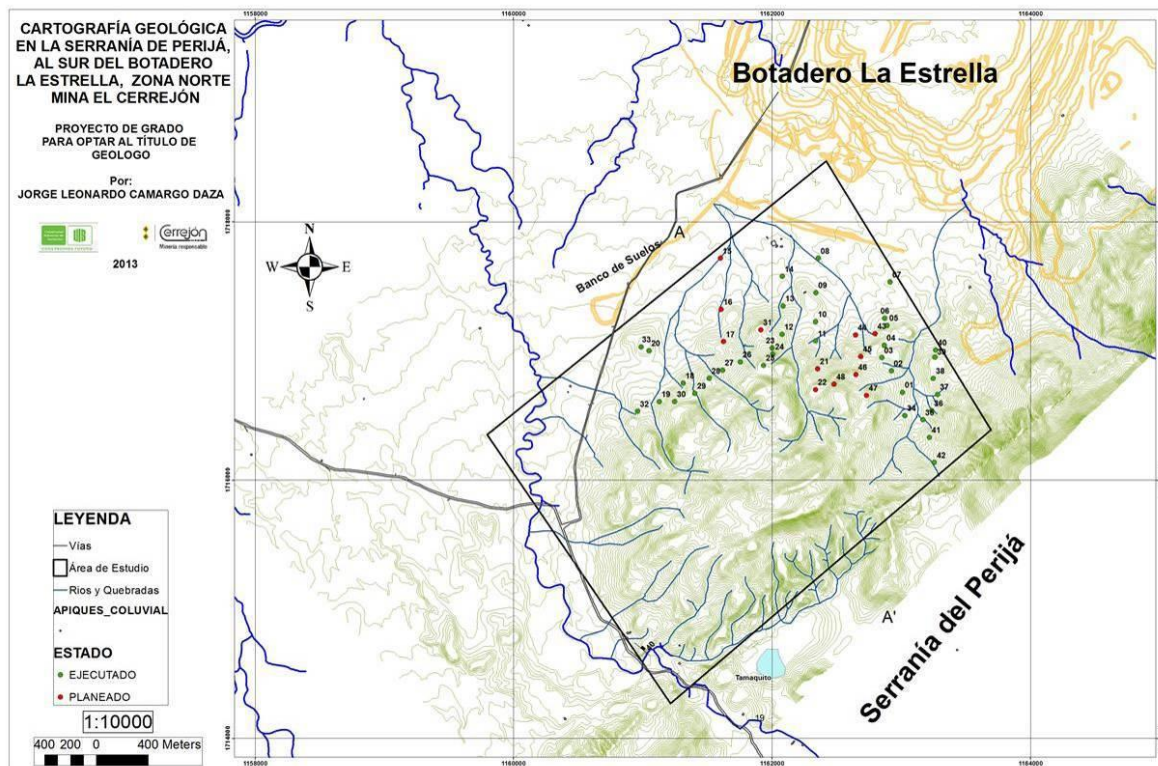
Observaciones: En este punto nos encontramos con un afloramiento de roca conglomerática perteneciente a la F. La Quinta de color rojizo.

Foto 39: Afloramiento de roca conglomeratica de la Fm. La Quinta, cubierto por suelo de color rojizo, la roca se observa muy fracturada.

