

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

**Cartografía Geológica En La Cantera Centro Minero Coohornical En El Municipio
De Distracción, La Guajira, Colombia**



Autor

María Victoria Mendoza Carrillo

Programa de Geología

Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona

Director Académico

Ilich Sebastián Villamizar

Director Empresarial

Henry Alejandro Medina De Luque

2022

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

**Cartografía Geológica En La Cantera Centro Minero Coohornical En El Municipio De
Distracción, La Guajira, Colombia**

Trabajo de grado, modalidad Práctica Empresarial

presentado como requisito para optar al título de

GEÓLOGO

Programa de Geología

Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona

Director Académico

Ilich Sebastián Villamizar Solano

Geólogo

Director Empresarial

Henry Alejandro Medina De Luque

2022

Agradecimientos

A Dios gracias que en todo momento ha direccionado mi vida y su plan siempre ha sido bueno conmigo. A mis padres, Víctor y María por siempre apoyarme y guiarme en mis sueños, orgullosa de que estén a mi lado en este momento tan importante, gracias por impulsarme siempre. A mis hermanas y tías que con su apoyo han sido mi pilar para lograr conquistar mis metas, su amor y compromiso me enseñaron mucho.

A todos los profesores, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable a través de toda la carrera, por su paciencia, dedicación y perseverancia, así mismo a mis directores por su colaboración y guía durante el proceso. A la Corporación autónoma regional de La Guajira por brindarme el apoyo y espacio de realizar las prácticas empresariales en su sede territorial del Sur, y finalmente a mis amigos de carrera que me acompañaron desde el primer semestre.

1. Resumen

El presente proyecto modalidad practica empresarial ha sido elaborado con apoyo de la entidad CorpoGuajira desde la dirección territorial del sur en el departamento de La Guajira, se han avalado propuestas que se encuentran enfocadas en ampliar y fortalecer la cartografía geológica del departamento, por consiguiente el enfoque principal de este proyecto es el reconocimiento de las unidades geológicas presentes en el área identificada como ARE N.º TJO-17401 delimitada y definida por la Agencia Nacional de Minería el cual comprende el centro minero Coohornical localizado en el corregimiento de Hornitos, municipio de Distracción, para lo cual se llevó a cabo la recopilación, análisis bibliográfico y posteriormente el uso de esta información recopilada en las etapas de campo y Pre-campo, se generó la cartografía geológica para plasmar la información obtenida en un mapa a escala 1:2.500 por medio del Software ArcGIS, para la cartografía base se tomó de la plancha 21IC a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), integrando la información adquirida en campo, de igual manera el uso de procesos geoespaciales e interpretación mediante imágenes de sensores remotos.

Con base en lo anterior se identificaron las siguientes unidades, Unidad Riolita de Golero (Jg) que corresponde a una sucesión de rocas volcánicas de composición ácida, la Unidad de gran interés en la zona Calizas y Shales Cretácicos indiferenciados (Kcsi) y Depósitos Cuaternarios aluviales (Qal) litológicamente en términos generales estos depósitos se componen de fragmentos de rocas sedimentarias provenientes de la meteorización de las rocas Calizas presentes en el área de estudio.

Palabras Clave: Cartografía, Minería, Caliza, ARE, Desarrollo.

1. Abstract

This business practice project has been developed with the support of the CorpoGuajira entity from the southern territorial direction in the department of La Guajira, proposals have been endorsed that are focused on expanding and strengthening the geological mapping of the department, therefore the main focus of this project is the recognition of geological units present in the area identified as ARE No. TJO-17401 delimited and defined by the National Mining Agency which includes the Coohornical mining center located in the township of Hornitos, municipality of Distracción, for which the main focus of this project is the recognition of the geological units present in the area identified as ARE. ° TJO-17401 delimited and defined by the National Mining Agency, which includes the Coohornical mining center located in the village of Hornitos, municipality of Distracción, for which was carried out the collection, bibliographic analysis and then the use of this information collected in the field and pre-field stages, the geological mapping was generated to capture the information obtained on a map at a scale of 1:2. 500 by means of ArcGIS software, for the base cartography was taken from the 21IC plate at scale 1:25,000 of the Instituto Geografico Agustín Codazzi (IGAC), integrating the information acquired in the field, as well as the use of geospatial processes and interpretation by means of remote sensor images. Based on the above, the following units were identified: Golero Rhyolite Unit (Jg), which corresponds to a succession of volcanic rocks of acidic composition, the Unit of great interest in the area, undifferentiated Cretaceous Limestones and Shales (Kcsi) and Quaternary Alluvial Deposits (Qal), lithologically speaking, these deposits are composed of fragments of sedimentary rocks from the weathering of limestone rocks present in the study area.

Keywords: Cartography, Mining, Limestone, ARE, Development.

Tabla de Contenido

1.	Resumen.....	4
1.	Abstract	5
2.	Introducción	10
4.	Objetivos	11
4.1.	Objetivo General.....	11
4.2.	Objetivos Específicos	11
5.	Marco de Referencia	12
5.1.	Localización.....	12
6.	Marco Geológico	2
6.1.	Geología Regional	2
6.2.	Geología Local	3
6.2.1.	La Unidad Riolita de Golero (Jg).....	3
6.2.2.	Unidad Calizas y Shales Cretácicos Indiferenciados (Kcsi)	4
6.2.3.	Depósitos Cuaternarios de Cauce Aluvial (Qal)	5
6.3.	Geología Estructural	5
7.	Marco Teórico.....	7
8.	Metodología	9
8.1.	Revisión de literatura y análisis bibliográfica	9
8.2.	Pre-campo e interpretación geológica	10
8.2.1.	Mapa topográfico	10

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

8.3.	Etapa de campo.....	10
8.3.1.	Recopilación de datos	11
8.3.2.	Identificación de los recursos ambientales presentes.....	11
8.4.	Elaboración de informe final	11
9.	Resultados	12
9.1.	Unidades Geológicas Definidas.....	12
9.1.1.	Unidad Riolita de Golero (Jg)	12
9.1.2.	Unidad Calizas y Shales Cretácicos Indiferenciados (Kcsi).....	18
9.1.3.	Depósitos Cuaternarios de Cauce Aluvial (Qal)	21
9.2.	Identificación De Los Recursos Ambientales Presentes.....	25
9.2.1.	Recurso Suelo	25
9.2.2.	Recurso Forestal.....	26
9.2.3.	Recurso Hídrico	27
9.2.4.	Recurso Aire	28
10.	Conclusiones	30
11.	Recomendaciones	32
	Bibliografía	33
12.	Apéndice	36
	Apéndice A. Mapa Geológico de la Cantera Centro Minero Coohornical en el Municipio de Distracción.....	36

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

Apéndice B. Mapa de Localización del área de estudio	36
Apéndice C. Columna estratigráfica	36
Índice de Figuras	
Figura 1: localización del área de estudio, municipio de distracción, la guajira.	13
Figura 2. Forma del polígono propuesto para el área ARE Los Hornitos.	14
Figura 3: Mapa estructural regional del departamento de la guajira.	6
Figura 6: Afloramiento de la estación 12 compuesto por material ígneo rojizo en contacto con material sedimentario calcáreo café altamente meteorizado.	15
Figura 7: Afloramiento que exhibe una inconformidad entre cuerpo de Riolita y capa mediana de mudstone micrítica, correspondiente a la estación 16.	16
Figura 8: Material ígneo y sedimentario en contacto discordante.....	17
Figura 10: Sucesión de capas de mudstone grisáceas, a detalle minerales de oxido en la roca.....	20
Figura 11: afloramientos de calizas grisáceas, a) mudstone con fragmentos calcoarenosos. B) Wackstone con fósiles de bivalvos.....	21
Figura 12: Depósitos aluviales alrededor de la zona drenaje ay. Agua blanca	22
Figura 13: a) panorámica de topografía suave de los depósitos cuaternarios ubicados en el sw. B) sedimentos y gravas de fragmentos de calizas.	23
Figura 14. Columna estratigráfica del área de estudio.....	24
Figura 15: contaminación del suelo por el vertimiento de aceites e hidrocarburos derivados de mantenimiento de maquinaria pesada.....	26

Figura 16: Perdida de la cobertura vegetal producto de las actividades de extracción de material rocoso.....	27
Figura 17: Pozo subterráneo construido para el aprovechamiento de aguas.	28
Figura 18: Planta de trituración materiales pétreos.	29
Figura 19: Pulverizador y humectador de minerales instalado en el centro minero.....	29

2. Introducción

El presente informe compone la elaboración de las actividades que se llevaron a cabo durante el desarrollo del proyecto, constituye especialmente la ejecución y presentación mapa geológico del área de reserva especial del municipio de Distracción en el departamento de La Guajira. En el municipio de Distracción, se ha llevado a cabo por más de seis generaciones la extracción de manera artesanal de roca Caliza (López, 2016), este proceso al no ejecutarse legalmente tuvo que ser suspendido en el año 2000 por la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira) y posteriormente, en el año 2002, inicia el proceso de legalización minera del sector, conllevando a la creación de la empresa denominada Centro Minero Coohornical que se ubica en el área de reserva especial (ARE) No. TJO-17401.

