

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**



**CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA DE LOS
AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADOS ENTRE EL PEAJE
NORTE DEL PUENTE ANGOSTURA Y AL NORTE DE LA
LAGUNA PLAYA BLANCA, PARROQUIA SOLEDAD,
MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR EL BACHILLER:
HENRÍQUEZ H.,
FERNANDO A., PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, ENERO DE 2020



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado **CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADOS ENTRE EL PEAJE NORTE DEL PUENTE ANGOSTURA Y AL NORTE DE LA LAGUNA PLAYA BLANCA, PARROQUIA SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI**, presentado por el bachiller, **HENRÍQUEZ H., FERNANDO A., C.I. 25.566.208**, ha sido **APROBADO** de acuerdo al Reglamento de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Profesor Henry Ramírez
(Asesor)

Profesora Rosario Rivadulla
(Jurado)

Profesor Francisco Monteverde
(Jurado)

Profesora Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de Geología

Firmas:

H. Ramírez

R. Rivadulla

F. Monteverde

R. Rivadulla

Profesor Francisco Monteverde
Director de Escuela



En Ciudad Bolívar a los 21 días del mes de Enero del año 2020.

DEDICATORIA

En primera instancia le dedico este logro a Dios, por haberme dado la paciencia, voluntad y perseverancia para alcanzar esta gran meta.

A mis padres, por darme la oportunidad de elegir y dedicarme en esta carrera que elegí, brindando su guía y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermano, por siempre estar atento y servirme de guía en mi trayectoria como estudiante universitario.

A la familia de mi residencia, que me abrieron sus brazos como mi propia familia, extendiéndome la mano y brindándome su apoyo.

A mis compañeros de estudio, que estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera como estudiante, compartiendo buenos y malos recuerdos.

A mis profesores, que se han dedicado en cuerpo y alma a la gran labor de impartir sus conocimientos para formarme como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso, por darme la sabiduría y paciencia para poder ver realizar proyecto.

A la Universidad de Oriente, del Núcleo Bolívar, por darme la oportunidad de demostrar mis capacidades y obtener los conocimientos para formarme como profesional. A los profesores de esta casa de estudio, en especial al profesor Wilmer Zerpa por impartirme su conocimiento y apoyo en la preparación como Geólogo.

A mi asesor, el profesor Henry Ramírez por su valiosa asesoría para la culminación de este trabajo de grado, muchas gracias.

De manera especial, a los compañeros de estudio Steffi García, José Moraes y José Díaz, por apoyarme directa o indirectamente durante todo mi trayecto de mi carrera universitaria y la realización de este trabajo de grado.

A todos muchas gracias...

RESUMEN

El presente trabajo consiste en reconocer e identificar los afloramientos ubicados en el municipio Independencia, estado Anzoátegui, entre la laguna Playa Blanca y el peaje norte del puente Angostura, con la finalidad de ampliar y complementar la geología del lugar. Se realizó un muestreo para determinar las características geológicas y la litología que aflora en el área de estudio. Durante las salidas de campo se obtuvieron un total de nueve (9) muestras de los afloramientos más representativos, asignándoles sus respectivas coordenadas de extracción; además de, determinar las tendencias estructurales presentes en el área de estudio. Luego de los análisis macroscópicos de las muestras se determinó cuatro litologías aflorantes principales, las cuales son: granito biotítico, charnockita, gneis feldespático y granulita félsica, este último como el único en presentarse como un cuerpo aislado, es importante resaltar la ausencia de afloramientos de la Formación Mesa, lo cual se le atribuye a la alta meteorización presente en la zona de estudio. Luego de las comparaciones con las muestras obtenidas por otros autores, dio como resultado que forman parte de la litología tipo de la Provincia Geológica de Imataca. El levantamiento topográfico del área se realizó utilizando GPS, brújula, altímetro e imágenes satelitales. Con la ayuda de los *software AutoCAD 2016* y *QGIS 3.4 Madeira* en conjunto con toda la data obtenida en campo se procedió a realizar el mapa geológico.

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE APÉNDICES	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación objeto de estudio.....	3
1.2 Objetivo General.....	3
1.3 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación	4
1.5 Limitaciones de la investigación	4
CAPITULO II. GENERALIDADES	5
2.1 Ubicación geográfica	5
2.2 Acceso	6
2.3 Características físicos-naturales.....	7
2.3.1 Geomorfología.....	7
2.3.2 Hidrografía	8
2.3.3 Suelo.....	8
2.3.4 Vegetación.....	10
2.3.5 Fauna	11
2.3.6 Clima y pluviosidad	12
2.4 Geología regional.....	13
2.4.1 Formación Mesa	14
2.4.2 Provincia Geológica de Imataca	15
2.5 Geología local.....	18
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	19
3.1 Antecedentes de la investigación.....	19
3.2 Bases Teóricas	19

3.2.1 Metodología de la exploración geológica	19
3.2.1.1 Preexploración.....	20
3.2.1.2 Exploración	20
3.2.1.3 Evaluación.....	20
3.2.2 Herramientas y técnicas de exploración geológica	21
3.2.2.1 Recopilación de información	21
3.2.2.2 Geología.....	21
3.2.2.3 Toma de muestras.....	22
3.2.2.4 Interpretación de los resultados.....	23
3.3 Definiciones básicas.....	24
3.3.1 Afloramiento	24
3.3.2 Roca metamórfica.....	24
3.3.3 Metamorfismo	24
3.3.3.1 Agentes del metamorfismo.....	24
3.3.3.2 Tipos de metamorfismo.....	26
3.3.4 Meteorización.....	27
3.3.5 Rumbo (o dirección).....	27
3.3.6 Buzamiento	27
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	28
4.1 Tipo de investigación.....	28
4.2 Diseño de la investigación.....	28
4.3 Flujograma.....	29
4.3.1 Etapa I: oficina pre-campo	30
4.3.2 Etapa II: campo	30
4.3.3 Etapa III: oficina post-campo.....	31
4.4 Población y muestra de la investigación	32
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS ..36	36
5.1 Litología.....	36
5.2 Unidades geológicas	37
5.3 Geomorfología.....	37
5.4 Análisis macroscópico de las muestras	40
5.4.1 Muestra A-1	41
5.4.2 Muestra A-2.....	42
5.4.3 Muestra A-3	43
5.4.4 Muestra A-4	44
5.4.5 Muestra A-5	45
5.4.6 Muestra A-6	46
5.4.7 Muestra A-7	47
5.4.8 Muestra A-8	48

5.4.9 Muestra A-9	49
5.5 Descripción de las estructuras	50
5.5.1 Falla	50
5.5.2 Pliegue	50
5.5.3 Foliación	51
5.6 Distribución de la litología en el área de estudio.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS.....	56
APÉNDICES.....	57
ANEXOS	65

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación relativa de la zona de estudio.....	5
2.2 Mapa preliminar, hoja de rutas.....	7
2.3 Tipo de suelo en área de estudio.....	9
2.4 Cuarcitas y rocas con óxidos de hierro presentes en el área de estudio.....	9
2.5 Mapa geológico del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2000).....	13
3.1 Facies metamórficas en función de la temperatura y presión. (PDVSA-Intevep, 1997). Modificado de Ehlers & Blatt, (1980).....	25
4.1 Cronograma de actividades.....	29
4.2 Uso de mandarina para la obtención de muestras.....	34
4.3 Uso de la brújula en estructuras geológicas.....	34
4.4 Uso del GPS para toma de coordenadas.....	35
4.5 Apuntes de coordenadas en la minuta de campo.....	35
5.1 Geometría de fragmentación de la roca.....	37
5.2 Afloramiento rocoso diaclasado.....	39
5.3 Muestra A-1.....	41
5.4 Muestra A-2.....	42
5.5 Muestra A-3.....	43
5.6 Muestra A-4.....	44
5.7 Muestra A-5.....	45
5.8 Muestra A-6.....	46
5.9 Muestra A-7.....	47
5.10 Muestra A-8.....	48
5.11 Muestra A-9.....	49
5.12 Pliegue originado por el metamorfismo de la roca.....	51
5.13 Gneis con foliación predominante de la Provincia Geológica de Imataca.....	52
5.14 Diagrama de roseta indicando la dirección estructural de los lineamientos presentes en los afloramientos rocosos.....	53

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas UTM dentro de las cuales se encuentra la zona de estudio	6
2.2 Especies de reptiles y anfibios presentes en el área de estudio	11
2.3 Especies de mamíferos presentes en el zona de estudio	12
2.4 Especies de aves presente en el área de estudio	12
4.1 Ubicación geográfica de la muestras obtenidas en campo	33
4.2 Ubicación y dirección de las estructuras geológicas reconocidas en campo	33
5.1 Características de las muestras tomadas <i>in situ</i>	40

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A. Coordenadas UTM de los puntos tomados en campo para la creación del mapa topográfico	58
A.1 Tabla de coordenadas UTM de los puntos tomados en campo para la creación del mapa topográfico	59
B. Fotografías panorámicas del área de estudio.....	61
B.1 Fotografía panorámica de la geomorfología de peniplanicie 1.....	62
B.2 Fotografía panorámica de la geomorfología de peniplanicie 2.....	62
B.3 Fotografía panorámica con vista a la planta propulso mostrando la inclinación del relieve, geomorfología de loma.....	62
B.4 Fotografía panorámica con vista a la planta propulso con enfoque a la pendiente del terreno, geomorfología de loma	63
B.5 Fotografía panorámica con vista al sur, visualizando la laguna playa blanca y la depresión que existe entre la peniplanicie y la laguna, geomorfología de vega	63
B.6 Fotografía panorámica con vista al norte, visualizando al noroeste el peaje norte del puente angostura y al este con la loma	63
B.7 Fotografía panorámica del sistema de fallas.....	64
B.8 Fotografía panorámica del sistema de fallas con dirección	64

LISTA DE ANEXOS

1. MAPA GEOLÓGICO DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN EL MUNICIPIO INDEPENDENCIA, PARROQUIA SOLEDAD, ESTADO ANZOÁTEGUI, AL NORESTE DEL PUENTE ANGOSTURA, ENTRE EL PEAJE NORTE DEL PUENTE ANGOSTURA Y LA LAGUNA PLAYA BLANCA

INTRODUCCIÓN

Los afloramientos presentes en el área de estudio, ubicados al noreste del puente Angostura entre peaje norte del puente Angostura y la laguna Playa Blanca, forman parte de cuerpos rocosos que por su cercanía al Escudo de Guayana pueden pertenecer a la Formación Mesa y/o la Provincia Geológica de Imataca, pero que no se han realizado estudios *in situ*, más allá de escala regional que permitan confirmar la litología presente, por lo que se tiene como objetivo su caracterización y evaluación macroscópica; además de, realizar mediciones a las unidades geológicas y estructurales presentes en el área, definiendo de esta manera una cantidad importante de información para la geología local de la zona, que aún no ha sido estudiada a detalle.

La Provincia de Imataca se extiende en dirección SO-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y, en dirección NO-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Guri por unos 550 km y 80 km respectivamente. Según Mendoza (2000), no hay razones para que Imataca no se extienda al Norte del río Orinoco ni al Oeste del río Caura y, por supuesto, en tiempos pre-disrupción de la Pangea, a África Occidental. Litológicamente la Provincia Geológica de Imataca está formada por rocas metamórficas: gneises, granulitas, charnockitas, dolomitas, anortositas, formaciones bandeadas de hierro y cinturones de rocas verdes; y por ígneas intrusivas más jóvenes.

La Formación Mesa según Hedberg y Pyre, (1944) en González de Juana (1980), fue designada como los sedimentos jóvenes y no se ha designado una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas, con secciones representativas. Se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui,

Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al Sur del río Orinoco. Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos.

El trabajo de grado está estructurado en cinco (5) capítulos, que se describen a continuación:

En el Capítulo I, se realizan las consideraciones generales sobre la investigación, tales como: situación objeto de estudio, el objetivo general, los objetivos específicos, justificación y limitaciones de la investigación.

En el Capítulo II, se hace una identificación del área de estudio, como la ubicación geográfica, el acceso al área de estudio, características físicas y naturales, la geología regional y la geología local del área de estudio.

En el Capítulo III, se describe como un marco general sobre los estudios previos a la investigación, bases teóricas y las definiciones de términos básicos.