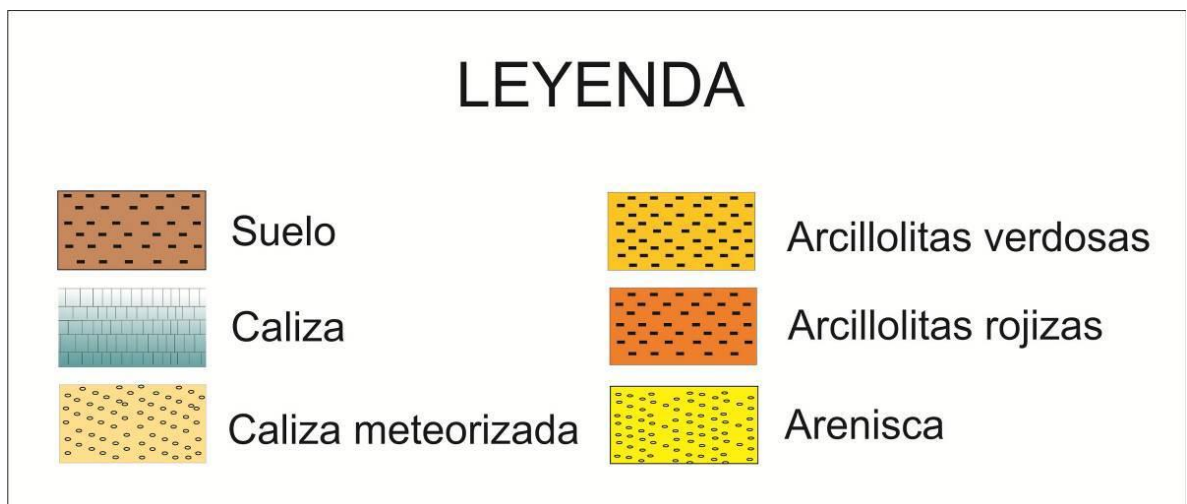


ANEXO G. MAPA CON APIQUES PROPUESTOS

Mapa de apiques para determinar el espesor del material coluvión observado superficialmente.



ANEXO H. DESCRIPCIÓN DE APIQUES





Apique_01

Prof: 4.0 m

X:1163007.321 Y:1716680.072

Escala: 1:20


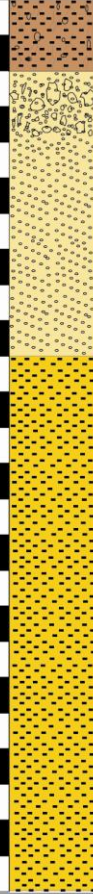
Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 1,7 m de espesor de material arenoso calcáreo de color blanco a crema, producto de la meteorización de la roca caliza que debido al alto fracturamiento y diaclasamiento forma gravas y bloques de caliza tipo Mudstone y Wackstone con tamaños hasta de 30 cm de diámetros. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta. (RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p> <p>Capa de 2 m de espesor de material fino correspondiente con arcillolita de color gris verdosa, intercaladas con capas de concreciones de color rojizo de 8 cm de espesor aproximadamente, con intercalaciones de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Por presentar vestigio de la roca parental se le llama Saprolito. (Saprolito Fino). Corresponde al horizonte C agronómico.</p>

Apique_02

Prof: 5.0 m

X:1162923.84 Y:1716847.032

Escala: 1:20



Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 40 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diametro. Segun la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizonte A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 1,6 m de espesor de material arenoso calcáreo de color blanco a crema. Hacia la parte alta de esta capa se observan gravas angulares de caliza tipo Mudstone con tamaños menores a 30 cm predominantemente, consituyendo un pequeño coluvion y debajo se encuentra la roca caliza tipo Mudstone y Wackstone formando el material arenoso de color blanco. Segun la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p> <p>Capa de 3 m de espesor material fino correspondiente con arcillolita de color gris verdosa, intercalada con capas de concreciones de color rojizo de 8 cm de espesor aproximadamente, con intercalaciones de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos. Segun la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Por presentar vestigio de la roca parental se le llama Saprolito. (Saprolito Fino). Corresponde al horizonte C agronómico.</p>

Apique_03

Prof: 1 m

X:1162848.186 Y:1716948.774

Escala: 1:20



Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces). Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 80 cm de espesor de caliza Mudstone y Wackstone, de color gris oscuro, muy fracturada y diaclasada que al partirse forma bloques de roca caliza angulares, con tamaños predominante entre 10-30 cm de diámetro. El contenido de matriz es menor al 20 % y corresponde con una matriz arcillosa de color marrón con boques de hasta 1 m de diámetro. En la muestra de mano se observaron cristales y venas de calcita con mucha recristalización. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera como Horizonte II Roca Débilmente Descompuesta, (RDD) con 100% de roca fresca pero con oxidación en la cara de las diaclasas, debido a que éstas están ligeramente abiertas y permiten el acceso al agua. Es decir que los bloques están algo sueltos.</p>