Con el fin de formalizar la actividad, CorpoGuajira otorga al centro minero la Licencia Ambiental para el proyecto de explotación de caliza y horno incinerador de acuerdo a la Resolución No. 2976, dicha empresa se orienta en la explotación de roca caliza y aprovechamiento de este recurso, enfocándose en la producción de cal y materiales de construcción. Coohornical no cuenta en la actualidad con la cartografía geológica propicia para el correcto desarrollo y aprovechamiento del recurso por lo cual CorpoGuajira en conjunto con Coohornical proponen un proyecto que tiene como fin generar un aporte geológico en el sector, y de igual forma el avance productivo del plan minero.

Por consiguiente, se presenta la cartografía geológica del área de interés a escala 1:2.500, generando así un insumo informativo y no legal para futuros proyectos, siendo esto una parte fundamental en el desarrollo económico y social del municipio de Distracción, La Guajira.

4.Objetivos

4.1. Objetivo General

Cartografiar la geología del área de reserva especial, del centro minero Coohornical, en el municipio de Distracción, La Guajira, Colombia.

4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las unidades geológicas para generar el mapa cartográfico de la geología local a escala 1:2.500.
- Generar un corte geológico y columna estratigráfica como componentes de la cartografía geológica.
- Identificar los recursos ambientales como insumo para la elaboración de futuros proyectos geológicos y planes de seguimiento minero en el Municipio de Distracción.

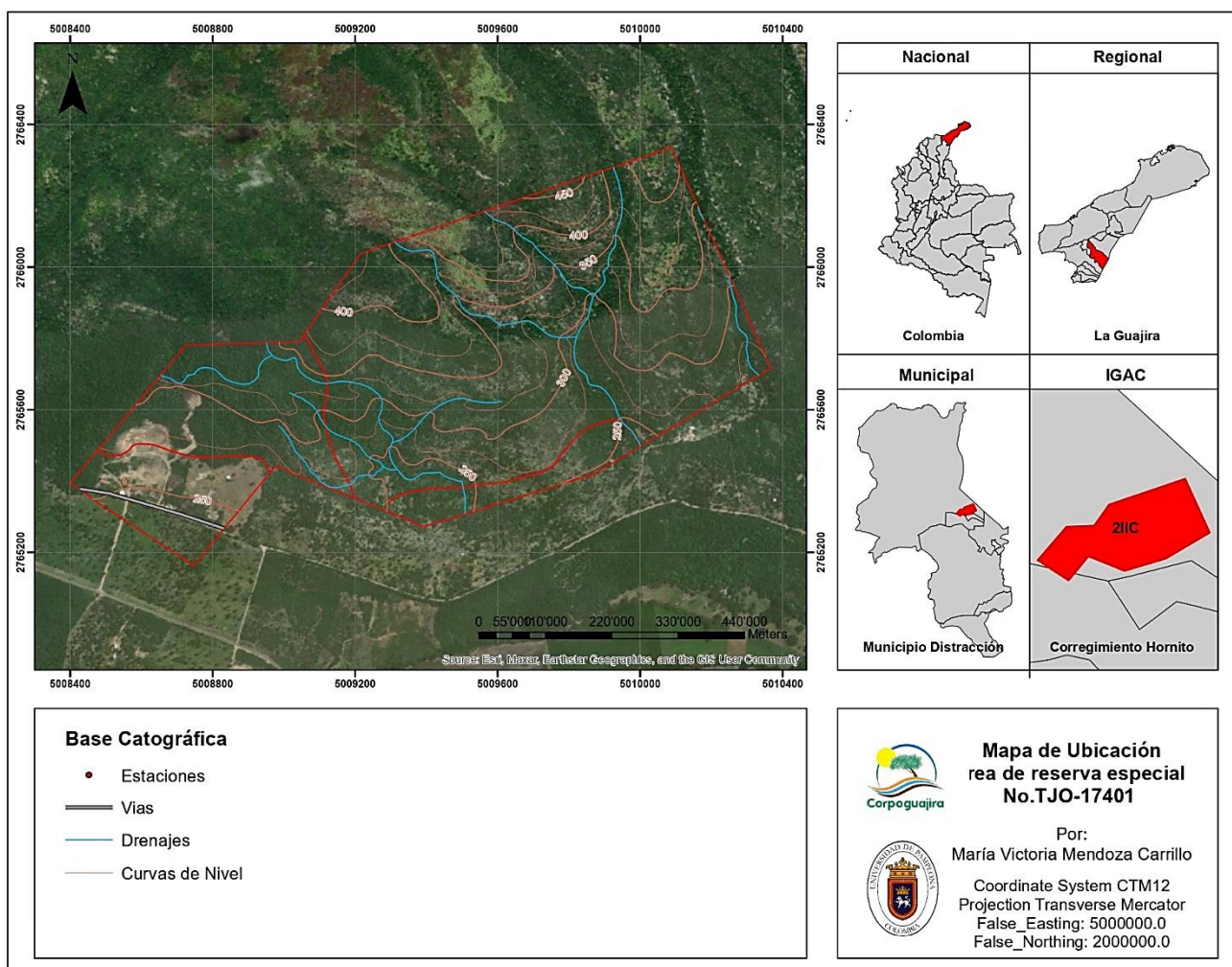
5. Marco de Referencia

El Área de reserva especial No.TJO-17401 se localiza al sur del Departamento de La Guajira, perteneciente al municipio de Distracción en el corregimiento los Hornitos. El área de exploración se extiende por 152 hectáreas, dentro del área del título no hay zonas restringidas para la actividad minera y tampoco se observan asentamientos Étnicos por lo que no presenta impedimentos de acuerdo al Artículo 34 de la Ley 685 de 2001.

5.1. Localización

Distracción es un municipio ubicado en el departamento de La Guajira al norte del país en la región Caribe Colombiana, como se observa en la Figura 1, posee un área de 232 kilómetros cuadrados y se compone de cuatro corregimientos que son Buenavista, Chorreras, La Duda y Los Hornitos. Específicamente el proyecto minero se encuentra al Noroeste del municipio, precisamente en el corregimiento de Los Hornitos.

Figura 1: localización del área de estudio, municipio de distracción, la guajira.



Fuente: Autor.

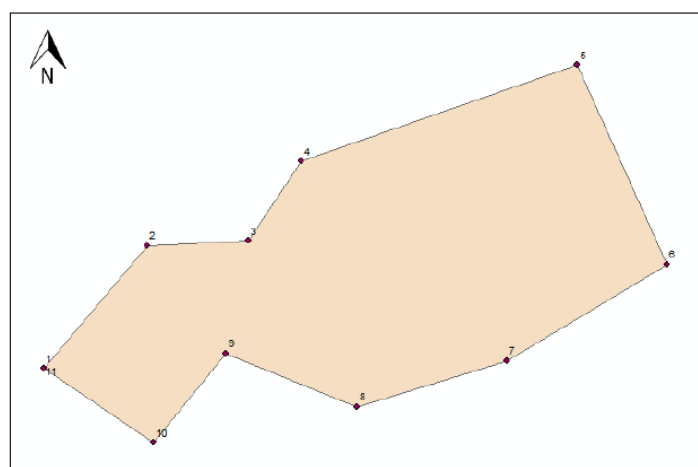
El área de reserva especial delimitada por la Agencia Nacional de Minería (ANM) y las actividades ejecutadas por la empresa Coohornical en el corregimiento de Los Hornitos se ubican en inmediaciones del cerro San Luis II con una extensión aproximada de 6 hectáreas y se localiza exactamente en el Kilómetro 6 de la vía que comunica a Distracción con el Corregimiento de Chorreras.

Se presenta a continuación las coordenadas correspondientes a las delimitaciones del polígono del área de estudio propuestas en el año 2017 mediante la Resolución 254 de la Agencia Nacional de Minas (ANM).

Tabla 1: Coordenadas En Datum Bogotá Definidas Para El Polígono Del Área De Reserva Especial (Are) No. Tjo-17401.

PUNTO	ESTE	NORTE
1	1126201,42	1700319,51
2	1126528,28	1700703,59
3	1126848,03	1700718,29
4	1127017,10	1700967,25
5	1127890,07	1701268,18
6	1128172,28	1700646,17
7	1127664,81	1700345,40
8	1127193,16	1700201,41
9	1126778,66	1700367,47
10	1126549,67	1700088,37
11	1126201,42	1700319,51

Figura 2. Forma del polígono propuesto para el área ARE Los Hornitos.