En el Capítulo IV, se presenta la metodología utilizada para recabar la investigación.

En el Capítulo V, se interpreta los resultados obtenidos de los análisis de muestras.

Finalmente, se emiten las conclusiones y recomendaciones sobre el tema tratado, se presentan las referencias bibliográficas, los apéndices y anexos.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

El Complejo de Imataca ha sido estudiado durante muchos años a escala regional, sin embargo, solo unos pocos sitios de interés a nivel de minería han sido detallados cartográficamente. Es mucha el área que no tiene detalles de tipo litológicos y estructuras. Tal es el caso de ausencia de información de los afloramientos que se encuentran en las cercanías del puente Angostura, el municipio Independencia, del estado Anzoátegui, con el fin de obtener la mayor información actualizada, a cerca del tipo de roca, su composición petrográfica y geoquímica.

1.2 Objetivo general

Caracterizar macroscópicamente los afloramientos rocosos ubicado en el municipio Independencia, parroquia Soledad, estado Anzoátegui, al norte de la laguna Playa Blanca y el peaje norte del puente Angostura.

1.3 Objetivos específicos

1. Identificar la litología asociada a los afloramientos rocosos presentes en el área de estudio.

2. Identificar las unidades geológicas, las características geológicas y geomorfológicas presentes en el área de estudio.

3. Describir macroscópicamente, las características físicas y mineralógicas de los afloramientos rocosos así como también las muestras representativas obtenidas *in situ*.
4. Representar un mapa geológico del área de estudio a escala 1:5000, señalando la ubicación de los puntos de muestreos recolectados y sus coordenadas, así como también el patrón de drenaje y las vías de acceso.

1.4 Justificación

En el área de estudio se encuentra afloramientos rocosos que por sus características mineralógicas son de interés geológico y económico, como lo son los gneises y las granulitas félsicas y máficas, por ser frecuentes granatíferos y que pueden ser consideradas de interés en la industria de las piedras preciosas.

Debido a que los estudios regionales no abarca un estudio a detalle de los cuerpos rocosos aflorantes que ha dejado al descubierto la erosión durante el paso del tiempo, es importante obtener información de la data geológica del área de estudio con la finalidad de aportar y/o ampliar la información para futuros estudios del área o localizaciones cercanas al lugar de estudio.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Inaccesibilidad del terreno en días de lluvia, debido a la inestabilidad del terreno.
2. Falta de información cartográfica en distintas escalas que permita conocer con mayor exactitud la altura presente en diferentes zonas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada en las cercanías del Puente Angostura, al norte de la Laguna Playa Blanca, municipio Independencia, parroquia Soledad, estado Anzoátegui, Venezuela, con un área aproximada de 680.220, 97 m². (Figura 2.1).

A continuación se exponen las coordenadas que comprenden la zona de estudio. (Tabla 2.1).

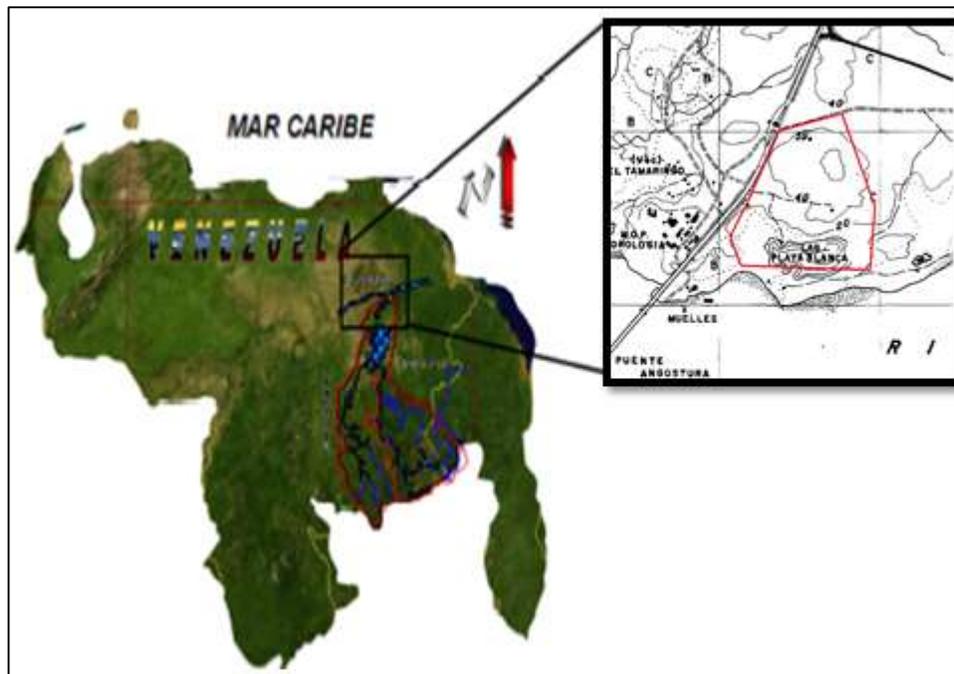


Figura 2.1 Ubicación relativa de la zona de estudio.

Tabla 2.1 Coordenadas UTM dentro de las cuales se encuentra la zona de estudio

Puntos	Coordenadas	
	Norte	Este
1	901.640	435.188
2	901.669	435.283
3	901.706	435.400
4	901.740	435.560
5	901.346	435.790
6	901.215	435.863
7	901.028	434.907
8	900.807	434.906
9	900.806	435.852
10	901.026	435.852
11	901.344	435.057
12	901.599	435.175

2.2 Acceso al área de estudio

La principal vía de acceso a la zona es la carretera nacional (Troncal 16), en el Peaje Norte del Puente Angostura, de allí se presencia hacia el Este un camino de tierra que se divide en dos (2) a los cien (100) metros aproximadamente de recorrido; 1) Siguiendo la dirección Noreste, en los límites Este-Sureste de la Planta Propulso Soledad, da acceso a la zona norte del área de estudio; 2) siguiendo la bifurcación del camino de tierra primeramente mencionado, en dirección Sur-Sureste se presenta la continuidad del camino de tierra con elevaciones variables, hasta llegar a las cercanías de la Laguna Playa Blanca, dando acceso hacia la zona sur del área de estudio. Se recomienda ir a pie debido a las múltiples zonas rocosas e inaccesibilidad de ciertas zonas hacia centro del área de estudio. También se puede acceder al área de estudio siguiendo caminos de tierra presentes en la Calle Simón Rodríguez sentido Soledad-Ciudad Bolívar, pasando por los terrenos de la Planta Propulso Soledad. (Figura 2.2).



Figura 2.2 Mapa preliminar, hoja de rutas

2.3 Características físicos-naturales

2.3.1 Geomorfología

El área en estudio está conformada por paisajes con predominio de pleniplanicie, loma y vega. La peniplanicie abarca el 75% de la zona estudiada, se extiende en sentido norte-sur. La loma está ubicada en la zona centro-norte del área de estudio, constituida por los afloramientos rocosos de rocas metamórficas con textura y de tamaño grano similares, en su mayoría son de color gris, rosado, rojo, blanco, y anaranjado, a simple vista se puede catalogar como rocas metamórficas de tipo gneis, de grano intermedio a grueso, y cuarcitas; mientras que la vega se ubica en la zona sur del área de estudio, que está conformada por suelos fértiles y la zona de pequeños cauces intermitentes que tributan al río Orinoco.

2.3.2 Hidrografía

El drenaje es de tipo paralelo, asociado a la pendiente predominante en el área de estudio, y son afluentes a la laguna Playa Blanca que a su vez es afluente al río Orinoco. El área de estudio está controlada por dos épocas, una lluvia en donde crece el río y otra de sequía en donde desciende. Una parte del área alrededor de la laguna Playa Blanca permanece en su mayoría conformado por morichales durante todo el año, generando zonas de saturación de agua permanente.

2.3.3 Suelo

Los procesos de meteorización del área de estudio da lugar a suelos con tonalidades blancas a grisáceas sobre el sustrato granulítico; cuarcitas blancas a amarillentas sobre los gneises leucocráticos; suelos rosados a anaranjados sobre los granitos biotíticos, suelos marrones en las partes donde se depositan mezclas de sustancias húmicas y terrígenas, arcillas residuales en aquellas áreas de saturación permanente.

Tremaria, D. (2004) expresa que las rocas ácidas en general, tales como granitos, gneises, cuarzo-feldespáticos y riolitas, se meteorizan con gran rapidez en ambientes de clima tropical.

El tipo de suelo observado en campo son producto del desprendimiento y de la descomposición de rocas ígneas como granitos, gneis de protolito graníticos de composición ácida a intermedia, cuarcitas, granulitas máficas y félsicas, y charnockitas; además de, pequeñas cantidades de limos y arcilla en las cercanías de la laguna Playa Blanca y los sedimentos aluviales en la llanura de inundación. (Figura 2.3) (Figura 2.4). De graduación discontinua, altamente permeable y poco compacto,

siendo peligroso su recorrido en épocas de lluvia, compuesto principalmente por: a) bloques; b) guijarros; c) óxidos de hierro; d) gravas angulosas, en la zona centro y norte del área de estudio; d) arena y gravas redondeadas, en la llanura de inundación; e) pequeñas cantidades de materia orgánica descompuesta; f) limos y arcillas en las cercanías de la laguna Playa Blanca y laderas del río Orinoco.



Figura 2.3 Tipo de suelo en área de estudio



Figura 2.4 Cuarzitas y rocas con óxidos de hierro presentes en el área de estudio

El tipo de suelo predominante que se encuentra en el área de estudio pertenece al orden: suelo entisol, Soil Survey Staff, (1985) en Pérez, R. (2003).

Ocurren en diferentes ámbitos bioclimáticos, en particular tropófilo macrotérmico, ombrofilo macrotérmico y mesotérmico, se caracterizan por exhibir poca o ninguna evidencia de desarrollo pedogenético, son superficiales a muy profundos; de colores marrón oscuro y marrón amarillento a blanco en profundidad. Son suelos excesivamente drenados, particularmente los que evolucionan en áreas deprimidas.

2.3.4 Vegetación

La vegetación característica de la zona de estudio es típica del clima sabana tropical seco. La cobertura vegetal se presenta en forma de pastizal herbáceo o sabana arbustiva con algunos chaparros enanos. Existen también los bosques de galería presente en la rivera del río Orinoco y la laguna Playa Blanca de altura media entre 8 y 10 metros, además de bosque bajo ralo; cercano a la laguna Playa Blanca se forman grandes morichales; hacia las cercanías del río Orinoco en épocas de lluvias se presentan montes bajos donde la grama crece hasta 2 metros. Se distinguen dos tipos de vegetación como lo son:

1. Herbácea de sabana: tiene una cobertura variable con una altura promedio entre (15-80) centímetros, formada principalmente por Cyperáceas y gramíneas. Entre ellas están las gramíneas del género *Trachypogon* (paja saeta) *Bulbostylis* conífera, *Andropogon augustus* (pasto sabanero) y del género *Axonopus pursui* (paja peluda). Esta formación abarca aproximadamente un 60-80% del área de estudio.

2. Arbustivo de sabana tropical: distribuida de manera dispersa. Entre ellas se consideran las siguientes especies: a) Guayabita genero *Eugenia*, especie *Punicifolia*; b) Chaparro, genero *Curatella*, especie *Americana*; c) Morichales siendo estos últimos formaciones de vegetación especial caracterizada por la presencia de la palma de moriche que se encuentra creciendo como individuos aislados en la cercanías de la rivera del Río Orinoco, siendo formaciones existentes en los suelos saturados permanentemente asociados a un canal de drenaje.

2.3.5 Fauna

Debido a la intervención del hombre en las cercanías del área de estudio se puede notar que la fauna silvestre se presenta de manera poco variada, y de manera intermitente, considerándose un tipo de habitat esporádico, sin embargo es considerable resaltar que algunas zonas desarrollan condiciones normales adecuadas para la adaptación al medio de algunas especies, tal como se muestra en las (Tablas 2.2, 2.3 y 2.4).