Apique_04

Prof: 3,3 m

X:1162866.447 Y:1717045.298

Escala: 1:20


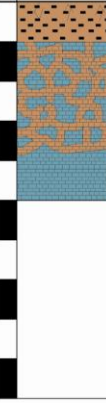
Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón oscuro con restos de material vegetal (raíces). Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 2.4 m de espesor de material areno-lodoso de color rojizo pardo, el cual está constituido por fragmentos líticos, óxido de hierro. Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Por presentar vestigio de la roca parental se le llama Saprolito. (Saprolito Fino). Corresponde al horizonte C agronómico.</p> <p>Capa de 60 cm de espesor de caliza tipo Mudstone muy fracturada, de color gris oscuro en la parte fresca y en la parte externa la roca alterada. Esta capa se puede ubicar según la clasificación en geotecnia para los suelos en un Horizonte II Roca Débilmente Descompuesta, (RDD) con 100% de roca fresca pero con oxidación en la cara de las diaclasas, debido a que éstas están ligeramente abiertas y permiten el acceso al agua. Es decir que los bloques están algo sueltos.</p>

Apique_05

Prof: 1 m

X:1162889.926 Y:1717199.215

Escala: 1:20

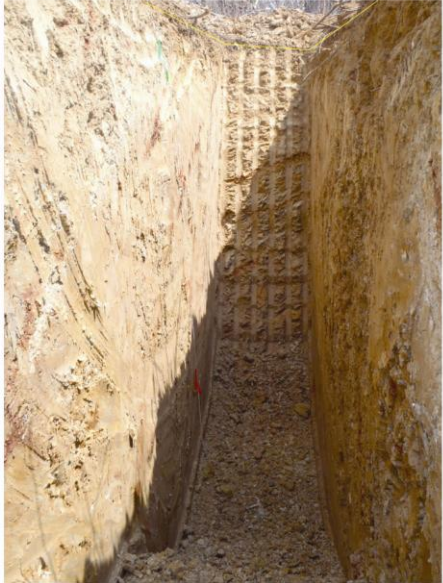

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 60 cm de espesor de caliza Mudstone y Wackstone, de color gris oscuro, muy fracturada, angulares a sub-angulares, con tamaños predominante entre 10-30 cm de diámetro. El contenido de matriz es menor al 50 % y corresponde con una matriz arcillosa de color marrón. En algunos bloques de caliza se aprecia, el material calcareo con textura arenosa y color crema, producto de la meteorización que ha sufrido la caliza por acción del agua. En este apique se han encontrado bloques de hasta 1,5 m de diámetro. En la muestra de mano se observaron cristales y venas de calcita con mucha recristalización. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera como Horizonte II Roca Débilmente Descompuesta, (RDD) con 100% de roca fresca pero con oxidación en la cara de las diaclasas, debido a que éstas están ligeramente abiertas y permiten el acceso al agua. Es decir que los bloques están algo sueltos.</p>

Apique_06

Prof: 4,8 m

X:1162869.306 Y:1717253.818

Escala: 1:20



Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces). Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 4,6 m de espesor de material fino correspondiente con arcillolita de color gris verdoso, moderadamente meteorizada, estas arcillolitas se encuentran intercaladas con capas de concreciones de color rojizo de 7 cm de espesor aproximadamente no continuas, con intercalaciones de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera de Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. RMD) Con alto porcentaje de rocas (boques algo entabados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques). Se observa la presencia de cristales de Yeso, encima de las capas de las concreciones rojizas.</p>

Apique_07

Prof: 5,0 m

X:1162911.735 Y:1717534.909



Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p> Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces). Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos. </p> <p> Capa de 1,10 m de espesor de aluvial con gravas de caliza Mudstone con tamaños menores a 15 cm de diámetro, predominantemente sub-angulares a sub-redondeadas, dentro de un 60 % de matriz arcillosa de color marrón. </p> <p> Capa de 2 m de espesor de arcillolita de color café amarillento, muy meteorizado. No presenta estatificación. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Por presentar vestigio de la roca parental se le llama Saprolito. (Saprolito Fino). Corresponde al horizonte C agronómico. </p> <p> Capa de 1,60 m de espesor de caliza Mudstone, muy fracturada y diaclasada, de color gris oscuro en la parte fresca y color crema en su parte externa, producto de la meteorización concéntrica que sufre la roca, debido al paso del agua que altera la caliza. Este tipo de meteorización de la roca caliza origina una matriz calcarea de textura arenosa y color blanco a crema. Esta capa se puede ubicar según la clasificación en geotecnia para los suelos en un Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. (RMD) Con alto porcentaje de rocas (bloques algo entabados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques). </p>