Fuente: (Peñarete Correa & Rincon Núñez, 2017)

6. Marco Geológico

A continuación, se abarca la geología y estratigrafía de La Cuenca Cesar Ranchería demarcada por ser una cuenca sedimentaria en el noreste colombiano que se ubica en la parte sur del departamento de La Guajira y en la parte noreste del departamento del Cesar. La Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá conforman y encierran la estrecha cuenca triangular intermontaña, que cubre un área aproximada de 11.668 kilómetros cuadrados. (Barrero, 2007)

6.1. Geología Regional

La Cuenca del Cesar Ranchería es una cuenca antepaís cuyos límites se definen al N por la dirección E-W del sistema de mega cizalla dextral de Oca, al SW por el sistema de mega cizalla sinistral de Santa Marta y al SE por el frente de inversión del Perijá cuyo basamento está inclinado hacia el SE controlando el traslape NW de las unidades de edades Mesozoicas y Cenozoicas (Lozano & Zamora, 2014).

La mayor parte de la Serranía de Perijá y de la Sierra Nevada de Santa Marta constituye el basamento tectónico de la Cuenca Cesar Ranchería, siendo esta un complejo mosaico de rocas ígneas intrusivas, rocas metamórficas, volcano-sedimentarias del Precámbrico al Mesozoico, sedimentitas Paleozoicas y metamorfitas de muy bajo grado, el cual está cubierto por depósitos aluviales del Mesozoico y Cenozoico (Lozano & Zamora, 2014).

La secuencia post Paleozoica más antigua reconocida en la cuenca, está representada por los depósitos Jurásicos de la Formación La Quinta, constituida por una gruesa secuencia de depósitos clásticos continentales de areniscas arcósicas, conglomerados y capas rojas interestratificados con flujos andesíticos, vulcano sedimentario de semigraben desarrollados durante

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia la fase “rift” Jurásica para el sector de la Sierra Nevada de Santa Marta a escala 1:200.000 donde afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias de edades desde precámbricas a recientes (Tschanz, 1969).

La serranía de Perijá se cubrió utilizando el mapa a escala 1:250.000 donde afloran rocas metamórficas y sedimentarias paleozoicas, las cuales incluso podrían posiblemente ser precámbricas y las secuencias premesozoicas (Kellogg, 1984).

En el área de estudio se definieron, según la cartografía del Servicio Geológico Colombiano, de la más antigua a reciente, la Formación Guatapurí, la unidad Rioluta de Golero, la unidad Calizas y Shales Cretácicas Indiferenciadas del Grupo Cogollo, la Formación Molino, la Formación Hato Nuevo y los Depósitos Cuaternarios; La distribución regional de estas unidades se encuentran descritas en la memoria explicativa de las planchas 20 de San Juan del Cesar y 21 de Fonseca (INGEOMINAS, 2007)

6.2. Geología Local

A continuación, se presentan las unidades definidas en el área de trabajo que conforman la cuenca Cesar Ranchería; Estas se reconocen de la más antigua a reciente las unidades descritas a continuación.

6.2.1. La Unidad Rioluta de Golero (Jg)

Compuesta por sucesiones de rocas volcánicas de composición ácida (Riolutas y Dacitas) con intercalaciones de niveles vulcanoclásticos posiblemente ignimbritas y tobas que presentan

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

una textura porfirítica y porfiroafaníticas, esta unidad es definida de edad Cretácico Inferior gracias a una datación K/ Ar en roca total que arrojó una edad de 129 ± 5 Ma (INGEOMINAS, 2007).

Esta unidad aflora en la zona noroeste del área exactamente en el frente de explotación del centro minero Coohornical, donde se observan rocas volcánicas y material ígneo rojo oscuro muy meteorizado con textura afanítica; Dichas litologías se encuentran en contacto discordante (inconformidad) con la unidad Calizas y Shales cretácicos indiferenciados.

6.2.2. Unidad Calizas y Shales Cretácicos Indiferenciados (Kcsi)

Consta principalmente por rocas sedimentarias que afloran en la región, esta unidad se compone por calizas con un nivel de Shales intermedio e incluye todas las rocas desde el Aptiano hasta el Coniaciano medio (SGC, 2007), por otra parte, autores como (Cáceres, 1980) en la Cuenca de Ranchería y en la Geología de la Plancha 40 Bosconia, dividen esta unidad y se refieren a las calizas inferiores como Grupo Cogollo y a la sucesión superior como Formación La Luna.

Posteriormente (Colmenares, 2007) retoman el sentido dado originalmente a esta unidad y la nombran “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas”. Las calizas más conocidas afloran entre San Juan del Cesar y Cuestecita, poseen un ancho promedio de 7 a 8 km por 45 km de extensión y su área de afloramiento total es de 300 km² aproximadamente con espesor de la unidad estratigráfica de 615 m.

Esta unidad Kcsi con un espesor aproximado de 470 metros aflora en gran parte del área de reserva especial del municipio de Distracción, se observan sucesiones de rocas calcáreas que varían de Mudstone a Wackestone, Calcoarenitas con alto material terrígeno y minerales de

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

fosfato; Esta unidad se encuentra infrayacida por la unidad Rioluta del Golero, presentando una inconformidad entre ambas.

6.2.3. Depósitos Cuaternarios de Cauce Aluvial (Qal)

Se presentan como depósitos de topografía suave y baja no consolidados, de arenas, gravas y guijarros en matriz lodosa, amarillo ocre, mal seleccionados, con cantos ígneos con plagioclasa, micas, cuarzo y fragmentos de rocas, Composicionalmente en términos generales estos depósitos contienen gravas hasta bloques de rocas metamórficas, ígneas plutónicas y volcánicas, en menor proporción sedimentarias, registrando la erosión de todas las unidades geológicas de la SNSM (SGC, 2007).

En el área de estudio estos depósitos aluviales han sido delimitados principalmente mediante fotointerpretación de las geoformas, además definiendo y delimitando la presencia de una discordancia erosiva con la unidad Kcsi.

6.3. Geología Estructural

Las características estructurales presentes en el departamento de La Guajira se relacionan con tres áreas separadas por grandes fallas, cada una de las cuales presenta una fisiografía propia resultante de la litología y de los eventos tectónicos (Figura 3).

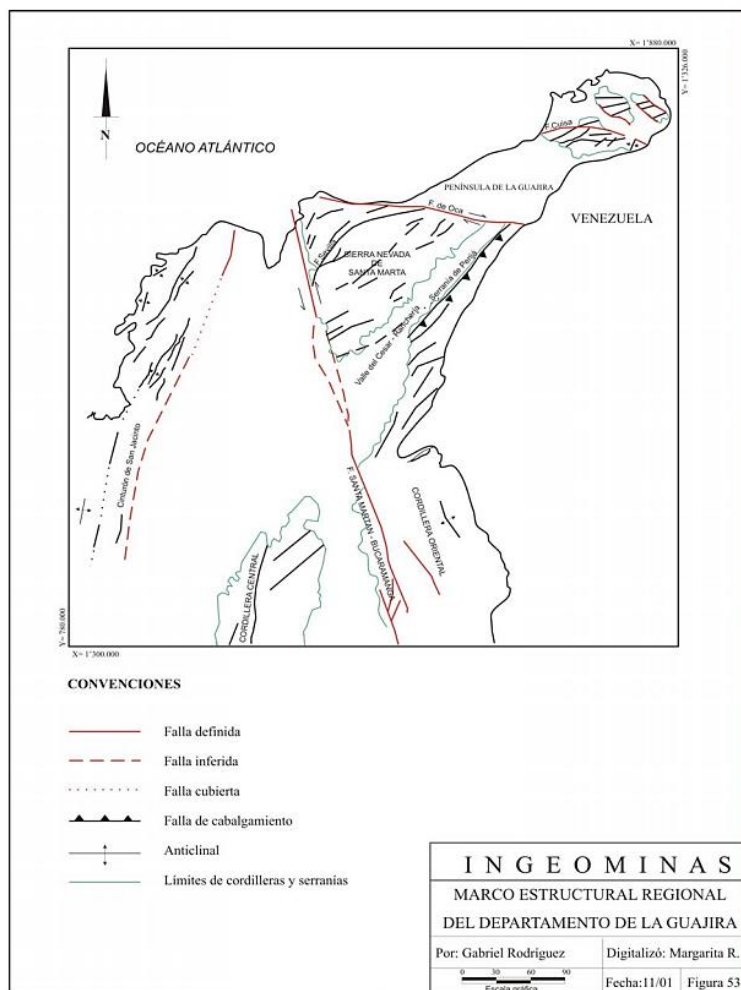
La cuenca de Ranchería está limitada por la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) al Occidente y la Serranía de Perijá (SP) al Oriente, ambos son sistemas montañosos de composición diferentes y con procesos tectónicos pre eocenos pobremente documentados el macizo montañoso que define a la Sierra Nevada de Santa Marta; Se demarca por tres límites estructurales de primer

Cartografía Geológica Cantera Cohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

orden los cuales son, la Falla Oca al norte, la Falla Santa Marta Bucaramanga (FSMB) y la Falla Perijá El Tigre en el extremo occidental de Venezuela.

El análisis de procedencia realizados en estratos del Paleoceno en la cuenca de Ranchería y flanco oriental de la Serranía de Perijá, junto con datos de paleocorrientes y estudios litoestratigráficos previos, permiten proponer a la SNSM como área fuente principal de los detritos terrígenos siliciclásticos para el Paleoceno (Montes, 2006).