Tabla 2.2 Especies de reptiles y anfibios presentes en el área de estudio

Nombre común	Nombre científico
Iguana	Iguana Iguana
Mato	Ameiba ameiba
Sapo	bufo marinus
Rana	rana palmipes
Algarrobo	Gonatodes humeralis
Baba	Caimán cocodrilos
Ratoncita	Cielia cielia
Cascabel	<i>Crotalus durissis terrificus</i>
Largartija	Teiidae

Tabla 2.3 Especies de mamíferos presentes en el área de estudio

Nombre común	Nombre científico
Murciélago narigudo menor	Lonchorhina fernandezi
Rabipelado	didelphis marsupialis

Tabla 2.4 Especies de aves presente en el área de estudio

Nombre común	Nombre científico
Gavilán primito	Falco sparverius
Perico cara sucia	Arratingapertinax
Rey zamuro	Sarcoramphus papa
Paluma sabanera	zenaida auriculata
Garcita Blanca	Egretta thula

2.3.6 Clima y pluviosidad

El clima dominante es de sabana, con dos períodos bien marcados. La temperatura media es de 26,2° C., con una precipitación promedio 1.095,2 mm anuales; el patrón de distribución unimodal, donde el período lluvioso se desarrolla de Mayo a Noviembre y se descarga el 87% de las lluvias; siendo Julio el máximo módulo mensual.

La evaporación total media anual de la zona es de 2600 mm. El máximo principal ocurre en los meses de marzo y abril, y el mínimo durante el mes de junio. Los meses más cálidos son abril, septiembre y octubre, y los menos cálidos son enero, febrero, junio y julio. (C.V.G. TECMIN, 1989).

2.4 Geología regional

La geología regional en el municipio Independencia, parroquia Soledad, está constituida principalmente por dos unidades geológicas bien definidas. Dichas unidades son: Formación Mesa y la Provincia Geológica de Imataca. (Figura 2.5).

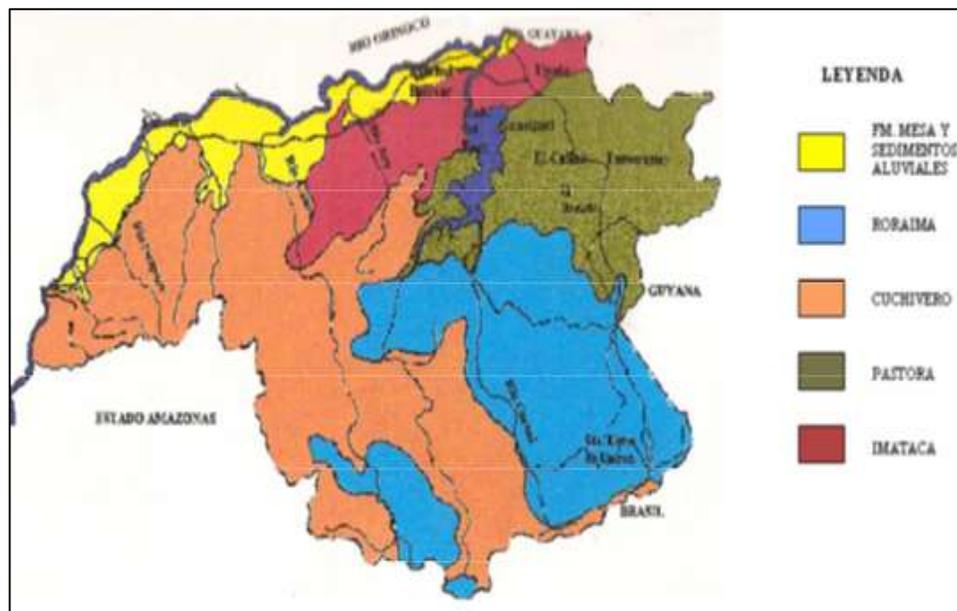


Figura 2.5 Mapa geológico del Escudo de Guayana (Mendoza, V. 2000)

La ubicación parcial de la Provincia Geológica de Imataca ejerce gran influencia en su geología regional, en cuanto a la existencia de pequeños afloramientos rocosos ubicados hacia el extremo sur del municipio Independencia. Estas masas rocosas poseen origen metamórfico, similares a otros cuerpos aflorantes en el río Orinoco como: La Piedra del Medio, isla El Degredo, Orocopiche y algunas islas ubicadas al este de Ciudad Bolívar.

2.4.1 Formación Mesa

Según Hedberg y Pyre, (1944) en González de Juana (1980), fue designada como los sedimentos jóvenes que cubren las masas de Venezuela oriental. No se ha designado una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas, con secciones representativas. Se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al Sur del río Orinoco. En particular se han mencionado, la Mesa de Guanipa (Anzoátegui), la Mesa de Tonoro y Santa Bárbara (Monagas).

En la Formación Mesa, la conformación es mayoritariamente de arenas no consolidadas, provenientes del Cuaternario, y aún más jóvenes son los depósitos sedimentarios originados por las inundaciones periódicas generadas por las crecientes del río. En montañas y colinas se observan areniscas, arcillas, margas, lutitas, calizas y limolitas, además de concreciones de hierro, grava y cuarcitas.

En la Formación Mesa se han encontrado fósiles de agua dulce, asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada.

Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos.

Según González de Juana, (1980), la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio-deltáica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco.

El mayor relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clásticos de grano más grueso, mientras que desde el sur el aporte principal era de arenas.

2.4.2 Provincia Geológica de Imataca

Está situada en el extremo Norte de la Guayana Venezolana, compuesta principalmente por gneises félsicos y máficos, formaciones bandeadas de hierro, dolomita, cuarcita, charnockitas, migmatitas, anfibolitas y demás rocas granitoideas en cantidades muy subordinadas. Menéndez, (1994) en Pérez, R (2003).

La Provincia Geológica de Imataca se extiende en dirección noreste desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección noreste-sureste aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Guri por unos 550 km y 80 km, respectivamente. Según Mendoza (2000), no hay razones para que Imataca no se extienda al Norte del Orinoco, ni al Oeste del río Caura, y por supuesto en tiempos pre-disrupción de la Pangea de África Occidental. Algunas compañías petroleras que perforaron la faja del Orinoco al comienzo de los años 1980 encontraron rocas de alto grado metamórfico al Norte del río Orinoco. Sin embargo, rocas similares a las del Complejo de Imataca, no han sido observadas al Oeste del río Caura y esto se interpreta como que tal río marca el límite de borde continental próximo a una zona de subducción; o representa una corteza síalica parcialmente asimilada y parcialmente cubierta por las intrusiones del Grupo Cuchivero y del Granito Rapakivi de Parguaza.

Sin embargo, para muchos geólogos brasileños Cordani y otros, (2000); Tassinari y otros, (2000) en Mendoza, (2000), basados en cientos de determinaciones de edades radiométricas, ha incluido a las Provincias Imataca y Pastora en una sola provincia geocronológica denominada Maraoni-Itacaiúna, la cual limita al Norte con el río

Orinoco, al Oeste con rocas sedimentarias del Grupo Roraima y volcánico-plutónicas del Grupo Uatumá (equivalente al Grupo Cuchivero), y las rocas de la Provincia Ventuari-Tapajós la limitan en el estado de Roraima; al Sur está limitada por el Escudo Guaporé. La Provincia Maraoni-Itacaiúna representa un variado número de asociaciones litológicas fuertemente tectonizadas durante la orogénesis Transamazónica de 1,95–2,2 Ga, en la cual se incluyen cinturones de rocas verdes de esa edad, migmatitas y granulitas. Las granulitas de edad Arqueozoica como Imataca y Tumucumaque de Amapá, o aparentemente Paleo proterozoicas como Apiú, Kanukú, Falawatra, etc., son consideradas como alóctonas dentro de esa provincia.

Según Kalliookoski, J., (1965) en González de Juana (1980), la parte norte-central del Escudo de Guayana Venezolana consiste en una faja con rumbo este-noreste de gneises de alto grado del Complejo de Imataca.

Las rocas del Complejo Imataca se hallan intensamente plegadas, metamorfizadas regionalmente a facies de la anfibolita y granulita, contiene abundante gneis granítico, y se destacan especialmente por su contenido de miembro de cuarcitas ferruginosa, algunos enriquecidos al punto de construir menas de hierro de alto tenor.

Ascanio, (1975), en Mendoza, (2000), postuló que parte, al menos del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan micro continentes que por deriva chocaron unos con otros con obducción y subducción, quedando separados entre si por grandes corrimientos. Ascanio denominó a estas Fajas como La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba y Laja Negra. Rodríguez (1997) en Mendoza 2000, destacó los tipos de rocas graníticas, charnockíticas y migmatíticas asociadas a cada una de estas Fajas Tectónicas y su importancia en usos ornamentales e industriales.

Litológicamente la Provincia Geológica de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%) y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales menos metamorfizados y más jóvenes cinturones de rocas verdes. El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la Mina de Hierro de El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de hasta 750-850°C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8,75 kbs, equivalentes a menos de 30 km de presión de rocas), hacia la zona de Guri, con anfibolitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650-700°C y presiones de 4 a 7 kbs). Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan (Mendoza, 2000) como evolucionados primitivos cinturones de rocas verdes y complejos graníticos potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamorfizados hasta alcanzar las facies de la anfibolita y granulita.

La Provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento más abierto. En la parte Norte, los pliegues tienen rumbo noroeste mientras que en la parte Sur la tendencia dominante de los pliegues es N 60°-70° E que es la que predomina regionalmente, es decir aproximadamente paralelas a la falla de Guri.

Dougan (1972) en Pérez, R. (2003) describió dos secuencias diferentes de gneises precámbricos complejamente plegados e intensamente metamorfizados separados entre sí por la Falla de Guri, Ciudad Piar. Señala que al Norte de la falla afloran rocas cuya secuencia estratigráfica se caracteriza por la alternancia cíclica de espesas unidades de gneises félsicos con capas de formación de hierro y otras litologías

subordinadas como gneises máficos, los cuales incluyen anfibolitas y granulitas máficas. Considera los gneises máficos y félsicos como roca meta-ígneas, de composición variable desde el basalto a la riolita y los interpreta como una secuencia metamorfizada de rocas volcánicas estratificadas.

Al Sur de la Falla de Guri denominada informalmente a las rocas como “Gneises de Los Indios”, divide la secuencia en dos subunidades estratigráficas; la parte superior, compuesta por formación de hierro cuarzo-magnetítico, cuarcitas silicatadas, laminadas y anfibolitizadas, de origen ígneo y sedimentario; la parte inferior carece de formaciones de hierro y anfibolita meta-sedimentaria, contiene pocos gneises cuarcíticos silicatados y litologías más monótona.

2.5 Geología local

Durante el reconocimiento en campo de los afloramientos rocosos presente en la zona de estudio, se observó rocas de colores claros y oscuros, pertenecen a los afloramientos remanente de la erosión que ha dejado el río Orinoco y las constantes épocas de lluvia, dejando expuesto a la intemperie. Cabe destacar la presencia de fallas, pliegues y diaclasas en los afloramientos rocosos, esto se le atribuye a la historia de la actividad tectónica de la Provincia Geológica de Imataca, con una dirección predominante NW. Es importante resaltar la ausencia de formaciones sedimentarias pertenecientes a la Formación Mesa, esto se debe posiblemente al alto nivel de erosión que presenta la zona, como también la posibilidad de actividades antropogénicas.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

No se han realizados estudios previos en el área donde se desea realizar la investigación. Solo hay información de mapas geológicos realizados por el Ministerio de Obras Públicas, en el año de 1971, Edición I-DCN cuya hoja es 7440-II-NE a escala 1:25000 de la Cartografía Nacional.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Metodología de la exploración geológica

La exploración geológica es una labor que requiere una planificación detallada de las actividades que se van realizar. Teniendo en cuenta que toda exploración puede presentar un elevado riesgo económico, y por ende un elevado gasto, se podrá reducir solo si se identifica claramente los objetivos del trabajo a realizar y minimizando los costos. Esto es especialmente importante en la exploración minera, por el hecho de que supone unos gastos que solamente se recuperan en caso de que la exploración tenga éxito y suponga una explotación minera fructífera.