Apique_08

Prof: 2,6 m
 X:1162356.99
 Escala: 1:20



Y:1717719.373

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 15 cm de espesor con gravas de caliza tipo Mudstone sub-redondeadas a sub-angulares.</p> <p>Capa de 2,15 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa, moderadamente meteorizada, estas arcillolitas se encuentran intercaladas por capas de concreciones de color rojiza de 7 cm de espesor aproximadamente no continuas, con intercalaciones de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera de Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. RMD) Con alto porcentaje de rocas, y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques). Se observa la presencia de cristales de Yeso, encima de las capas de las concreciones rojizas. Se observa una pequeña cuña de aprox. 40 cm con alto contenido de gravas sub-angulares a sub-redondeadas, con tamaños de gravas hasta 15 cm de diámetro, presentando un calibrado moderado.</p>

Apique_09


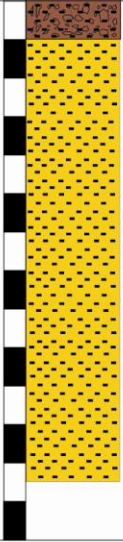
Prof: 2,7 m
 X:1162338.811
 Escala: 1:20

Y:1717453.509

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 30 cm de espesor, compuesta de gravas de tamaños menores a 30 cm de diámetro, con alto contenido de matriz arcillosa color marrón.</p> <p>Capa de 2,2 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa, moderadamente meteorizada, estas arcillolitas se encuentran intercaladas por capas de concreciones de color rojiza de 5 cm de espesor aproximadamente no continuas, con intercalaciones de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera de Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. RMD) Con alto porcentaje de rocas (bloques algo entrelazados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques). Se observa la presencia de cristales de Yeso, encima de las capas de las concreciones rojizas.</p>


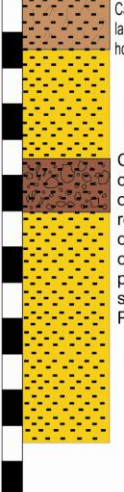
Apique_10

Prof: 2,5 m
 X:1162336.539 Y:1717228.547
 Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diametro. Segun la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizonte A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 2.3 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa, muy mteorizada, no se observan claramente las capas de concreciones de color rojizo. En el apique existe la presencia de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos liticos. Segun la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>

Apique_11

Prof: 2,5 m
 X:1162336.539 Y:1717078.572
 Escala: 1:20


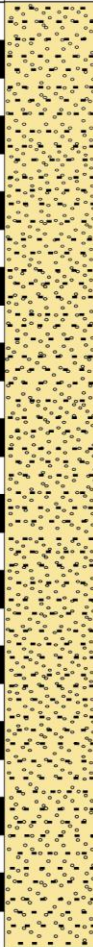
Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces). Segun la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizonte A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 1.9 m de espesor de un material fino correspondiente con arcillolita de color gris verdosa, muy meteorizada, no se observan claramente las capas de concreciones de color rojizo. Intercalada por una capa de 30 cm de espesor de gravas de caliza perteneciente al G.Cogollo, con matriz arcillosa de color marrón, con tamaños predominantemente menores de 10 cm, sub-angulares principalmente. Segun la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD). Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>

Apique_12

Prof: 5.0 m

X:1162075.22 Y:1717130.836

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 5 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color amarillenta a café, muy meteorizada, no se observa claramente la presencia de capas de concreciones de color rojizo.</p> <p>Por presentar vestigio de la roca parental (Sapofito Fino) esta capa se clasifica en Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Corresponde al horizonte C agronómico. Se puede apreciar el material arenoso calcáreo de color crema producto de la meteorización de la roca y bloques de caliza que han sido alterado por la acción del agua que se desplaza por los planos de fractura y diaclasa.</p>