Figura 3: Mapa estructural regional del departamento de la guajira.



Fuente: INGEOMINAS, 2022.

7. Marco Teórico

Un mapa geológico se puede definir como una representación de la expresión superficial de la geología de una región, esta misma, es expuesta por medio de una publicación científica y debido a, es que la versatilidad de información que se presenta en el mapa geológico logra incrementar la potencialidad de sus aplicaciones y su utilidad para la sociedad.

La cartografía geológica va a tener diferentes características dependiendo de los tipos de rocas que se encuentran en el territorio estudiado, en el mapa geológico es preciso hacer una breve descripción de los principales grupos de rocas que presentan una expresión sobre la cartografía (Moreno A, 2017).

En el mapa geológico las rocas usualmente se pueden diferenciar de acuerdo a su tipo, ya sea por medio de su composición y su edad, en mencionados mapas, también se reflejan las estructuras como pliegues y fallas que afectan a los materiales, es por esto que, para distinguir las rocas y sedimentos se utiliza los colores según los estándares de cartografía geológica digital para planchas a escala 1:100.000 y mapas departamentales.

Los mapas geológicos fueron originalmente desarrollados para aplicar el estudio de las ciencias geológicas en los trabajos de campo, implicándose como una herramienta de trabajo hoy en día conllevando el desarrollo de proyectos de exploración y producción de hidrocarburos, minerales o agua, entre otros.

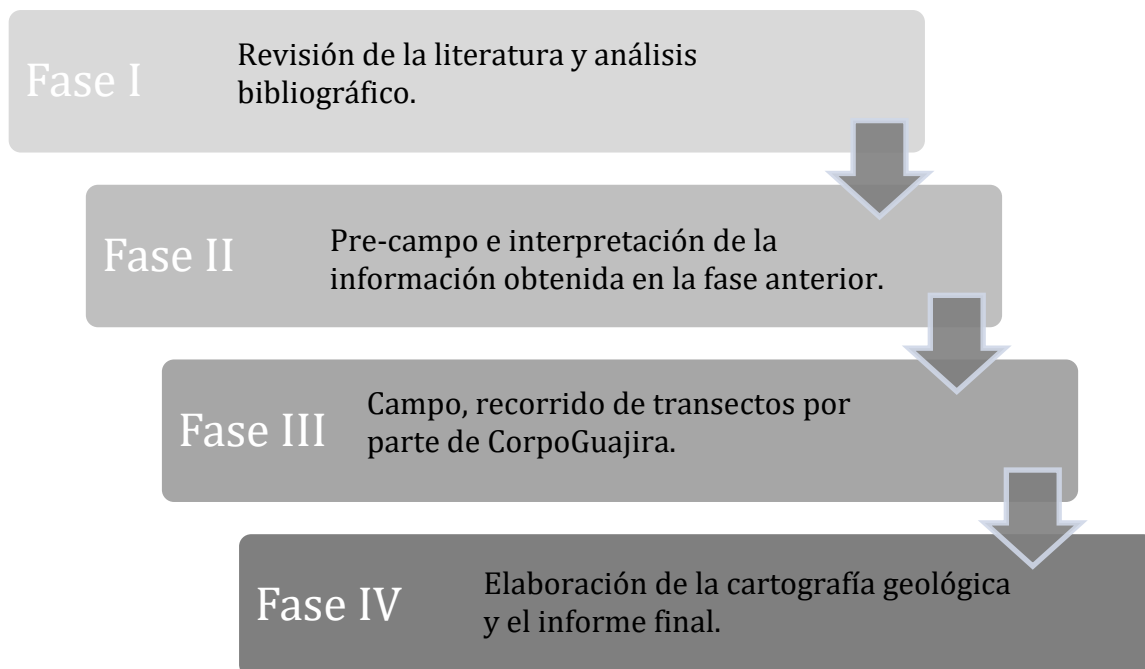
La litología de la superficie terrestre se puede representar en perfiles o cortes geológicos y columnas estratigráficas, donde un corte geológico es la reconstrucción en profundidad de la

estructura geológica de una zona. También puede definirse como una sección vertical de la geología superficial, para cuya realización se utilizan los datos obtenidos de campo generado por la interpretación de la información geológica disponible y recolectada de una zona (Sanchez Cortez, 2014)

En áreas que son geológicamente más complejas, las columnas estratigráficas aún pueden servir para indicar la ubicación relativa de las unidades con respecto a los demás, en el que las unidades se apilan tomando en cuenta la manera en que se han movido por las fallas de acuerdo con lo observado en campo y así se agrupan en el orden en que se han formado. (Sanchez Cortez, 2014). Por ende, la columna estratigráfica describe la estructura vertical de unidades de roca en un área específica representando rocas sedimentarias, donde las más antiguas se ubican en la parte inferior y la más reciente en la parte superior.

8. Metodología

La metodología empleada para la ejecución y desarrollo de la cartografía geológica del área de reserva especial en el corregimiento de Hornitos del Municipio de Fonseca, en el departamento La Guajira consistió en cuatro fases. De este modo, la realización consistió en:



8.1.Revisión de literatura y análisis bibliográfica

Para realizar la cartografía geológica se hizo una revisión de la literatura existente en el área y recopilación de información básica para la definición del área de trabajo para la cual se tuvo en cuenta la resolución número 254 del 17 de octubre del 2017 por medio de la cual la ANM declara y delimita el área de reserva especial los Hornitos en el municipio de distracción en el departamento de la Guajira y el posterior análisis del área mediante el uso de datos abiertos tales como, la plancha geológica 21 de Fonseca a escala 1:100.000 del servicio geológico colombiano

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia (SGC, 2007), la plancha topográfica 21-I-C a escala 1:25.000 del instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e imágenes satelitales de Google Earth.

8.2.Pre-Campo e interpretación geológica

Se concluyó que el área de estudio corresponde al noreste colombiano, situado en medio de dos grandes sistemas montañosos los cuales corresponden a La Sierra Nevada de Santa Marta al noroeste y La Serranía del Perijá al sureste en el departamento de la Guajira. El polígono del área de trabajo ha sido delimitado como se dijo anteriormente por la ANM, se realizó un análisis de la geología presente en el área por medio de la interpretación de imágenes satelitales observando la fisiografía del área de estudio y los cambios de pendientes que se presentan, se llevó a cabo por medio de softwares como ArcGIS y Google Earth.

8.2.1. Mapa topográfico

Para este insumo se utilizó la base cartográfica de la plancha topográfica 21-I-C a escala 1:25.000 del instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

8.3.Etapa de campo

Esta etapa fue la más significativa por parte del equipo de trabajo de CorpoGuajira y los directivos e ingenieros del centro minero; Se realizaron las transaectas en las cuales se hicieron diferentes puntos de control, para desarrollar de manera eficiente la fase de campo.

Esta parte del proyecto en marcha consistió en una visualización e interpretación de los afloramientos que representan la geología local del área de trabajo, dando como resultado la generación de la cartografía geológica, columna estratigráfica y corte geológico, gracias a esto y

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

mediante el trabajo en campo se corroboraron las hipótesis establecidas del análisis bibliográfico y etapa de Pre-campo.

8.3.1. Recopilación de datos

En la fase de campo se llevó a cabo los recorridos en las transectas que se establecieron en la etapa de Pre-campo, mediante las cuales, se tomaron puntos de control litológico en donde tuvo lugar la recolección de muestras geológicas para su posterior análisis macroscópico en el trabajo de oficina, la toma de datos estructurales, fotografías y toma de coordenadas.

8.3.2. Identificación de los recursos ambientales presentes

La elaboración de esta fase da lugar al conocimiento de influencia directa que tiene el proyecto minero hacia los recursos naturales comprometidos, que afectan la región y población del corregimiento los Hornitos; Entre los factores que definen esta dinámica se encuentra el recurso suelo, el recurso hídrico, el recurso forestal y el recurso aire, comprendiendo estos los recursos más significativos de la zona según CorpoGuajira.

8.4.Elaboración de informe final

En esta etapa se presenta el informe final en la cual se exhibe la información geológica del área de reserva especial N.º TJO-17401, con los respectivos análisis y resultados presentados durante la ejecución del proyecto. También se generaron recursos como la columna estratigráfica, corte geológico, la identificación de las unidades geológicas aflorantes presentes en el área, su representación geoespacial y los recursos ambientales que se están viendo involucrados de manera significativa producto del proyecto minero en la región.

9. Resultados

El componente litológico a nivel local se presenta, debido a la exploración, visualización e interpretación de los afloramientos en campo, es así como se definen tres unidades litoestratigráficas que se conforman por rocas sedimentarias e ígneas como se observa en el perfil geológico (Figura 4). Se presenta además la identificación de los recursos ambientales más significativos que se están viendo comprometidos en el área debido al proyecto minero actual.

9.1.Unidades Geológicas Definidas

Estas rocas aflorantes se hayan enmarcadas en diferentes formaciones geológicas y su descripción se realiza en orden geocronológico como lo son la Unidad Rioluta de Golero, Unidad Calizas y Shales cretácicos indiferenciados y Depósitos Cuaternarios; Se presenta el mapa propuesto para la Cartografía Geológica a escala 1:2500 del ARE (Figura 5), ubicada en el centro minero Coohornical.