Esta labor se suele subdividir el trabajo en tres etapas claramente diferenciadas, aunque pueden recibir distintos nombres, en términos generales se trata de una fase de preexploración, una de exploración propiamente dicha y otra de evaluación. Estas fases consisten en:

3.2.1.1 Preexploración

Tiene por objeto determinar si una zona concreta, normalmente de gran extensión, presenta posibilidades de que exista un determinado tipo de características geológicas. Esto se establece en función de la información de que disponemos sobre la geología de la región de estudio. Suele ser un trabajo principalmente de oficina, en el que contaremos con el apoyo de información bibliográfica, mapas, fotos aéreas, imágenes satelitales, etcétera.

3.2.1.2 Exploración

Una vez establecidas las posibilidades de la región estudiada, se pasa al estudio sobre el terreno. En esta fase aplicaremos las diversas técnicas disponibles para llevar a cabo de forma lo más completo posible el trabajo, dentro de las posibilidades presupuestarias del mismo. Su objetivo final debe ser corroborar o descartar la hipótesis inicial de existencia de las características geológicas encontradas.

3.2.1.3 Evaluación

Una vez que hemos detectado todos los elementos geológicos de interés, observamos todas las características que permitan suponer que puedan ser de interés, para ser llevado a cabo una evaluación o valoración económica. En caso de que los elementos geológicos sean de interés económico, dichos datos no son concluyentes, y debe ser seguida, en caso de que la valoración económica sea positiva, de un estudio de viabilidad, que contemple todos los factores geológicos, mineros, sociales, ambientales, etc., que puedan permitir (o no) que una explotación se lleve a cabo.

3.2.2 Herramientas y técnicas de exploración geológica

3.2.2.1 Recopilación de información

Es una de las técnicas preliminares, de bajo coste, que puede llevarse a cabo de en la propia oficina, si bien en algunos casos supone ciertos desplazamientos, para localizar la información en fuentes externas (bibliotecas, así como entes gubernamentales). Consiste básicamente en recopilar toda la información disponible sobre la geología de la zona de estudio (características geomorfológicas, litológicas, estructurales, tectónicas, entre otras), así como para el ámbito minero, el tipo de yacimiento prospectado y su historial minero (tipos de explotaciones mineras que han existido, volúmenes de reservas esperables, características geométricas, volumen de producciones, causas de cierres de las explotaciones). Toda esta información nos debe permitir establecer el modelo concreto de las condiciones bajo las que debe llevarse a cabo el proceso de exploración geológica, como también para las características preliminares del yacimiento a prospectar en el ámbito minero.

3.2.2.2 Geología

El estudio en mayor o menor detalle de las características de una región siempre es necesario en cualquier estudio con fines exploratorios, ya que la zona de estudio puede presentar condiciones específicas aprovechables para garantizar mayores probabilidades de éxito en la exploración, así como otras que puedan emprenderse en el futuro. Es un estudio que se lleva a cabo primeramente en la fase de preexploración y seguidamente en la fase de exploración. Tiene también un aspecto dual, en el sentido de que en parte puede hacerse en la oficina, a partir de los datos de la recopilación de información y de la teledetección, pero cuando necesita un cierto detalle, hay que complementarla con observaciones sobre el terreno. Dentro del término genérico de

geología se engloban muchos apartados distintos del trabajo de reconocimiento geológico de un área.

La cartografía geológica (en diferentes escalas) es una de las herramientas más completas que brinda una gran cantidad de información, que incluye el levantamiento estratigráfico (conocer la sucesión de materiales estratigráficos presente en la zona), el estudio tectónico (identificación de las estructuras tectónicas, como fallas, pliegues que afectan a los materiales de la zona), el estudio petrológico (correcta identificación de los distintos tipos de rocas), hidrogeológico (identificación de acuíferos y de sus caracteres más relevantes), etcétera. En cada caso tendrán mayor o menor relevancia unos u otros, en función del objetivo con la cual se requiera realizar la exploración geológica.

3.2.2.3 Toma de muestras

La toma de muestras es una herramienta vital en la investigación geológica, que nos permite confirmar o desmentir nuestras interpretaciones. Dependiendo del objeto de estudio, la toma de muestra puede realizarse de diferentes maneras requiriendo o no, la utilización de instrumentos, técnicas o maquinaria especializada.

Las pruebas realizadas mediante métodos geofísicos suelen ser la principal herramienta de reconocimiento para la geología del subsuelo mediante diferentes métodos como lo pueden ser: a) método gravimétrico; b) método eléctricos; c) métodos electromagnéticos; d) métodos sísmicos; cada uno representando las cualidades físicas del terreno del área de estudio, pero estos métodos deben ser considerados como complementarios, lo cual es recomendable estar acompañados y contrastados por prospecciones directas como los sondeos geotécnicos. Dichos sondeos, principalmente mecánicos permiten obtener muestras de suelo y roca tanto en superficie como en el

subsuelo. Su principal problema deriva de su representatividad, pues no hay que olvidar que estas muestras constituyen, en el mejor de los casos (sondeos con recuperación de testigo continuo) un cilindro de roca de algunos centímetros de diámetro, que puede no haberse recuperado completamente (ha podido haber pérdidas durante la perforación o la extracción), y que puede haber cortado la mineralización en un punto excepcionalmente pobre o excepcionalmente rico. No obstante, son la información más valiosa de que se dispone sobre la mineralización mientras no se llegue hasta ella mediante labores mineras.

En definitiva, todos estos estudios nos llevan a este conocimiento básico del área y objeto de estudio que debe permitir establecer sus características geológicas (en su amplio espectro). Cabe destacar que toda esta información es un complemento para la toma de decisiones en cuanto a la valoración económica que pueda presentar el área estudiada.

3.2.2.4 Interpretación de los resultados

El proceso de exploración geológica tiene como finalidad permitir constantemente la confirmación, el descarte o la complementación de información ya obtenida antes de la salida a campo, con ello se obtiene un flujo de datos continuo que debe ir interpretándose sobre la marcha, para tomar la decisión si se debe seguir o no con el plan de acción. De esta forma, toda la información obtenida y procesada debe ser comparada y posteriormente ayudarnos corroborar o descartar las interpretaciones preliminares. Todo esto con el fin de poseer información detallada que nos permitan observar las coincidencias que sean de apoyo o nieguen nuestra idea o hipótesis, pero al mismo tiempo nos permite encontrar las no coincidencias, que luego de ser estudiadas nos puedan dar una explicación alterna, confirmando o descartando nuestra nuevas ideas o hipótesis.

3.3 Definiciones básicas

3.3.1 Afloramiento

“Es la intersección de un cuerpo (por ejemplo, un estrato, un batolito, etc) o un plano geológico (por ejemplo, un plano de falla, un plano de contacto, etc.) con la superficie de la Tierra.” según (Cubas & Oyarzun, 2009)

3.3.2 Roca metamórfica

“Del griego *meta*, que significa “cambio” y *morfos*, “forma”...Resultan de la transformación de otras rocas por procesos metamórficos que suelen tener lugar bajo la superficie de la Tierra.” según (Wicander & Monroe, 1999)

3.3.3 Metamorfismo

Según (Huang, 2009) “...se define ahora como la suma de los procesos que ocasionan el ajuste mineralógico y estructural de las rocas a los ambientes circundantes físicos y químicos que ocurren debajo de la zona de intemperismo y la cementación.”

3.3.3.1 Agentes del metamorfismo

Los tres agentes del metamorfismo son:

❖ Calor: “... aumenta la velocidad de la reacciones químicas capaces de producir minerales diferentes de los de la roca original; puede provenir de magmas intrusivos o resultar del sepultamiento profundo en la corteza, como ocurre durante la subducción a lo largo de un límite de placas convergente.” (Wicander & Monroe, 1999).

❖ Presión: “El *esfuerzo cortante o presión diferencial*, que obra en una dirección en particular,... hace descender los puntos de fusión de los minerales y aumentar su solubilidad. Por tanto, es importante para promover la recristalización... La *presión de confinamiento o presión hidrostática*,...tiende a favorecer el desarrollo de minerales más densos y más anhidros en las rocas metamórficas.” (Huang, 2009). La relación entre esta y calor nos permite conocer el tipo de roca metamórfica que se puede generar. (Figura 3.1).

❖ Fluidos químicamente activos: “En casi cada región de metamorfismo, el agua y el dióxido de carbono (CO₂) están presentes en cantidades variables a lo largo de los límites del grano mineral,... Estos fluidos, que pueden contener iones en solución, realzan el metamorfismo aumentando la velocidad de las reacciones químicas.” (Wicander & Monroe, 1999).

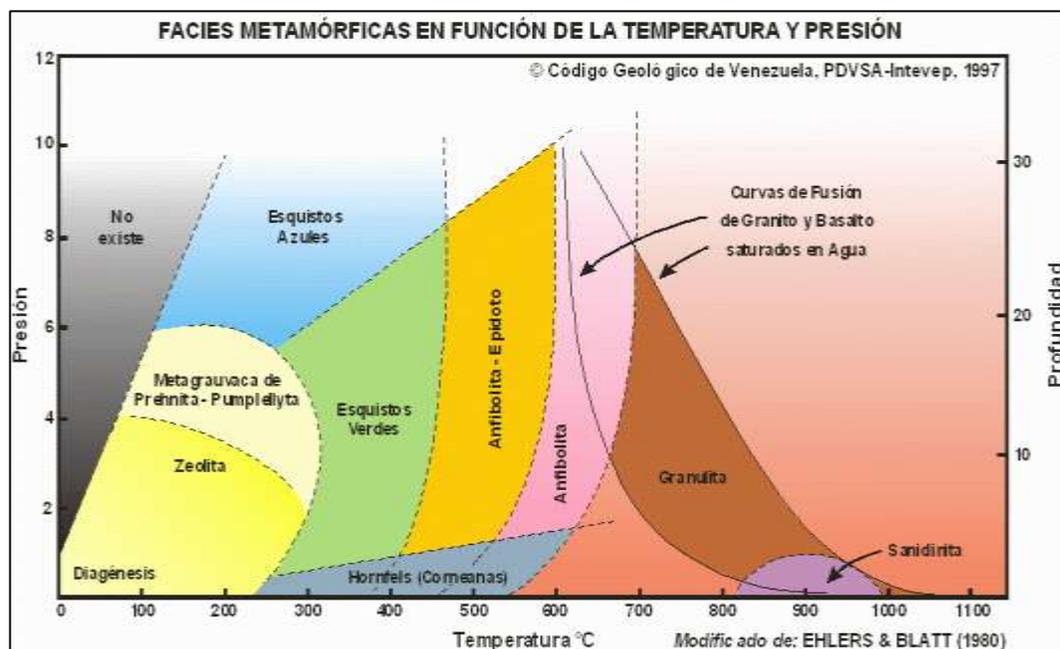


Figura 3.1 Facies metamórficas en función de la temperatura y presión. (PDVSA-Intevep, 1997). Modificado de Ehlers & Blatt, (1980)

3.3.3.2 Tipos de metamorfismo

❖ Metamorfismo de contacto: “Tiene lugar cuando un cuerpo de magma altera la roca original circundante. A profundidades superficiales, un magma intrusivo eleva la temperatura de la roca circundante, causando alteración térmica. La emisión de fluidos calientes dentro de la roca original por la intrusión que se enfría puede contribuir, asimismo, a la formación de nuevos minerales.” según (Wicander & Monroe, 1999).

❖ Pirometamorfismo: “...comprende los cambios locales intensos que tienen lugar a temperatura muy elevada, y que afectan a los xenolitos ahogados en lava basáltica o a los contactos inmediatos de los plutones ígneos con las rocas regionales.” según (Huang, 2009)

❖ Metamorfismo dinámico: “Se asocia en mayor medida con las zonas de falla (fracturas a lo largo de las cuales ha habido movimiento), en las cuales las rocas están sometidas a grandes presiones diferenciales” según (Wicander & Monroe, 1999).

❖ Metamorfismo regional: “...ocurre en una gran área y suele ser causado por temperaturas, presiones y deformación extrema dentro de porciones más profundas de la corteza.” según (Wicander & Monroe, 1999).

❖ Metamorfismo pneumatolítico: “Cuando la introducción de o la eliminación del material tiene lugar por medio de vapores o gases...” (Huang, 2009)

❖ Metamorfismo hidrotermal: parafraseando a (Huang, 2009), este metamorfismo se logra determinar cuando los cambios en la composición mineralógica en una roca, viene dada por medio de una disolución acuosa o hidrotermal.