Apique_13

Prof: 4,7 m

X:1162084.309 Y:1717348.981

Escala: 1:20



Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro, angulares a subangulares. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 4.4 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color crema-amarillenta y gris verdosa, estas arcillolitas se encuentran intercaladas con capas de concreciones de color rojizo muy meteorizada, con presencia de pequeños cristales de Yeso. En algunos sectores del apique se pudo apreciar un material arenoso de coloración blanca. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmentos de roca.</p>

Apique_14

Prof: 3,6 m

X:1162079.764 Y:1717578.488

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 10 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces). Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 3,4 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa, poco meteorizada, se observa una intercalación con capas de concreciones rojizas afectadas por fallas menores. En este apique se hizo posible la toma de dato estructural observando capas con una dirección de 327/54. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera del Horizonte II Roca Débilmente Descompuesta, (RDD) con 100% de roca fresca pero con oxidación en la cara de las diaclasas, debido a que éstas están ligeramente abiertas y permiten el acceso al agua. Es decir que los bloques están algo sueltos.</p>



Apique_18

Prof: 4,5 m

X:1161310.958

Y:1716752.565

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diametro. Segun la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizonte A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 4.2 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita amarillenta, muy meteorizadas, presenta capas de arena fina a media de color crema con contenido de fragmentos líticos y cristales pequeños de Yeso. Segun la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>


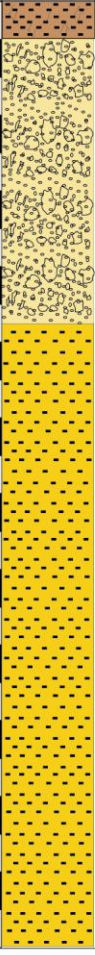
Apique_19

Prof: 4,3 m

X:1161125.834

Y:1716608.849

Escala: 1:20



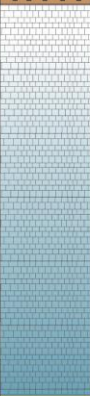
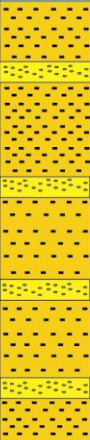
Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diametro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 1,5 m de espesor de coluvion, constituido con un 50% de matriz arcillosa de color amarillo y gravas de caliza tipo wackstone presentan tamaños principalmente entre 10-30 cm de diametro, angulares a sub-angulares.</p> <p>Capa de 2,6 m de espesor de arcillolitas de color gris verdoso, con alta meteorización. Estas arcillolitas se encuentran intercaladas con concreciones de color rojizo, las cuales han sido afectadas por fallas menores y presentan capas de pequeños cristales de Yeso. Debido a la alteración que ha sufrido la arcilla, hacia la base se observa la arcilla de color marrón oscuro (Lutita marrón oscuro). Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>

Apique_20

Prof: 4,8 m

X:1161045.45 Y:1717003.458

Escala: 1:20



Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p>
		<p>Capa de 1,10 m de caliza, muy meteorizada, con matriz de textura arenosa de color blanco, producto de la disolución que ha sufrido esta roca. Se puede observar además que la roca se fractura con facilidad formando planos de diaclasa, y exponiendo bloques de caliza angulares. Esta capa se puede ubicar según la clasificación en geotecnia para los suelos en un Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. (RMD) Con alto porcentaje de rocas (bloques algo entrabados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra a los bloques).</p>
		<p>Capa de 2,40 m de espesor de material arcilloarenoso de color amarillo muy meteorizado, con capas intercaladas de arena de color crema con alto contenido en fragmentos líticos, y con presencia de capas con concreciones rojizas. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta. (RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmentos de roca.</p>

Apique_23

Prof: 5.0 m

X:1161998.776 Y:1717025.044

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>20 cm de suelo color pardo rojizo, con material gravoso perteneciente a la F. La Quinta. Esta capa presenta restos de material vegetal.</p> <p>Material arenoso calcáreo de color blanco a crema. Este material es el producto de la meteorización de la caliza, debido a la acción del agua. Por presentar vestigio de la roca parental (Saprolito Fino) esta capa se clasifica en Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Corresponde al horizonte C agronómico.</p> <p>Se encontró un material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>