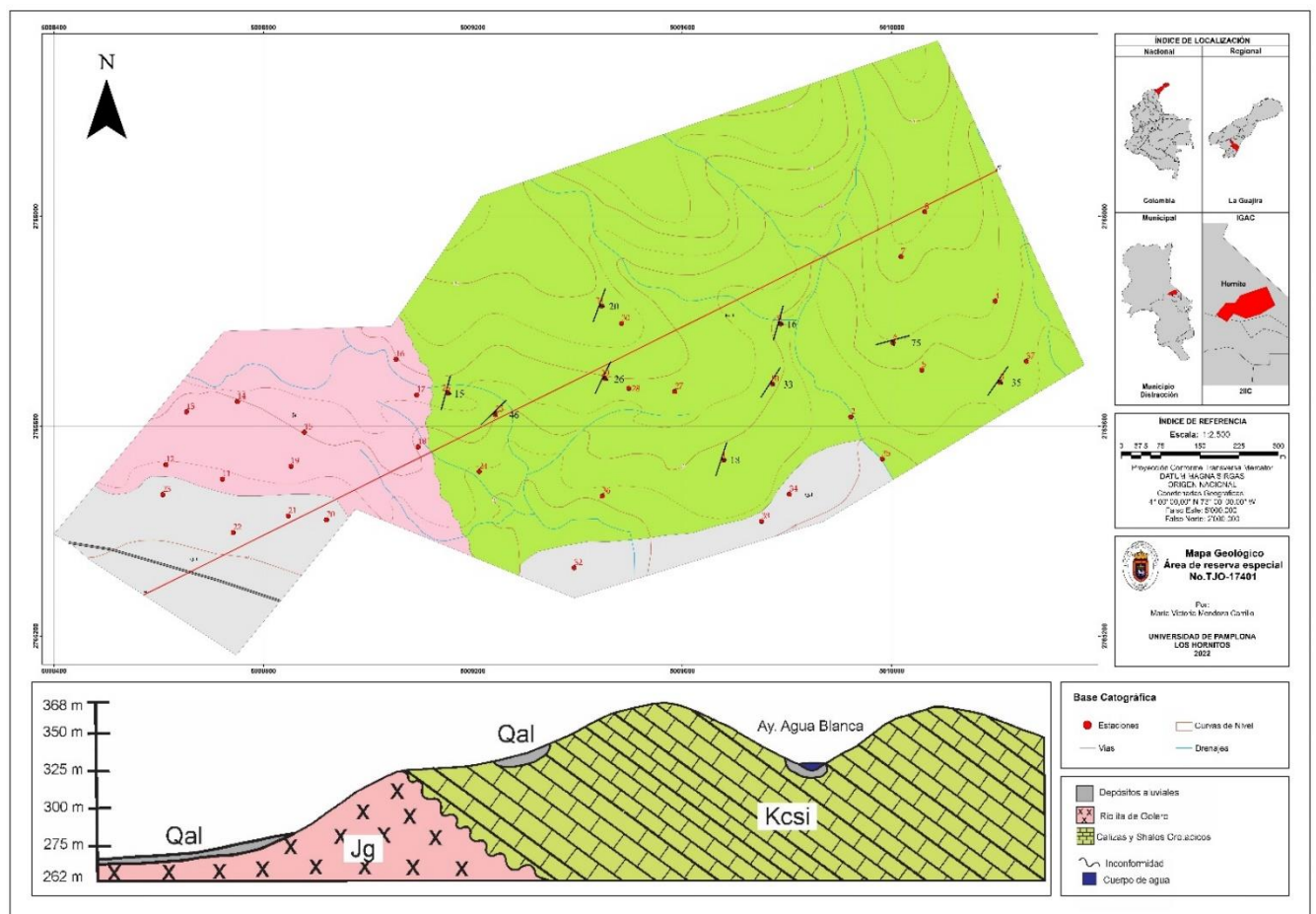
9.1.1. Unidad Rioluta de Golero (Jg)

La unidad Rioluta de golero es la unidad volcánica más reciente compuesta por sucesiones de rocas volcánicas de composición ácida, la edad mínima de la Rioluta de Golero se cree es Cretácico inferior, debido a una datación K-Ar de roca total en una ignimbrita de los alrededores del Rio Badillo (Plancha 27), esta datación arrojó una edad mínima de 129 ± 4 m.a., aproximadamente Cretácico temprano – Valanginiano (Tschanz, 1969).

Estas rocas volcánicas afloran exactamente en el noroeste del área de estudio, situado en el frente de explotación del centro minero Coohornical; A lo largo de la unidad se observan

Cartografía Geológica Cantera Cohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia principalmente rocas volcánicas de tonalidades rojizas y como evidencia de esto se presenta el afloramiento que corresponde a la estación 12 (Figura 6). Este afloramiento posee unas dimensiones aproximadas de 3.5X5 m y el material ígneo de color rojo oscuro que se identifica posee textura afanítica presentando además un alto grado de meteorización, se encuentra litológicamente acompañado de material calcáreo de tonalidad café clara muy meteorizado y fracturado, estos materiales presentan una discordancia de tipo inconformidad hacia la base del afloramiento que se ha delimitado con la línea roja.

Figura 4: Perfil Geológico propuesto para el área de reserva especial



Fuente: Autor

Cartografía Geológica Cantera Cohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

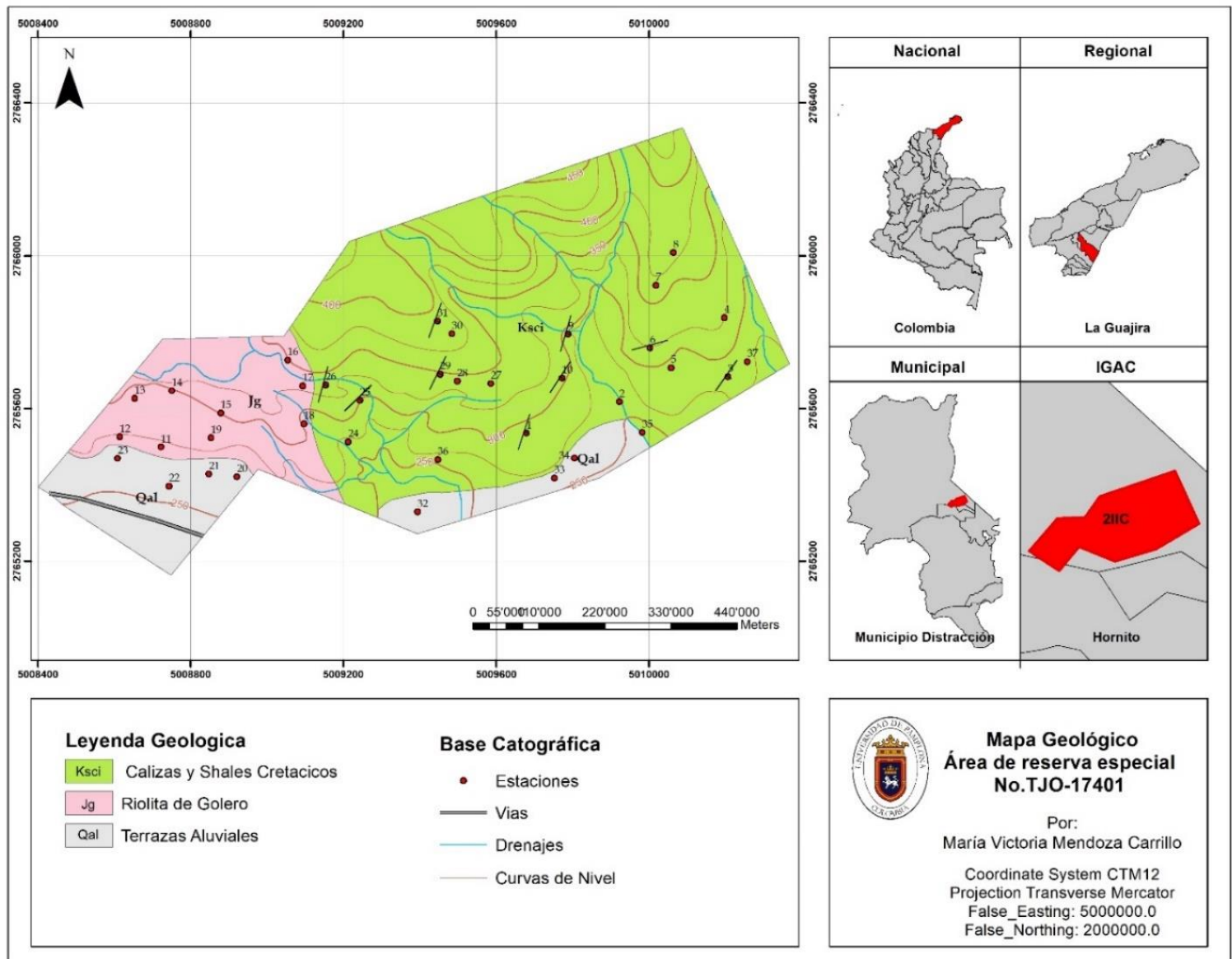


Figura 5: Cartografía geológica propuesta para el are ubicada en el centro minero.