3.3.4 Meteorización

“Proceso de alteración y destrucción *in situ* de las rocas, producto de los agentes atmosféricos (agua, aire, cambios de temperatura) y biológicos (efectos físicos, químicos y bioquímicos de vegetales, hongos, microorganismos y animales). La meteorización produce la fragmentación de la roca, así como cambios químicos y mineralógicos.” según (Cubas & Oyarzun, 2009)

3.3.5 Rumbo (o dirección)

“Parámetro expresado en grados, normalmente sexagesimales, que define, junto con el buzamiento, la orientación de un plano geológico. El rumbo indica el ángulo formado por la línea de intersección entre un plano geológico y el plano horizontal y la línea N-S.” según (Cubas & Oyarzun, 2009).

3.3.6 Buzamiento

“Parámetro expresado en grados, normalmente sexagesimales, que define, junto con la dirección (= rumbo, en Chile), la disposición de un plano geológico. El buzamiento indica el ángulo formado por el plano geológico respecto a un plano horizontal. Ese ángulo debe ser medido perpendicularmente a la dirección (= rumbo) y es necesario indicar su sentido.” según (Cubas & Oyarzun, 2009).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

De acuerdo al problema planteado, para la evaluación desde el punto de vista geológico, de los afloramientos rocosos ubicados en el municipio Independencia, estado Anzoátegui, al noreste del puente Angostura, y en función de sus objetivos, el tipo de investigación se enmarcó de la siguiente manera: descriptiva, ya que permitirá exponer la información acerca de los procesos o fenómenos allí presentes y sus implicaciones.

4.2 Diseño de la investigación

De acuerdo a la estrategia utilizada para responder a los problemas planteados, se adoptó un diseño de investigación de campo, lo cual permitirá entender mediante el análisis sistemático los problemas reales, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y sus factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia.

4.3 Flujograma

A continuación en la Figura 4.1, se presenta el flujograma de trabajo con sus respectivas actividades a realizar en cada una de las etapas para la entrega del informe final.

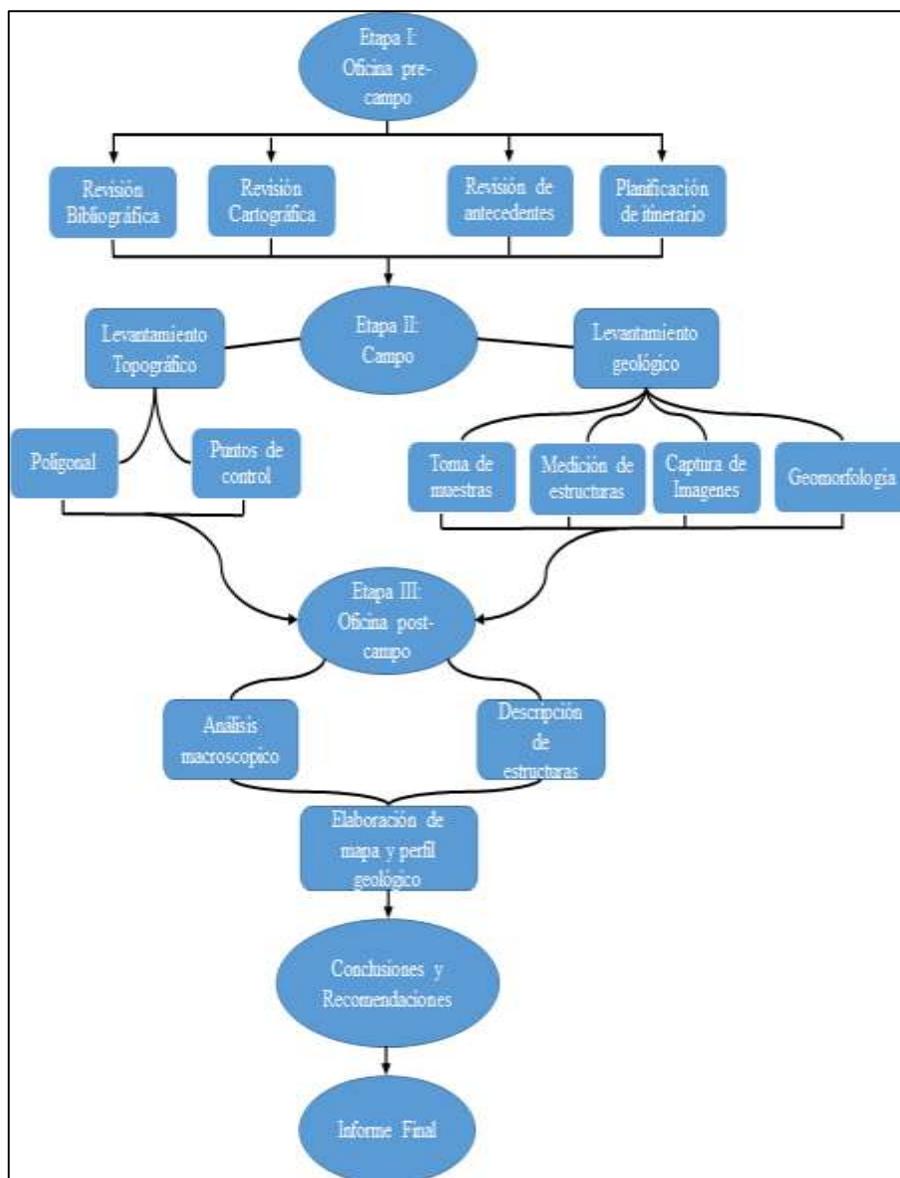


Figura 4.1 Cronograma de actividades

4.3.1 Etapa I: oficina pre-campo

Esta primera etapa es principalmente de recopilación de toda la información bibliográfica que pueda servir como base o referencia para el área de estudio, por trabajos publicados, informes técnicos, mapas geológicos, mapas topográficos, entre otros. La bibliografía utilizada consiste básicamente de estudios, informes y trabajos realizados en la Provincia Geológica de Imataca dentro de los cuales podemos citar: González de Juana (1980) y Mendoza Vicente (2000); además de, mapas de la cartografía nacional a escala 1:25000, hoja de referencia 7440 II NE y no menos importante el uso de imágenes satelitales. Con toda la información ya recopilada se procedió a delimitar el área de estudio dentro de los límites del margen del río Orinoco al sur, la compañía Propulso al este, la carretera nacional del troncal 16 y el peaje Norte de Ciudad Bolívar al oeste y el camino de tierra que conecta el peaje Norte de Ciudad Bolívar con la planta Propulso y la calle Simón Rodríguez al norte.

Realizado todo el proceso de búsqueda de información bibliográfica se inició la planificación de itinerario para el traslado para las salidas de campo, así como también programar todos los lugares de mayor interés, los equipos y materiales a utilizar, entre ellos se puede nombrar: a) lupa; b) mandarrea; c) piqueta; d) martillo de geólogo; e) cinta métrica; f) GPS; g) cámara; h) bolsas plásticas; i) diario de campo; j) marcadores; k) lentes protectores; k) cinta adhesiva para identificar las muestras.

4.3.2 Etapa II: campo

Los datos obtenidos en la etapa anterior permiten planificar y programar esta etapa. Esta etapa consistió en el reconocimiento en forma pedestre por el área de estudio con el objetivo de familiarizarse con la topografía, el reconocimiento de afloramientos en varios puntos durante el trayecto de la exploración, la toma de puntos

de control para el levantamiento de la poligonal, que posteriormente ayudaran a la realización del mapa topográfico; toma e identificación de las muestras del afloramiento en varios puntos y toma de fotografías para el estudio de la geomorfología y vegetación del área.

Para el reconocimiento y estudio del afloramiento se realizó con la ayuda de la lupa, determinado sus rasgos físicos presentes, entre ellos: grado, color y forma de meteorización de la roca, tamaño de grano que la componen, metamorfismo, fracturas, lineamientos, diaclasas, zonas de cizallas, vetas y vetillas de cuarzo, intrusiones de otro tipo de roca, utilizando las herramientas básicas tales como piqueta, mandarrea, lupa, cámara digital y GPS.

Una vez realizada la evaluación macroscópica de los distintos puntos estudiados del afloramiento y sus alrededores, se procedió a la recolección y preservación en bolsas plásticas las muestras de rocas frescas, para identificarlas con una nomenclatura de letras y números, con el uso del tirro y marcadores.

4.3.3 Etapa III: oficina post-campo

Luego de la toma de muestras en campo se realizó la toma de fotografía, realizando primero un análisis macroscópico a cada una de las muestras obtenidas y tomando en cuenta las estructuras presentes en las mismas, tales como: micro fracturas, bandeamientos, colores de los minerales, textura de la roca.

Al finalizar la obtención de toda la data obtenida en campo se procedió a organizarla y posteriormente a realizar una descripción de la tendencia estructural de las fallas y diaclasas presente en la zona de estudio.

A partir de la finalización de la descripción macroscópica de las muestras y la descripción de las estructuras geológicas presente en las zonas, se procedió a la creación del mapa geológico en conjunto con un perfil geológico del área estudiada.

La redacción del informe de las conclusiones y recomendaciones en conjunto con el informe final consistió en la interpretación geológica final; una vez desarrolladas todas las etapas anteriores se procede a reunir toda la información geológica recabada juntamente con los análisis y resultados de los análisis macroscópicos de las muestras, datos cartográficos-geológicos, obtenidos en los diferentes afloramientos, puntos de muestreo, tipos de roca, litología en general de las diversas características físico-naturales del área, geomorfología, suelo, vegetación e hidrología.

4.4 Población y muestra de la investigación

Se obtuvieron un total de 9 muestras de roca procedentes de afloramientos que se consideró de importancia de estudio, teniendo en cuenta las condiciones ideales para obtener una muestra representativa a las cuales se realizaran los posteriores análisis macroscópico. Las muestras fueron identificadas por etiquetas donde se indicaba el nombre y las coordenadas geográficas de su procedencia, tomadas mediante el uso del GPS (Tabla 4.1); se realizó un muestreo de las direcciones presentes en las estructuras geológicas de importancia observadas en campo como son las diaclasas, fallas, pliegues y diques, anotadas en minuta de campo para su posterior análisis (Tabla 4.2). Mediante el uso del GPS y altímetro se tomaron un total de 75 puntos, representado en estos las coordenadas y altura sobre el nivel del mar (cota), para la creación del mapa topográfico (Apéndice A)

Tabla 4.1 Ubicación geográfica de la muestras obtenidas en campo

Muestra	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
A-1	435288	901481
A-2	435479	901137
A-3	435521	901174
A-4	435589	901195
A-5	435763	900928
A-6	435796	901281
A-7	435519	901162
A-8	435510	901427
A-9	435675	901380

Tabla 4.2 Ubicación y dirección de las estructuras geológicas reconocidas en campo

Estructura Geologica	Coordenada UTM		Dirección	
	Coordenada Este	Coordenada Norte	Rumbo	Buzamiento
Afloramiento Diaclasado 1	435246	901561	N51°W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 2	435278	901534	N45°W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 3	435288	901481	N50°W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 4	435475	901516	N65°W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 5	435510	901427	S80°E & S30°E	Vertical
Afloramiento Diaclasado 6	435516	901403	E-W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 7	435723	901239	N82°W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 8	435863	901276	N-S & N80°E	Vertical
Afloramiento Diaclasado 9	435745	901309	N30°W & S57°W	Vertical
Afloramiento Diaclasado 10	435404	901509	S26°E - S55°W - N80°E	Vertical
Sistema de fallas	435617	901364	S32°E - S60°E - S80°E - N75°E	Vertical
Dique de Cuarzo	435437	901501	Vertical	
Pliegue Isoclinal	435553	901407	N75°W	

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se basó principalmente en la observación directa y obtención de muestras representativas de los afloramientos y estructuras geológicas *in situ*, mediante el uso de mandarina (Figura 4.1), brújula (Figura 4.2), GPS (Figura 4.3), minuta de campo (Figura 4.4), lupa y cámara fotográfica.

Mediante el uso de los *software QGIS 3.4 Madeira y AutoCAD 2016*, imágenes satelitales, GPS, altímetro y la identificación del tipo de roca en campo se realizó el mapa topográfico, mapa geológico, y delimitar el perímetro de los afloramientos rocosos presentes en el área de estudio.