Apique_24

Prof: 3,0 m

X:1162005.126

Y:1716976.361

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces). Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 2,7 m de espesor de caliza Mudstone y Wackstone, de color gris oscuro, muy fracturada y diaclasada, formando bloques tamaño gravas de 10-30 cm de diámetro y bloques hasta de 1 m de diámetro, angulares a sub-angulares. Algunas muestras de este apique dejan en evidencia un alto vetilleo y alta recristalización de la caliza. Estas rocas se encuentran rodeadas por una matriz arenosa calcarea de color blanco a crema, producto de la meteorización de la caliza desde la parte mas externa hacia el interior de la roca. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera como Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. (RMD) Con alto porcentaje de rocas (boques algo entrabados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques).</p>


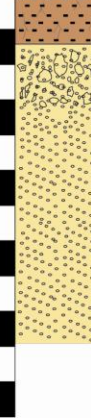
Apique_25

Prof: 3,4 m

X:1161933.025

Y:1716889.565

Escala: 1:20



Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 40 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 3 m de espesor de material arenoso calcáreo de color blanco a crema, producto de la alteración de la roca caliza Mudstone, con gravas con tamaños entre 10-30 cm y bloques hasta de 1 m de diámetro. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>

Apique_26

Prof: 3,8 m

X:1161755.871 Y:1716937.173

Escala: 1:20


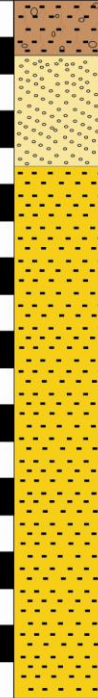
Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo color marrón, con presencia de restos material vegetal y gravas de caliza sub-angulares.</p> <p>Capa de 60 cm de espesor de coluvión con bloques tamaño grava, color gris oscuro, sub-redondeada a sub-angular, con matriz arcillosa color marrón.</p> <p>Capa de 70 cm de espesor de material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa. Se observa una variación en el tamaño de los granos de arcillas a arenas muy finas.</p> <p>Capa de 2,3 m de espesor de coluvión, constituido por gravas de caliza de color gris oscuro, con tamaños predominantemente menores a 30 cm de diámetro. Este material gravoso se encuentra inmerso en una matriz arcillosa de color marrón.</p>

Apique_27

Prof: 3,8 m



X:1161626.242 Y:1716851.477

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 60 cm de espesor de material arenoso calcáreo de color blanco a crema, producto de la alteración de la roca caliza tipo Mudstone y Wackstone que se encuentra muy fracturada dando origen a bloques tamaño gravas hasta de 20 cm de diámetros. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta. (RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p> <p>Capa de 2,9 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcillolita de color gris verdosa, muy meteorizada, no se observan claramente las capas de concreciones de color rojiza. En el apique existe la presencia de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos y presencia de cristales pequeños de Yeso. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta. (RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>



Apique_28

Prof: 1,5 m
 X:1161492.757 Y:1716747.748
 Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 10 cm de espesor de suelo color marrón, con contenido material gravoso y presencia de restos de material vegetal.</p> <p>Capa de 1,4 m de espesor, en el cual se observa la roca insitu, muy fracturada, formando bloques de caliza de color oscura hasta de 80 cm de diámetro. Esta roca se encuentra muy fracturada, formando matriz arcillosa de color marrón, y un material calcáreo de textura arenosa y color crema, este ultimo, producto de la meteorización que ha sufrido la caliza por acción del agua. el contenido de matriz en este apique es menor al 20 %. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera como Horizonte II Roca Débilmente Descompuesta, (RDD) con 100% de roca fresca pero con oxidación en la cara de las diaclasas, debido a que éstas están ligeramente abiertas y permiten el acceso al agua. Es decir que los bloques están algo sueltos.</p>