Fuente: Autor

Figura 6: Afloramiento de la estación 12 compuesto por material ígneo rojizo en contacto con material sedimentario calcáreo café altamente meteorizado.



Fuente: Autor.

En esta unidad, principalmente afloran rocas volcánicas de composición ácida (Tschanz, 1969) y como muestra de esto se encuentra el afloramiento de la estación 16 con dimensiones 1m de alto X 5m de profundidad aproximadamente, presenta dos composiciones litológicas significativas y diferentes con una inconformidad entre las mismas (Figura 7).

Litológicamente hacia la parte superior el material rocoso corresponde a la unidad Calizas y Shales cretácicos indiferenciados y se compone por una capa de Caliza tipo Mudstone (clasificación según Dunham, 1962) de tonalidad marrón en roca fresca, con barro micrito y minerales de cuarzo en gran proporción en la base del cuerpo rocoso.

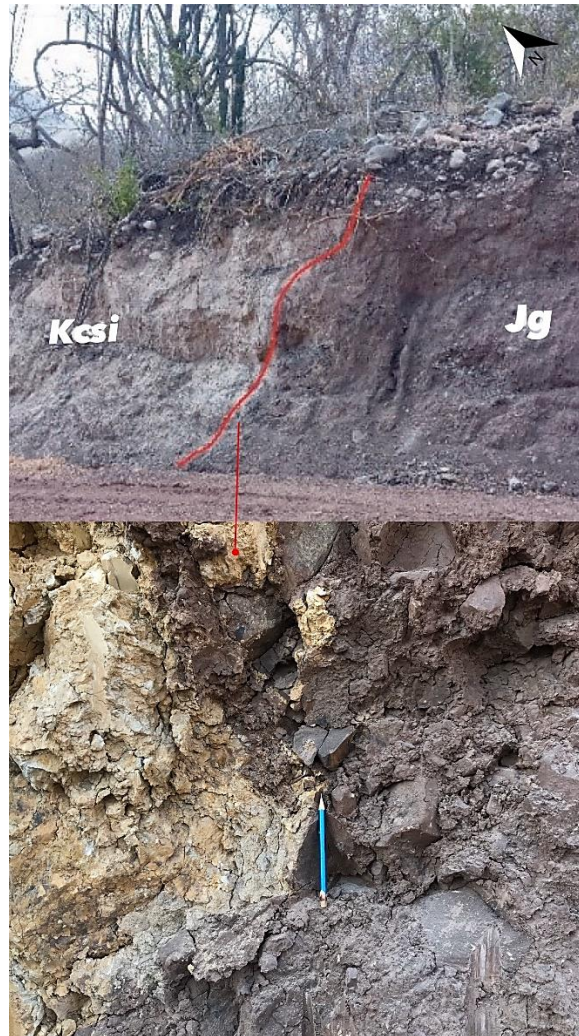
Figura 7: Afloramiento que exhibe una inconformidad entre cuerpo de Riolita y capa mediana de mudstone micrítica, correspondiente a la estación 16.



Fuente: Autor.

En el mismo afloramiento de la estación 16 hacia la parte inferior, se presenta la unidad Riolita de Golero, se encuentra la roca ígnea de color rojizo característico que se aprecia en la imagen la cual ha descrito como una Riolita (Streckeisen, 1976) , mineralógicamente se compone de cuarzo >30%, feldespato potásico 45%, plagioclasas sódicas en promedio un 5%, minerales de biotita 10% y el restante adjudicado a minerales accesorios; Estos porcentajes expuestos son realizados por medio de una descripción macroscópica, y es conocimiento para la Corporación, lo idóneo que representaría realizar un estudio petrográfico para corroborar y tener información a detalle de la roca. En campo se logró observar y posteriormente definir el contacto discordante de tipo inconformidad en la estación 17 (Figura 8).

Figura 8: Material ígneo y sedimentario en contacto discordante correspondiente a la estación 17.



Fuente: Autor.

En la estación 17 se evidencia el contacto de materiales ígneos de color marrón oscuro de textura afanítica, que poseen un alto grado de meteorización pertenecientes a la formación Riolita de Golero(Jg) junto a materiales sedimentarios de tonalidad amarilla relacionados a las Calizas indiferenciadas(Kcsi) fuertemente meteorizadas asociadas con el grupo cogollo; En la imagen a detalle se aprecia que el plano de inconformidad es irregular, evidenciándose que ha habido mezcla entre los materiales presentes. La unidad Calizas y Shales Cretácicas Indiferenciadas reposa

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia discordantemente sobre rocas de la unidad Riolita de Golero en la región del valle del Ranchería (Invemar, 2007).

9.1.2. Unidad Calizas y Shales Cretácicos Indiferenciados (Kcsi)

La primera referencia de esta unidad se denomina como Undivided Cretaceous Limestones and Shales a una sucesión compuesta por calizas con un nivel de shale intermedio. Posteriormente retoman el sentido dado originalmente a esta unidad y la nombran Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi) (Colmenares, 2007).

Litológicamente la unidad aflora en gran cobertura del área de reserva especial del corregimiento y se puede dividir en dos: la parte Este está compuesta por calizas que varían de Mudstone>Wackestone, en menor proporción se hayan areniscas arcillosas, minerales de fosfato y agregados de materiales terrígenos. (Figura 9) el inciso A evidencia el techo aflorante de la estación 2 que se compone de una Mudstone micrítica de tonalidad gris oscura en roca fresca, presenta un fuerte olor a fosfato y se evidencia este mineral de tonalidades azules en gran área de la muestra (los círculos rojos de la imagen a detalle encierran el mineral de fosfato).

Las calizas en esta parte del área exhiben en sus características distintivas materiales terrígenos, venas de calcita en diferentes direcciones, arenas y minerales de fosfato. En el inciso B el techo de roca aflora en la estación 4 y se conforma de una Arenisca arcillosa de color amarillo con matriz calcárea, la roca se haya altamente meteorizada y friable, este último tipo de litología se observa de manera escasa en la unidad Kcsi.

Figura 9: Detalle de las variaciones litológicas. A) mudstone con minerales de fosfato y Terrígenos. B) arenisca calcárea muy meteorizada.



Fuente: Autor.

En la zona Este, el grupo de calizas se caracterizan por presentar menos del 10% de contenido fosilífero apreciable, como evidencia de esto se presenta la Figura 10, este afloramiento posee dimensiones aproximadas de 2.80X5 m y litológicamente se conforma por una sucesión de capas de calizas medianas y gruesas sub-tabulares y lentiformes con un contacto neto entre ellas, las calizas que se presentan son máxime tipo Mudstone (Clasificación según Dunham, 1962) de tonalidades gris claras con alto porcentaje de barro micrítico, se aprecia además en roca fresca minerales de oxido, micas y minerales de calcita; Estas capas en toda la unidad buzan hacia el sureste, y específicamente en este afloramiento las inclinaciones van aumentando de base a tope de manera gradual.

Figura 10: Sucesión de capas de mudstone grisáceas, a detalle minerales de oxido en la roca.



Fuente: Autor.

La parte oeste y central de la unidad litológicamente se compone de calizas que varían de Wackstones>Mudstone, estas son principalmente macizas con contenidos variables de terrígenos, restos de peces, concreciones calcáreas con restos fósiles y sin presencia de minerales de fosfato a simple vista; Se muestran dos estaciones representativas de este sector (Figura 11), el inciso A que corresponde al afloramiento de la estación 24 en donde aflora el techo de una Caliza grisácea micritica definida como Mudstone que se compone aproximadamente de un 8% de restos de contenido fósiles como gasterópodos y agregados de fragmentos calcoarenosos (tonalidad gris oscura); El inciso B muestra el afloramiento de la estación 25 y se compone de una Wackstone micritica de color gris con un alto contenido de fósiles que equivalen a un 40% en la roca, estos restos corresponden a bivalvos, restos de peces, gasterópodos y fragmentos delgados de conchas recristalizadas.

Figura 11: afloramientos de calizas grisáceas, a) mudstone con fragmentos calcoarenosos. B) Wackstone con fósiles de bivalvos.



Fuente: Autor.

9.1.3. Depósitos Cuaternarios de Cauce Aluvial (Qal)

Regionalmente los depósitos cuaternarios presentes en la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones son de diversas clases y se encuentran asociados según su origen a diferentes zonas topográficas y geomorfológicas, dentro de un sistema orogénico complejo y único en su tipo y los sedimentos depositados durante este periodo de tiempo se definen según el tipo producido por los agentes activos (Invemar, 2007).