Figura 4.2 Uso de mandarina para la obtención de muestras



Figura 4.3 Uso de la brújula en estructuras geológicas



Figura 4.4 Uso del GPS para toma de coordenadas



Figura 4.5 Apuntes de coordenadas en la minuta de campo

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el siguiente capítulo se presentará los análisis realizados a las muestras de rocas obtenidas en campo, determinando y confirmando de esta manera el tipo de litología presente en el área de estudio; además de, la geomorfología observada en el área de estudio, las características físicas y morfológicas que presenta los afloramientos y la relación de diferentes aspectos geológicos que se presentan en los afloramientos rocosos con respecto a la geología regional.

5.1 Litología

La litología que se identificó en el área de estudio fue: a) gneis feldespático, b) gneis plagioclásico, c) granito biotítico, d) charnockita, e) coluvión, f) aluvión.

Es necesario enfatizar la morfología que adquiere las rocas durante el proceso de meteorización, ya que son algunos indicios de su composición, granulometría y geometría; además de, las micromorfologías que pueda presentar un lugar o zona en concreto, por ello es importante resaltar la morfología que se presenta en ciertas zonas del área de estudio (Figura 5.13), en donde se puede apreciar cierto tipo de patrón en forma de bloque. Este tipo de patrón se le denomina como agrietamiento poligonal, propio de rocas graníticas, “...también es llamado hieroglifo...” Twidale y Vidal Romaní, (2005) en Elorza, M. (2008). “Se desarrollan fundamentalmente en rocas isogranulares y de grano medio. Se ha invocado un origen debido a planos de dislocación de cizallamientos...” Vidal Romaní (1991) en Elorza M. (2008), “...y la otra hipótesis se fundamenta en la meteorización y la erosión, localizada típicamente sobre grandes bloques o plataformas” (Elorza, M., 2008).



Figura 5.1 Geometría de fragmentación de la roca

5.2 Unidades geológicas

Las unidades geológicas presentes que se pudieron identificar en el área de estudio fueron: a) Provincia Geológica de Imataca, siendo la litología aflorante de los cuerpos rocosos, de los cuales se pudieron observar gneisis feldespáticos, gneises plagioclásicos, charnockitas y granitos biotíticos; b) coluviones, en contacto con los afloramientos rocosos y formando parte del suelo; c) aluviones, ubicado en las laderas del río Orinoco como parte de los sedimentos recientes, siendo estos arenas subredondeadas a redondeadas con intercalaciones de limo y arcilla.

5.3 Geomorfología

La geomorfología del área de estudio está regida por cuatro (4) tipos de relieve, los cuales son: a) peniplanicie (Apéndice B.1, B.2 y B.5), constituye la zona norte y parte del este del área de estudio, con suelos poco a nada desarrollados, siendo estos coluviones propios de los afloramientos del área de estudio, en donde se puede observar

a simple vista arenas de diferentes tamaños: bloques, guijarros, gravas y arenas. Cabe destacar la alta permeabilidad de esta zona debido a la ausencia de un suelo desarrollado que permita la retención del agua; b) loma (Apéndice B.3 y B.4), se encuentra en conjunto con la peniplanicie en la zona norte, con algunas pendientes de gran inclinación, y es el factor que rige el patrón de drenaje del área de estudio; c) vega (Apéndice B.5), se localiza en la zona central y sur, formando parte de la depresión entre la pleniplanicie y la laguna Playa Blanca, en donde se puede encontrar mezclas de arenas de diferentes tamaños, entre ellas: guijarros, gravas y cantos, con limos y arcillas propias de zona de saturación de la laguna Playa Blanca; d) llanura de inundación se localiza en las laderas del río Orinoco en la zona sur del área de estudio, siendo esta principalmente sedimentos aluviales que ha depositado el río Orinoco en los períodos de lluvia y verano.

En la Figura 5.10 se representa un afloramiento rocoso ubicado en las coordenadas UTM Este 435288 y Norte 901481, en donde se puede apreciar las diaclasas y el grado de meteorización que este presenta, como también una capa de patina de color marron oscuro a negro, impidiendo el reconocimiento del tipo de roca a simple vista. Los afloramientos poseen consecuentemente debido a la termoclastia e infiltración del agua, una capa de aproximadamente entre 2 a 7 centímetros de roca alterada, que no puede ser utilizada para el reconocimiento de esta, generando una exfoliación en capas o conchas, sobre todo en las rocas graníticas presente en área de estudio.



Figura 5.2 Afloramiento rocoso diaclasado.

Es importante resaltar que todos los afloramientos presentes en el área de estudio están meteorizados y erosionados bajo mismo nivel o mayor, y están sometidos a cuatro grandes agentes que promueven la meteorización y la erosión de dichos afloramientos los cuales son: a) El agua y la humedad como agente de meteorización química, propias de este tipo de clima tropical húmedo, además de, la influencia del río Orinoco como agente erosivo; b) La termoclastia generando la constante expansión y contracción de la roca provocando diaclasas y rupturas; c) agentes biológicos como los animales aportando sustancias bioquímicas que aceleran la meteorización, como también, las plantas de forma directa mediante el arraigo o expansión de raíces provocando rupturas en la roca; d) Las fallas, que de igual manera que las diaclasas y rupturas permite la infiltración de agua o partículas ajenas a la masa rocosa, que aceleren el proceso de meteorización.

5.4 Análisis macroscópico de las muestras obtenidas en el área de estudio

Durante el reconocimiento y análisis de los diferentes afloramientos presentes en el área de estudio, se determinó los puntos de muestreo de mayor relevancia, que cumplieran con los parámetros para la toma de muestras; con el fin de obtener una información que confirmara el tipo de litología observada en campo.

Se extrajo un total de nueve (9) muestras de roca en diferentes puntos del área de estudio, determinándose su mineralogía y su textura.

Tabla 5.1 Características de las muestras tomadas *in situ*

Muestra	Coordenadas UTM		TIPO DE ROCA	COLOR DE MINERALES PRESENTES	TEXTURA	MINERALOGÍA
	Este	Norte				
A-1	435288	901481	GRANITO BIOTÍTICO	GRIS, GRIS OSCURO, NEGRO, BLANCO Y ROSADO	FANERÍTICA EQUIGRANULAR	CUARZO (30%), PLAGIOCLASA (30%), BIOTITA (20%), FELDESPATO (15%) Y MINERALES MÁFICOS ALTERADOS (-5%)
A-2	435479	901137	CHARNOCKITA	GRIS, VERDE OSCURO, MARRÓN OSCURO Y NEGRO	GRANOBLÁSTICA	PIROXENO (50%), PLAGIOCLASAS (20%), FELDESPATO (15%) Y CUARZO (15%)
A-3	435521	901174	CHARNOCKITA	VERDE, VERDE OSCURO, MARRÓN OSCURO, NEGRO, GRIS Y BLANCO	GRANOBLÁSTICA	PIROXENO (50%), PLAGIOCLASA (20%), FELDESPATO (20%), ÓXIDOS DE HIERRO (-5%) Y CUARZO (-5%)
A-4	435589	901195	CHARNOCKITA	GRIS, NEGRO, VERDE OSCURO, MARRÓN OSCURO, ROJO Y ANARANJADO	GRANOBLÁSTICA	PIROXENO (55%), PLAGIOCLASA (20%), FELDESPATO (10%), OXIDADOS DE HIERRO (10%) Y CUARZO (-5%)
A-5	435763	900928	CHARNOCKITA	MARRÓN, MARRÓN OSCURO, GRIS, VERDE OSCURO Y NEGRO	GRANOBLÁSTICA	PIROXENO (45%), FELDESPATO (25%), PLAGIOCLASA (20%), CUARZO (-5%), ÓXIDOS DE HIERRO (-5%)
A-6	435796	901281	CHARNOCKITA	NEGRO, GRIS OSCURO, VERDE, VERDE OSCURO, MARRÓN Y MARRÓN OSCURO	GRANOBLÁSTICA	PIROXENO (40%), PLAGIOCLASA (25%), FELDESPATO (20%), CUARZO (10%) Y ÓXIDOS DE HIERRO (-5%)
A-7	435519	901162	CHARNOCKITA	BLANCO, GRIS, GRIS OSCURO, NEGRO, VERDE, MARRÓN Y MARRÓN OSCURO	GRANOBLÁSTICA	PIROXENO (35%), PLAGIOCLASA (30%), FELDESPATO (20%), CUARZO (-5%), ÓXIDOS DE HIERRO (-5%), PEQUEÑOS CRISTALES BIEN FORMADOS DE PIROXENO (-4%) Y GRANATE (-1%)
A-8	435510	901427	GNEIS FELDESPÁTICO	ROJO, ANARANJADO, AMARILLO, BLANCO, GRIS Y NEGRO	GNEISICA	CUARZO (30%), FELDESPATO (30%), PLAGIOCLASA (25%) Y BIOTITA (15%)
A-9	435675	901380	GNEIS PLAGIOCLÁSICO	BLANCO, GRIS, GRIS OSCURO Y NEGRO	GNEISICA	PLAGIOCLASA (50%), CUARZO (20%), FELDESPATO (20%) Y BIOTITA (10%)

5.4.1 Muestra A-1

La roca (Figura 5.1) representa la muestra A-1, esta se ubica en las coordenadas Este 435288 Norte 901481, punto 5, la muestra de mano describe una roca masiva, de composición ácida a intermedia, los colores que se observan son gris, gris oscuro, negro, blanco y rosado, se debe mencionar que los colores anaranjado y rojo se dan por la alteración de los minerales máficos. Los minerales observados macroscópicamente de mayor a menor cantidad son: cuarzo (30%), plagioclasa (30%), biotita (20%), feldespato (15%) y minerales máficos alterados (~5%). Presenta una textura fanerítica equigranular. La muestra se clasifica como un Granito biotítico.



Figura 5.3 Muestra A-1

5.4.2 Muestra A-2

La roca (Figura 5.2) representa la muestra A-2, la muestra fue sustraída en las coordenadas Este 435479 Norte 901137, punto 14, la muestra de mano describe una roca masiva, pesada y con un alto grado de meteorización por intemperismo, de composición intermedia a básica, probablemente una roca máfica, de textura granoblástica, de tamaño de grano de intermedio a grueso. Los minerales observados macroscópicamente de mayor a menor porcentaje fueron: piroxeno (50%), plagioclasas (20%), feldespato (15%) y cuarzo (15%). Cabe destacar la gran oxidación que presentan los minerales máficos. Los minerales presentan colores como el gris, verde oscuro, marrón oscuro y negro. La muestra se clasifica como Charnockita, teniendo en cuenta que dicha roca puede conseguirse como parte de las rocas asociadas a la provincia Geológica de Imataca.

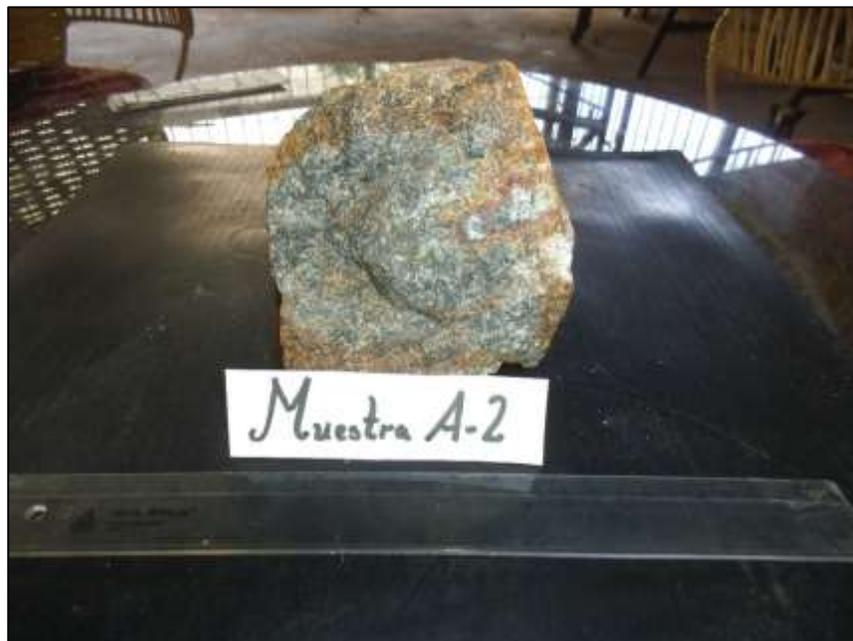


Figura 5.4 Muestra A-2

5.4.3 Muestra A-3

La roca (Figura 5.3) representa la muestra A-3, la muestra fue retirada en las coordenadas Este 435521 Norte 901174, punto 16, la muestra de mano describe una roca masiva y homogénea, pesada con poca meteorización. De composición intermedia a básica, de textura granoblástica, de tamaño de grano intermedio. Los minerales observados macroscópicamente de mayor a menor medida fueron: piroxeno (50%), plagioclasa (20%), feldespato (20%), óxidos de hierro (~5%) y cuarzo (~5%). Los colores observados de los minerales fueron verde, verde oscuro, marrón oscuro, negro, gris y blanco. Cabe destacar la oxidación de minerales máficos presentes en la roca. La muestra se clasifica como Charnockita.