Apique_29

Prof: 3,5 m
 X:1161331.767 Y:1716624.392
 Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 1,2 m de espesor de material arenoso calcáreo de color blanco a crema, producto de la alteración de la roca caliza tipo Mudstone y Wackstone que se encuentra muy fracturada dando origen a bloques tamaño gravas hasta de 30 cm de diámetros. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p> <p>Capa de 2 m de espesor de un material fino correspondiente con una arcilloлита de color gris verdosa, muy meteorizada, estas arcilloлитas se encuentran intercaladas con capas de concreciones de color rojizo de 8 cm de espesor aproximadamente, con intercalaciones de lentes de arena fina a muy fina de color crema con contenido de fragmentos líticos. Hacia el techo en contacto con el horizonte de meteorización de la caliza. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte V Roca Completamente Descompuesta. (RCD) Con nuevos minerales pero con vestigios de la estructura heredada. Por presentar vestigio de la roca parental se le llama Saprolito. (Saprolito Fino). Corresponde al horizonte C agronómico.</p>


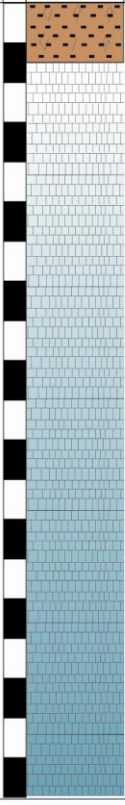
Apique_30

Prof: 4,0 m

X:1161183.857

Y:1716567.844

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 23 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diametro. Segun la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizonte A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 3,7 m de espesor, se observa hacia el tope la caliza muy meteorizada, con una matriz calcarea de textura arenosa y color blanco a crema. Debido al alto fracturamiento se encuentran gravas de caliza con tamaños entre 10-30 cm principalmente. Hacia la base se observa la roca muy fracturada y diaclasada, predominando la diaclasa con dirección 282/39. Esta capa se puede ubicar segun la clasificación en geotecnia para los suelos en un Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. RMD) Con alto porcentaje de rocas (bloques algo entabados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques).</p>

Apique_32

Prof: 4,0 m

X:1160960.196

Y:1716533.338

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 20 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 80 cm de espesor de material arenoso calcáreo de color blanco a crema, producto de la alteración de la roca caliza. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta. (RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p> <p>Capa de 3 m de espesor de un material fino correspondiente con arcillolita gris verdosa, moderadamente meteorizada, se encuentra intercalada con capas de concreciones de color rojizo. Presenta capas de arena fina a media de color crema con contenido de fragmentos líticos y cristales pequeños de Yeso. Se pudo realizar la toma de datos estructurales, de 165/45. Según la clasificación para los suelos esta capa se considera Horizonte IV Roca Altamente Descompuesta.(RAD) Parcialmente contiene minerales producto de la descomposición, saprolito (S. Grueso) y pequeños fragmento de roca.</p>