En el área de estudio hacia la parte este y oeste se delimitaron las unidades a lo largo de las geoformas, producto de los drenajes, esos drenajes denominados Ay y Agua Blanca (SGC, 2007) son ramificaciones del Rio Ranchería, litológicamente se componen de acumulaciones de

sedimentos y gravas; El armazón de estos depósitos se conforma de calizas arenosas muy claras con clastos tipo guijos, cantos y bloques, de forma subangular a subredondeados con poco material fosilífero (Figura 12), estas rocas Calcáreas y Calcoarenosos se encuentran altamente meteorizadas producto de los procesos erosivos, además estos depósitos cuaternarios son matriz soportado en un suelo color café de textura arenosa ligeramente arcillosa.

Figura 12: Depósitos aluviales alrededor de la zona drenaje ay. Agua blanca



Fuente: Autor.

Hacia la parte Sur del polígono los depósitos cuaternarios presentes están caracterizados por presentar una topografía suave como se observa en la parte A; Litológicamente como se presenta en el segmento B (Figura 13), en términos generales estos depósitos se componen de arenas, gravas, guijarros y fragmentos de rocas sedimentarias provenientes de la meteorización de las Calizas cretácicas en donde dichos fragmentos se hayan en un suelo areno-arcilloso de color café; Estos depósitos generan una discordancia erosiva en relación a la unidad Kcsi.

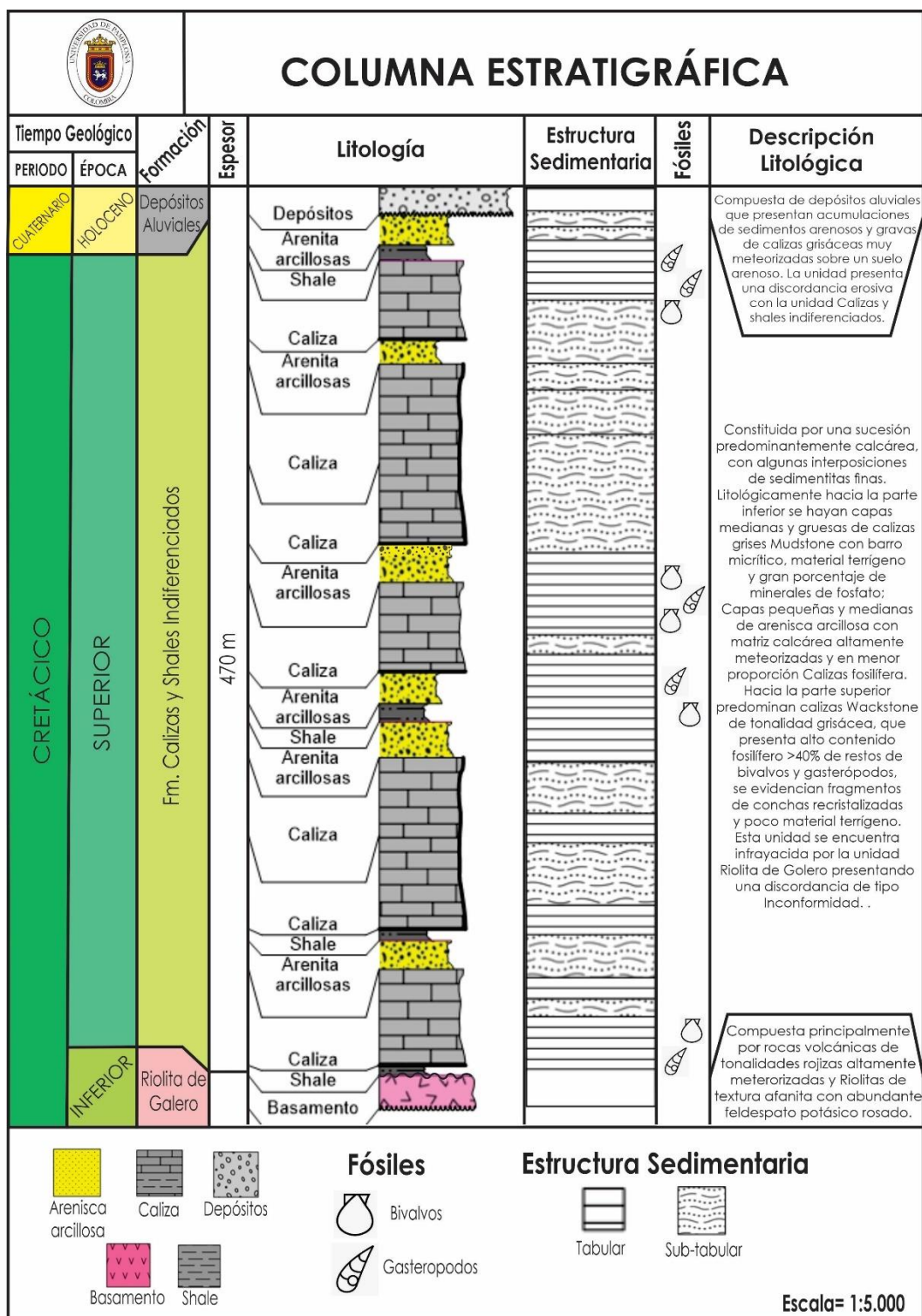
Figura 13: a) panorámica de topografía suave de los depósitos cuaternarios ubicados en el sw.
B) sedimentos y gravas de fragmentos de calizas.



Fuente: Autor.

Se presenta la columna estratigráfica como componentes de la cartografía geológica., representando las rocas más antiguas en la parte inferior y la más reciente en la parte superior.

Figura 14. Columna estratigráfica del área de estudio.



Fuente: Autor.

9.2. Identificación De Los Recursos Ambientales Presentes

El desarrollo del proyecto minero lleva a cabo la comercialización de materiales de construcción que se deben ejecutar en diferentes fases de extracción, preparación y transporte, todas estas fases se emplean con técnicas de aplicación para minería a cielo abierto; Debido a, las políticas minero ambientales en conjunto de las medidas de prevención que se aplican a este sector son decisivas para el desarrollo legal y formal, en este sentido se toman la información proporcionada por los mapas y la relacionan con otros factores del paisaje como clima, suelos, hidrología y vegetación según las necesidades del usuario. (Carvajal, 2011)

Los recursos ambientales que se hayan comprometidos en el proyecto minero son: el recurso suelo, el recurso forestal, el recurso hídrico y el recurso aire (CorpoGuajira, 2021)

9.2.1. Recurso Suelo

En el año 2002 la corporación autónoma regional de La Guajira otorga la licencia ambiental para la explotación de Caliza y el montaje de un horno incinerador en el corregimiento de Los Hornitos (CorpoGuajira, 2021). El centro minero realiza la extracción del material rocoso por medio del uso de una máquina retroexcavadora que arranca el material de las paredes del bloque rocoso.

El proyecto minero no cuenta con el espacio propicio para realizar el mantenimiento de esta maquinaria pesada, generando irregularidades en el proceso de recolección de residuos Líquidos Peligrosos. Estos residuos se filtran en el suelo (Figura 15) ocasionando la posible pérdida de las propiedades físicas y químicas del mismo, dando a concluir que se está incumpliendo con lo dispuesto en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

Desarrollo Sostenible 1076 de 2015. CorpoGuajira clasificó posibles impactos tales como como: El cambio en la capacidad productiva del suelo y el cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo.

Figura 15: contaminación del suelo por el vertimiento de aceites e hidrocarburos derivados de mantenimiento de maquinaria pesada.



Fuente: Autor.

9.2.2. Recurso Forestal

En las visitas al centro minero se evidencia notablemente el aprovechamiento forestal de diferentes especies arbóreas así como se presenta a lo largo del frente de explotación (Figura 16), anteriormente esta zona estaba conformada por una gran capa vegetal; Debido a la extracción que se realiza con maquinaria pesada el porcentaje arborizado ha disminuido de manera significativa en el centro de acopio y actualmente se sigue llevando a cabo sin contar con el respectivo Permiso de la Autoridad Ambiental que en este departamento es CorpoGuajira.

Figura 16: *Perdida de la cobertura vegetal producto de las actividades de extracción de material rocoso.*



Fuente: Autor.

CorpoGuajira clasifico posibles impactos tales como como: Aumento en los niveles de erosión y la alteración del balance hídrico del suelo.

9.2.3. Recurso Hídrico

CorpoGuajira en el año 2011 otorga al centro minero el permiso de prospección y exploración de Aguas Subterráneas y gracias a este permiso, la empresa realiza la perforación de un pozo profundo (Figura 17), este pozo posee una longitud de aproximadamente 150 m (CorpoGuajira, 2021) . El uso que la entidad le da a estas aguas no cuenta en la actualidad con la concesión de agua, por lo cual es sustento para manifestar que la empresa presenta irregularidad en el cumplimiento de la normativa ambiental correspondiente a este tema, así como lo dispone el decreto 1076 de 2015.

Figura 17: Pozo subterráneo construido para el aprovechamiento de aguas.



Fuente: Autor.