Figura 5.5 Muestra A-3

5.4.4 Muestra A-4

La roca (Figura 5.4) representa la muestra A-4, esta se ubica en las coordenadas Este 435589 Norte 901195, punto 17, la muestra de mano describe una roca dura y compacta, pesada, altamente meteorizada, con zonas de oxidación de los minerales máficos presentes. De textura granoblástica, de tamaño de grano intermedio. Los minerales observados macroscópicamente de mayor a menor medida son: piroxeno (55%), plagioclasa (20%), feldespato (10%), oxidados de hierro (10%) y cuarzo (~5%). Los colores de los minerales presente en la roca son gris, negro, verde oscuro, marrón oscuro, rojo y anaranjado asociado al oxido. La muestra se clasifica como una Charnockita.

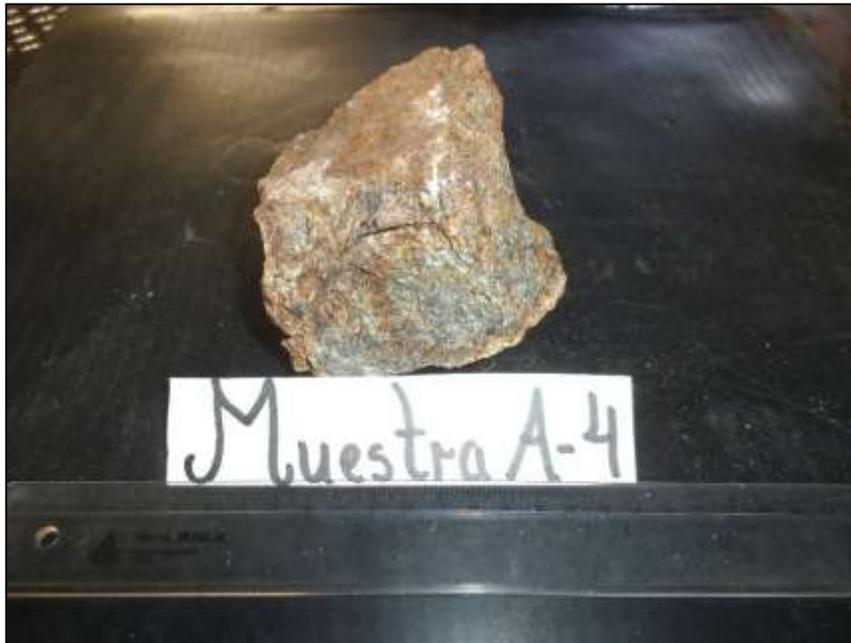


Figura 5.6 Muestra A-4

5.4.5 Muestra A-5

La roca (Figura 5.5) representa la muestra A-5, la muestra fue tomada en las coordenadas Este 435763 Norte 900928, punto 20. La muestra de mano describe una roca irregular, un poco pesada y compacta, poco meteorizada. De textura granoblástica, de tamaño de grano intermedio. Los minerales observados macroscópicamente de mayor a menor porcentaje fueron: piroxeno (45%), feldespato (25%), plagioclasa (20%), cuarzo (~5%), óxidos de hierro (~5%). Cabe destacar que en esta muestra se aprecia una mayor cantidad de minerales de colores marrón a marrón oscuro a diferencia de las demás, poco minerales de color gris, minerales de color verde oscuro y minerales de color negro. La muestra se clasifica como una Charnockita.



Figura 5.7 Muestra A-5

5.4.6 Muestra A-6

La roca (Figura 5.6) representa la muestra A-6, dicha muestra fue extraída en las coordenadas Este 435796 Norte 901281, punto 24. La muestra de mano describe una roca masiva, compacta y pesada. De textura granoblástica, de tamaño de grano grueso, medianamente meteorizada. Los minerales observados macroscópicamente de mayor a menor medida son: piroxeno (40%), plagioclasa (25%), feldespato (20%), cuarzo (10%) y óxidos de hierro (~5%). Los colores presente en los minerales con negro, gris oscuro, verde, verde oscuro, marrón y marrón oscuro. Cabe destacar la presencia de pequeños cristales bien desarrollados de color negro asociados a los piroxenos. Los colores rojos amarillo y anaranjado se deben a la oxidación de los minerales máficos. La muestra se clasifica como una Charnockita.



Figura 5.8 Muestra A-6

5.4.7 Muestra A-7

La roca (Figura 5.7) representa la muestra A-7, extraída en las coordenadas Este 435519 Norte 901162, punto 15. La muestra de mano describe una roca masiva, pesada. De textura granoblástica, de tamaño de grano intermedio. Los minerales que se pueden observar macroscópicamente de mayor a menor porcentaje son: piroxeno (35%), plagioclasa (30%), feldespato (20%), cuarzo (~5%), óxidos de hierro (~5%), pequeños cristales bien formados de piroxeno (~4%) y granate (~1%). Cabe destacar que existe una ligera concentración de color azul en la parte inferior de esta cara de la muestra, deduciendo que puede ser una zonación mineral. Los colores de los minerales que se observan son blanco, gris, gris oscuro, negro, verde, marrón y marrón oscuro. La muestra se clasifica como una Charnockita.



Figura 5.9 Muestra A-7

5.4.8 Muestra A-8

La roca (Figura 5.8) representa la muestra A-8, localizada en las coordenadas Este 435510 Norte 901427, punto 12. La muestra de mano describe una roca masiva, homogénea. De textura gneisica, de tamaño de grano de intermedio. Presentando un bandiamiento bastante claro. Los minerales que se pueden observar macroscópicamente de mayor a menor medida son cuarzo (30%), feldespato (30%), plagioclasa (25%) y biotita (15%). Cabe destacar que la tonalidad rosada en la muestra se debe en gran parte a la degradación del feldespato, además de, pequeñas tonalidades rojas, anaranjadas y amarillentas por parte de la oxidación de la biotita, presenta además, minerales de color blanco, gris y negro. La muestra se clasifica como un gneis feldespático cuyo protolito pudo haber sido: un sieno-granito o monzo-granito.



Figura 5.10 Muestra A-8

5.4.9 Muestra A-9

La roca (Figura 5.9) representa la muestra A-9, extraída en las coordenadas Este 435675 Norte 901380, punto 75. La muestra de mano describe una roca ligera y homogénea, de textura gneisica, con algunos cristales bien definidos con bordes irregulares, de tamaño de grano intermedio. Presenta bajo grado de bandeamiento, en donde se muestra pequeños minerales de color oscuro envuelto por una gran matriz blanca y grisácea. Los minerales visto macroscópicamente presentes en la roca de mayor a menor son: plagioclasa (50%), cuarzo (20%), feldespato (20%) y biotita (10%), cabe destacar que tanto el cuarzo como la plagioclasa abarcan la mayor parte de la matriz, esto puede deberse a los proceso de meteorización que ha sufrido la roca, dejándola pobre de los minerales de biotita y feldespato. La muestra se clasifica como un gneis plagioclásico cuyo protolito pudo haber sido un granito plagioclásico.



Figura 5.11 Muestra A-9

5.5 Descripción de las estructuras

La larga actividad tectónica que ha tenido la Provincia Geológica de Imataca, ha generado grandes cambios estructurales, entre ellos fallas, pliegues; y foliaciones en todos los cuerpos rocosos presentes en la zona, siendo uno de los principales factores en la geomorfología regional y local.

5.5.1 Falla

El área de estudio presenta un sistema de fallas (Apéndice A.7 y A.8), que se puede ubicar en la coordenadas Este 435617 y Norte 901364, de tipo dextral, en donde no se presenta desplazamientos vertical, sólo desplazamiento horizontal, entre dos (2) a diez (10) cm aproximadamente de desplazamiento, siendo este tipo de fallas transcurrentes o de desgarre.

5.5.2 Pliegue

En la superficie o alguna de las caras de los afloramientos en el área de estudio se puede observar los pliegues que han quedado descubiertos por la erosión y como se muestra en la Figura 5.12, ubicada en las coordenadas UTM Este 435553 Norte 901407, presenta un rumbo de N60°W. Normalmente las diaclasas en el área de estudio están asociadas a la dirección que presenta los pliegues al nivel regional. Con esta evidencia nos confirma la actividad tectónica y los esfuerzos que han sufrido las rocas a lo largo de la historia de la Provincia Geológica de Imataca.

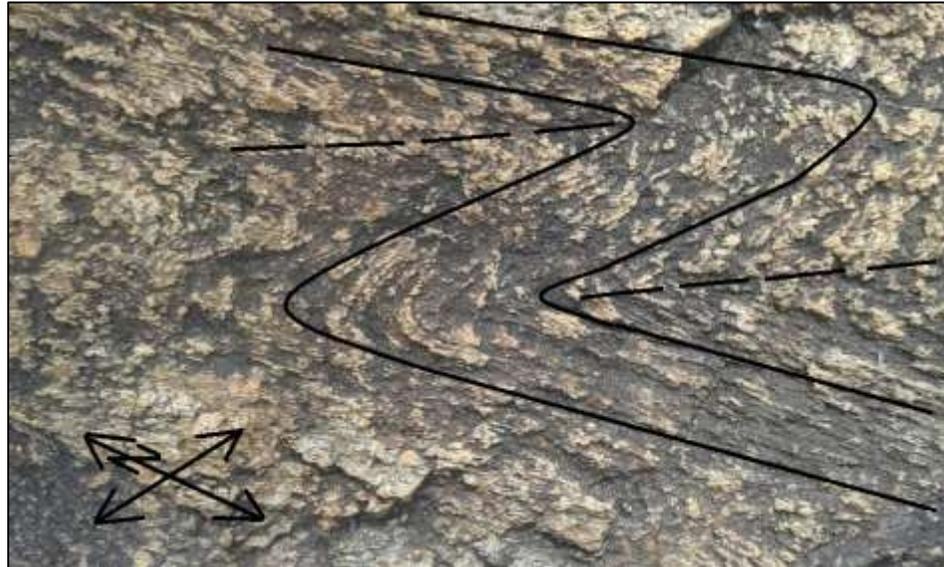


Figura 5.12 Pliegue originado por el metamorfismo de la roca

5.5.3 Foliación

La foliación se presenta en las rocas gnéissicas, de igual manera que la dirección de los pliegues y diaclasas observadas en campo (Figura 5.13), ubicada en las coordenadas E 435508 y N 901457 con rumbo N75°W lo cual es el régimen predominante es la Provincia Geológica de Imataca, como también algunas direcciones con rumbo E-W, encontradas en las coordenadas E 435792 N 901276.



Figura 5.13 Gneis con foliación predominante de la Provincia Geológica de Imataca

Tomando en cuenta los datos de dirección de lineamientos (fallas y diaclasas) que se midieron en los diferentes afloramientos en campo (Tabla 4.2), se realizó un diagrama de roseta para determinar la tendencia estructural presentes en el área de estudio (Figura 5.14), mostrando de esta manera las siguientes tendencias: a) dirección NW-SE con 12 lineamientos, con una tendencia angular de 20° - 30° y 40° - 60° ; b) dirección NE y SW con 6 lineamientos, con una tendencia angular entre 50° - 60° y 70° - 80° .