Apique_33

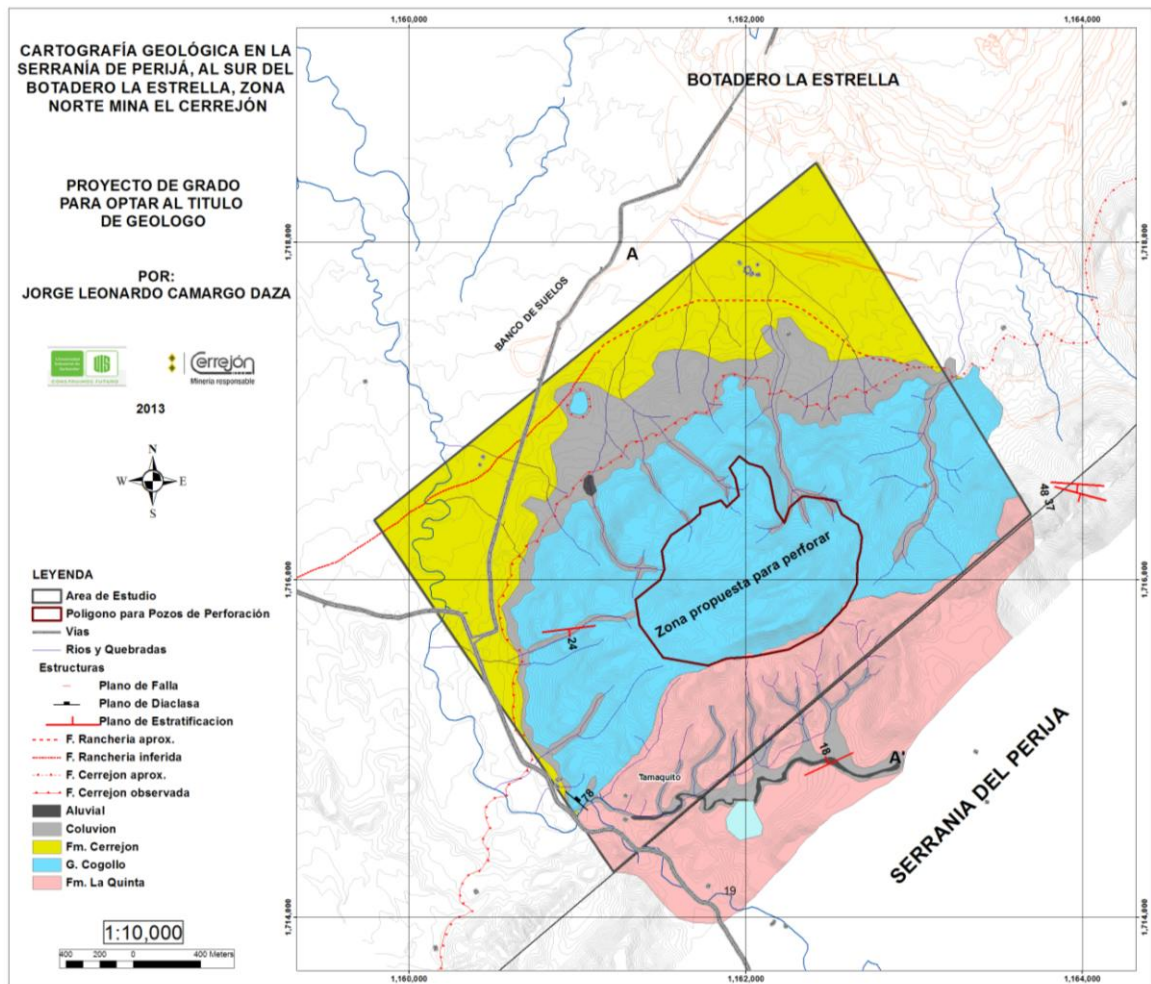
Prof: 5,0 m

X:1160986.99 Y:1717032.688

Escala: 1:20

Foto de Apique	Columna	Descripciones
		<p>Capa de 30 cm de espesor de suelo arcilloso, color marrón con restos de material vegetal (raíces) y gravas de caliza Mudstone con tamaños hasta 10 cm de diámetro. Según la clasificación de los suelos residuales, esta capa se clasifica como Horizonte VI Suelo. Corresponde a los horizontes A y B agronómicos.</p> <p>Capa de 4,7 m de espesor, de caliza muy fracturada y diaclasada, hacia la base la roca presenta color gris oscuro en su parte fresca y color crema en su parte externa, producto de la meteorización concéntrica que sufre la roca, debido al paso del agua que altera la caliza. Este tipo de meteorización de la roca caliza origina hacia el techo una matriz calcarea de textura arenosa y color blanco a crema. Debido al alto fracturamiento se encuentran gravas de caliza con tamaños entre 10-30 cm principalmente. Esta capa se puede ubicar según la clasificación en geotecnia para los suelos en un Horizonte III Roca Moderadamente Descompuesta. RMD) Con alto porcentaje de rocas (bloques algo entabados mecánicamente), y algo de saprolito (Meteorización penetra algo los bloques).</p>

ANEXO I. POLÍGONO PARA LOS POZOS DE PERFORACIÓN



Corresponde con el área óptima para la perforación, teniendo en cuenta que el polígono encierra la roca insitu, menos afectada por el control estructural que ejerce la F. Cerrejón, sobres las rocas cartografiadas. Mediante estos pozos de perforación se puede extraer datos de buzamientos, densidad de diaclasamiento y el grado de fracturamiento claves para el diseño de una cantera.