9.2.4. Recurso Aire

En el año 2016 la empresa SIRA MINERALES S.A.S ejecutó y tramitó un permiso de emisiones atmosféricas que fue otorgado por CorpoGuajira, este permiso ampara las actividades ejecutadas por la Planta de Trituración de Materiales Pétreos, garantizando así los efectos de emisión del material particulado resultante (Resolución No. 0386 CorpoGuajira, 2016).

En el centro de acopio existen dos infraestructuras que generan la emisión de material particulado y gases al ambiente constantemente, las cuales son la planta de trituración de Materiales Pétreos y un equipo Hidratador como se observa en la Figura 18 y Figura 19 respectivamente.

El centro minero cuenta con un permiso que tiene por vigencia tres años que actualmente está vencido.

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

CorpoGuajira clasifico posibles impactos tales como como: Cambio en la concentración de gases en el aire y cambio en la cantidad de material particulado en el aire.

Figura 18: Planta de trituración materiales pétreos.



Fuente: Autor.

Figura 19: Pulverizador y humectador de minerales instalado en el centro minero.



Fuente Autor.

10. Conclusiones

- El área de reserva especial está conformada de tres unidades geológicas, la Unidad Riolita de Golero (Jg), la Unidad Calizas y Shales Cretácicos indiferenciados (Kcsi) y los Depósitos Cuaternarios aluviales (Qal). La unidad de mayor interés es Calizas y Shales Cretácicos indiferenciados debido a su aprovechamiento minero, aflora en la mayor extensión del área de estudio aproximadamente unos 470 m de espesor y corresponde a una sucesión predominantemente calcárea con algunas interposiciones de sedimentitas finas; Litológicamente la sucesión se divide en dos, la parte Este donde predominan las calizas de Mudstone>Wackstone acompañado materiales terrígenos y la parte Oeste que corresponde principalmente a calizas Wackstone con restos de fósiles de bivalvos y gasterópodos.
- A partir del análisis sedimentológico y estratigráfico de las rocas de la unidad Calizas y Shales Cretácicos indiferenciados, se sugiere un ambiente marino somero.
- El porcentaje de cobertura vegetal en el área de estudio se ve afectados por las repercusiones que se presentan actualmente en el recurso forestal del Centro minero, limitando el desarrollo de especies faunísticas en el corregimiento de Los Hornitos y el desplazamiento de las mismas a lugares con mejores condiciones naturales; Debido a lo mencionado, se hace énfasis en ejecutar un proyecto de restauración del terreno con especies arbóreas autóctonas del departamento de La Guajira, para generar beneficios tangibles.

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

- Se comprobó que el centro minero Coohornical al momento de llevar a cabo la trituración de materiales pétreos no cuenta con un permiso definidos por la ley de emisión de gases a la atmosfera, dando incumplimiento a los requisitos y condiciones establecidos en el Decreto 1076 de 2015.

11. Recomendaciones

- El desarrollo de este trabajo está dirigido a evidenciar el componente litológico de las unidades aflorantes, por lo que se recomienda realizar una fase de campo en donde se analice el componente geomorfológico en las proximidades de la cantera, dirigido al aporte geocientífico para el Departamento.
- El centro minero Coohornical deberá de implementar un riguroso plan de manejo minero ambiental, con el fin de cuantificar y analizar todos los escenarios adversos y significativos que se presentan en los recursos ambientales presentes.
- Se recomienda definir los métodos requeridos para la mitigación de la emisión de partículas, provenientes del proceso de explotación, transporte y disposición de material que se hayan en la atmosfera; Es necesario tener en cuenta la evidencia propuesta que se logró cuantificar en la identificación de los recursos.
- Se recomienda caracterizar petrográfica y químicamente las calizas en el municipio de Distracción y así favorecer al aumento de conocimientos de la materia prima durante el proceso de extracción minero.
- Las unidades descritas requieren de un control petrográfico que amplíe y corrobore las observaciones y descripciones realizadas en el levantamiento geológico llevado a cabo en el presente trabajo, como complemento de un mayor detalle y complementar el mapa geológico presentado.

Bibliografía

- Barrero, D. P. (2007). *Colombian sedimentary basins: Nomenclature, boundaries and petroleum geology, a new proposal*. Bogotá.: Agencia Nacional de Minería.
- Cáceres, H. (1980). The Geology of the Rancheria Basin. Colombian Society of Petroleum Geologists and Geophysicist. Bogotá.
- Carvajal, J. (2011). *Propuesta De Estandarización De La Cartografía Geomorfológica En Colombia*. Bogotá: Ministerio De Minas Y Energía.
- Cediel F, S. P. (1968). *Tectonic Assembly Of The Northern Andean Block*. The Circum - Gulf Of México And The Caribbean: Aapg Memoir 79.
- Colmenares, H. (2007). Proyecto Evolución Geohistórica de la Sierra Nevada de Santa Marta.
- Corpoamazonia. (2005). *Caracterización De La Unidad De Ordenación Forestal UOF No 1 Yari-Caguán*. Documento Interno, Florencia.
- CorpoGuajira. (2021). "Por medio de la cual se impone una medida preventiva de suspensión de actividades, se ordena una investigación administrativa sancionatoria ambiental y se dictan otras disposiciones" Resolución 1257.
- Forero O (2019). *Caracterización e identificación de la geomorfología (ambientes y unidades geomorfológicas) en la plancha 121 - Cerrito, Colombia, aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000*. Boletín de Geología.
- I. (2007). *Evolución Geohistórica De La Sierra Nevada De Santa Marta*. geología de las planchas 20, 21. Bogotá, Colombia.
- Ingeominas, & Servicio Geologico Colombiano, S. (2015). Geología de la plancha 41 Florencia. En *Memoris* (págs. 114-118). Bogotá D.C.: ONGEOMINAA SGC.

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

Ingeominas, G. (. (2000). *Mapa Geológico De Colombia: Plancha 389 Timana. Escala 1:100.000*. Bogotá: Ingeominas.

Ingeominas. (2022) *Marco estructural regional del departamento de La Guajira*. Ingeominas

Invemar, E. I. (2007). *Geología de la Plancha 19 Sierra Nevada de Santa Mata*. Ingeominas.

Kellogg, J. (1984). *Cenozoic tectonic history of the Sierra de Perijá, Venezuela-Colombia, and adjacent basins*. Bonini, W. E. & others, eds., The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics, Geological Society of America Memoir 162, p 2.

López, J. (2016). *Mucho más que carbón, el escenario minero de La Guajira*. Grupo de Investigación.

Lozano, E., & Zamora, N. (2014). *ANEXO E - COMPILACIÓN DE LA CUENCA CESAR - RANCHERÍA*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Miley, R. M. (1948). *Geological Report On Portions Of The Orito Concession, Comisaria De Putumayo*. Texas Petroleum Company. Bogotá.

MONTES, C. B. (2006). *Estudios Estratigráficos en la Formación Cerrejón: Aplicabilidad de Herramientas Estratigráficas Predictivas en una Cuña Sedimentaria Paleocena*. Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del del Petróleo. Memorias del IX Simposio Bolivariano de Cuencas.

Moreno A. (2017) *Los mapas geológicos*. Instituto geológico y minero de España.

Peñarete C; Rincon N. (2017) *Estudio Geológico – Minero del Área De Reserva Especial Declarada Los Hornitos*. Agencia Nacional de Minería.

Olsson. (1956). *Handbook of South American Geology, an Explanation of the Geologic Map of South America*. Geol. Soc. Am . New York: Mem., (65): 293 - 326.

Cartografía Geológica Cantera Coohornical En El Municipio De Distracción La Guajira, Colombia

Radelli, L. (1962). *Introducción al estudio de la petrografía del Macizo de Garzón (Huila-Colombia)* Geologia Colombiana. Bogotá.

Rodriguez G, Z. G. (2002). *Geología de las planchas 367 Gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 Puerto Rico, 391 Lusitania (Parte Noroccidental) y 414 El Doncello, departamento de Caquetá y Huila*. Medellin: Ingeominas.

Rodríguez, G., Zapata, G., Velásquez, M., Cossio, U., & Londoño, A. C. (2003). *Geología de las planchas: 367, 368, 389, 390, 391 y 414 - Memoria Explicativa*. Bogotá D.C.: Ingeominas.

Sanchez R .(2014) *Informe de geología*. Universidad Nacional de Cajamarca

SCG. (2013). *Documento Metodológico De La Zonificación De Susceptibilidad Y Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:100.000*. Bogotá D. C: Ministerio De Minas Y Energía.

SCG. (2017). *Guía Metodológica Para La Zonificación De Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:25.000*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

SGC. (2007). Geología de la planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27.

Streckeisen, A. (1976). *To each plutonic Rock its proper name*. *Earth Science Rev. Bd. 12* p.1-33 . Amsterdam, London, New Yor.

Tschanz, C. M. (1969). *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta Area (Colombia)*. Informe 1829. Ingeominas. Bogotá.

12. Apéndice

Apéndice A. Mapa Geológico de la Cantera Centro Minero Coohornical en el Municipio de Distracción.

Apéndice B. Mapa de Localización del área de estudio

Apéndice C. Columna estratigráfica

Apéndice D. Corte Geológico del mapa geológico propuesto.