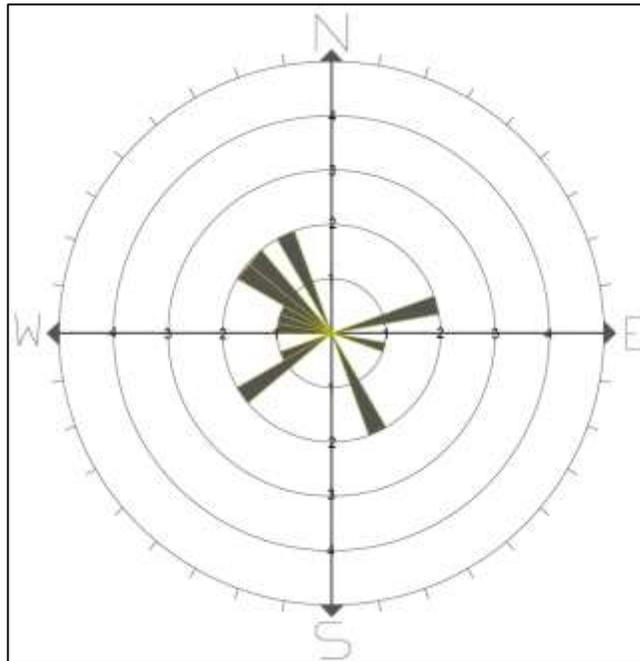


Figura 5.14 Diagrama de roseta indicando la dirección estructural de los lineamientos presentes en los afloramientos rocosos

5.6 Distribución de las litologías en el área de estudio

Se determinó el porcentaje aproximado que ocupa las litologías en el área de estudio, además de, su ubicación dentro del mapa (Anexo 1), y que presenta los siguientes porcentajes: a) coluviones, con un porcentaje aproximado del 60% y que se extiende de norte a sur, hasta entrar en contacto con los aluviones; b) aluviones, con un porcentaje aproximado de 15%, ocupando el espacio entre el río Orinoco y los coluviones en la zona sur del mapa; c) gneis feldespático, gneis plagioclásico, charnockita y granito biotítico, todos los afloramientos rocosos ocupan aproximadamente un 10% del área de estudio y se concentran principalmente en la zona centro y norte del mapa; d) laguna Playa Blanca, ocupa el porcentaje restante.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El área de estudio se encuentran conformadas geológicamente por rocas ígneas y metamórficas, afectadas por metamorfismo de alto grado asociado a la facies de granulita.
2. Según los análisis macroscópicos de las nueve (9) muestras, dieron como resultado: un (1) granito biotítico, seis (6) charnokitas, un (1) gneis feldespático y un (1) gneis plagioclásico biotítico. En comparación con las muestras estudiadas en las zonas cercanas por diferentes autores y la geología regional, se confirmó que los afloramientos presentes en el área de estudio son parte de afloramientos de la Provincia Geológica de Imataca.
3. La geomorfología del área de estudio está representada por cuatro tipos de relieve los cuales son: a) loma, en la zona centro norte del área de estudio; b) peniplanicie, abarcando la mayoría del área de estudio (aproximadamente el 60%); y c) vega, ubicada en la zona sur del área de estudio comprendida entre la depresión generada que existe al norte de la laguna Playa blanca y la llanura de inundación; d) Llanura de inundación, ubicada en las laderas del río Orinoco.
4. La ausencia de afloramientos de la Formación Mesa indica el alto grado de erosión que presenta la zona.
5. El drenaje es de tipo paralelo, concorde con la geomorfología del área de estudio, es importante señalar que las direcciones que toman los cursos de agua representan los posibles contactos litológicos no observados en profundidad.

6. De acuerdo a las mediciones realizadas en campo de las unidades y estructuras geológicas, entre ellas las diaclasas, fallas, fracturas, foliaciones y pliegues, están comprendidas dentro de la tendencia regional NW de la zona norte de la Provincia Geológica de Imataca.

Recomendaciones

1. No se encontró minerales de granates en los afloramientos de gneis y granulita. Se sugiere realizar análisis petrográficos en las rocas gneisiscas y granulíticas para descartar la posibilidad de una concentración o yacimiento de interés económico para la explotación de esta piedra preciosa.
2. Realizar una prospección en afloramientos cercanos, que presenten características de similares para descartar algún yacimiento no ubicado de este mineral.
3. Realizar mediciones más detalladas a la totalidad de las diaclasas presentes en el área de estudio.

REFERENCIAS

Corporación Venezolana de Guayana (CVG), Técnica Minera (TECMIN, 1989) **INFORME DE AVANCE NC-20-14**. Tomo I, II y III.

Cubas, P., & Oyarzun, R. (2009) **LÉXICO SOBRE PROCESOS Y ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS**. Chile, pp. 52.

Elorza, M. G. (2008) **GEOMORFOLOGIA**. Prentice Hall, Madrid, pp 156.

González de Juana, C. (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Ediciones Foninves. Tomo 1. Caracas, pp. 33-38.

Huang, W. T. (2009) **PETROLOGÍA**. Limusa, Mexico D.F, pp. 560.

Instituto Nacional de Estadística (2007) **INFORME GEOAMBIENTAL 2007 ESTADO ANZOATEGUI**. Barcelona, pp 88-89.

Mendoza, Vicente. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SURAMERICANO)**. Puerto Ordaz, pp. 30- 48 y 55-57.

Pérez, R. (2003) **PROYECTO EXPLORATORIO-EVALUATIVO CON FINES ORNAMENTALES DE LOS AFLORAMIENTOS GRANÍTICOS EN EL SECTOR MEDIO Y SUR DEL HATO “EL TORETE” DEL MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**. Ciudad Bolívar, pp 11-12, 17-18 y 33-34.

Petróleos de Venezuela S.A. – Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (PDVSA-Intevep) (1997) **CÓDIGO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**. [[http:// www.pdv.com/lexico](http://www.pdv.com/lexico)]

Rivas, R., Tremaria, D., (2004) **CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ESTRUCTURAL DE LOS GRANITOS CON FINES ORNAMENTALES UBICADOS EN LA ZONA HATO “EL TORETE SECTOR NORTE” DEL ESTADO BOLÍVAR**. Ciudad Bolívar, pp 22-31.

Wicander, R., & Monroe, J. S. (1999) **FUNDAMENTOS DE GEOLOGÍA 2ª EDICIÓN**. Internacional Thomson Editores, Mexico, P 440.

APÉNDICES

Apéndice A

Coordenadas UTM de los puntos tomados en campo para la creación del mapa topográfico

Apéndice A.1 Tabla de coordenadas UTM de los puntos tomados en campo para la creación del mapa topográfico.

Punto	Coordenadas UTM		Altura
	Este	Norte	
1	435246	901561	51
2	435278	901534	54
3	435307	901508	59
4	435307	901500	60
5	435288	901481	61
6	435437	901501	56
7	435475	901516	65
8	435492	901522	64
9	435517	901490	72
10	435532	901510	70
11	435508	901457	68
12	435510	901427	74
13	435516	901403	70
14	435479	901137	53
15	435519	901162	55
16	435521	901174	57
17	435589	901195	59
18	435723	901239	43
19	435803	901014	29
20	435763	900928	24
21	435831	901202	34
22	435863	901215	30
23	435792	901276	44
24	435796	901281	41
25	435745	901309	42
26	435711	901345	56
27	435672	901351	58
28	435617	901364	64
29	435553	901407	78
30	435557	901454	72

Punto	Coordenadas UTM		Altura
	Este	Norte	
31	435537	901498	70
32	435488	901488	69
33	435447	901499	62
34	435404	901509	56
35	435324	901585	52
36	435213	901561	49
37	435175	901599	45
38	435188	901640	44
39	435283	901669	41
40	435400	901706	43
41	435560	901740	40
42	435496	901651	41
43	435455	901586	52
44	435570	901552	50
45	435592	901497	50
46	435579	901423	70
47	435669	901397	54
48	435715	901369	52
49	435790	901346	40
50	435774	901236	41
51	435625	901225	50
52	435497	901180	56
53	435455	901253	60
54	435508	901294	62
55	435457	901317	65
56	435355	901295	63
57	435240	901235	52
58	435233	901291	60
59	435176	901303	56
60	435127	901257	47

Continuación Apéndice A.1 Tabla de coordenadas UTM de los puntos tomados en campo para la creación del mapa topográfico (continuación).

Punto	Coordenadas UTM		Altura
	Este	Norte	
61	435034	901286	43
62	435057	901344	44
63	435126	901443	46
64	435175	901534	47
65	434907	901028	28
66	435143	901027	12
67	435380	901027	20
68	435616	901027	14
69	435852	901026	28
70	434906	900807	13
71	435143	900807	14
72	435379	900806	16
73	435616	900806	16
74	435852	900806	12
75	435675	901380	54

Apéndice B

Fotografías panorámicas del área de estudio



Apéndice B.1 Fotografía panorámica de la geomorfología de peniplanicie 1



Apéndice A 2 Fotografía panorámica de la geomorfología de peniplanicie 2



Apéndice B.3 Fotografía panorámica con vista a la planta Propulso mostrando la inclinación del relieve, geomorfología de loma



Apéndice B.4 Foto panorámica con vista a la planta Propulso con enfoque a la pendiente del terreno, geomorfología de loma



Apéndice B.5 Foto panorámica con vista al sur, visualizando la laguna Playa Blanca y la depresión que existe entre la peniplanicie y la laguna, geomorfología de vega



Apéndice B.6 Foto panorámica con vista al norte, visualizando al noroeste el peaje norte del puente Angostura y al Este con la loma



Apéndice B.7 Foto panorámica del sistema de fallas



Apéndice B.8 Foto panorámica del sistema de fallas con dirección

ANEXOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

– 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS UBICADOS ENTRE EL PEAJE NORTE DEL PUENTE ANGOSTURA Y AL NORTE DE LA LAGUNA PLAYA BLANCA, PARROQUIA SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Henríquez Hernández Fernando Andrés	CVLAC	25.566.208
	e-mail	Fahh2908@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Caracterización macroscópica
Caracterización
Afloramientos rocosos
Afloramientos
Estudio macroscópico
Evaluación macroscópica
Análisis geológico

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

– 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Geología	Caracterización macroscópica

Resumen (abstract):

El presente trabajo consiste en reconocer e identificar los afloramientos ubicados en el municipio Independencia, estado Anzoátegui, entre la laguna Playa Blanca y el peaje norte del puente Angostura, con la finalidad de ampliar y complementar la geología del lugar. Se realizó un muestreo para determinar las características geológicas y la litología que aflora en el área de estudio. Durante las salidas de campo se obtuvieron un total de nueve (9) muestras de los afloramientos más representativos, asignándoles sus respectivas coordenadas de extracción; además de, determinar las tendencias estructurales presentes en el área de estudio. Luego de los análisis macroscópicos de las muestras se determinó cuatro litologías aflorantes principales, las cuales son: granito biotítico, charnockita, gneis feldespático y granulita félsica, este último como el único en presentarse como un cuerpo aislado, es importante resaltar la ausencia de afloramientos de la Formación Mesa, lo cual se le atribuye a la alta meteorización presente en la zona de estudio. Luego de las comparaciones con las muestras obtenidas por otros autores, dio como resultado que forman parte de la litología tipo de la Provincia Geológica de Imataca. El levantamiento topográfico del área se realizó utilizando GPS, brújula, altímetro e imágenes satelitales. Con la ayuda de los *software AutoCAD 2016* y *QGIS 3.4 Madeira* en conjunto con toda la data obtenida en campo se procedió a realizar el mapa geológico.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

– 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Ramírez, Henry	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	15.252.577
	e-mail	tesisudohr@gmail.com
	e-mail	
Monteverde, Francisco	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.192.676
	e-mail	monteverdefr@gmail.com
	e-mail	
Rivadulla, Rosario	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	3.825.175
	e-mail	rosario.rivadulla@gmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2020	01	21

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso

– 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS CERCANOS AL PUENTE ANGOSTURA.

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Municipio Independencia, Estado Anzoátegui

Temporal: 2020

Título o Grado asociado con el trabajo:

Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pregrado

Área de Estudio:

Departamento de Geología

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letdo el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE	
SISTEMA DE BIBLIOTECA	
RECIBIDO POR	<i>[Firma]</i>
FECHA	5/8/09
HORA	5:30

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLAÑOS CURVELO
Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo al Consejo Universitario, para su autorización."



AUTOR
Henríquez Fernando



TUTOR
Profesor Ramírez Henry