

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS  
AFLORAMIENTOS DEL CERRO “LA ENCARAMADA”  
SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO  
ANZOÁTEGUI**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LAS  
BACHILLERES CLAUDIMAR  
GAMERO Y ANGYBELL LARA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE DE 2018**

**NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA**



**ACTA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS DEL CERRO LA ENCARAMADA, SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI”** presentado por las bachilleres Claudimar Gamero y Angybell Lara, titulares de las cédulas de identidad N° V-26.048.818 y V- 24.796.592 respectivamente, como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

| Nombre                                                               | Firma                                             |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Profesor Henry Ramírez                                               |                                                   |
| _____<br>(Asesor)                                                    | _____                                             |
| _____<br>(Jurado)                                                    | _____                                             |
| _____<br>(Jurado)                                                    | _____                                             |
| Prof. Javier Ramos Madrid<br>Jefe del Departamento de Ing. Geológica | Prof. Francisco Monteverde<br>Director De Escuela |

En Ciudad Bolívar a los 20 días del mes de noviembre de 2018.

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien me guía en cada momento de mi vida.

Especialmente a mis padres, Maricela del Valle y Marcos Jesús, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida y por siempre estar a mi lado, dedicado a ustedes como un logro más de la familia.

A mis hermanos, Marcos David, Marcos Gabriel y Claudia Gabriela, quienes han sido y serán para mí una gran inspiración.

A mis sobrinas, Sofía Daniela y Anna Paula, quienes llegaron a mi vida para llenarla de amor, espero les sirva de inspiración en un futuro mis princesas.

*¡DEDICADO A TODOS USTEDES CON MUCHO CARÍÑO!*

***Claudimar E. Gamero C.***

## **DEDICATORIA**

Primordialmente a Dios Padre por ser mi guía, brindarme sabiduría y entendimiento para culminar mi carrera universitaria, por ser él quien me dio siempre la fuerza de continuar a pesar de los altos y bajos que tuvo este recorrido.

A mis Padres Nereida Sosa y José Lara por apoyarme y por ser para mí el mejor ejemplo de dedicación, constancia y amor, por sus palabras de aliento y sus sabios consejos que han hecho de mí la persona que soy hoy día. A mi Mamá-Abuela Sara por acompañare siempre en cada paso que daba, sé que desde el cielo esta regozante y orgullosa de este Triunfo.

A mis Hermanos y Hermanas Verónica, Angelina, Anyleida, Alexander y Cristian por su apoyo y amor incondicional. A mis Hermanas de vida Rosana y Luisiana que de una u otra manera han formado parte importante de esta etapa. A Octavio Elías que desde lo alto miras con orgullo esta victoria. Y a mí querida amiga Génesis Alfonzo por estar conmigo siempre en las buenas y malas. A mis hermosos sobrinos Fabián, Adonis, Valentina y Emmanuel que siendo tan pequeños han llegado a darme las más valiosas palabras de aliento y amor.

A mi Amiga y Compañera de Tesis Claudimar Gamero, que gracias a su apoyo y conocimiento hizo de esta experiencia una de las mas especiales. A mi Prima y Amiga Karla Lizardi y Marilis González por los momentos compartidos y bonitos recuerdos vividos. A estas personas que en poco tiempo dejaron huella en mi corazón: David Méndez, Marianne Infante, Marelis Parra, Abner Goite, Cristhian Rodríguez, José Palermo, Jeffrey Suárez y Carlos Montoya.

***Angybell C. Lara S.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por brindarnos la oportunidad de alcanzar esta meta.

A nuestros padres, porque sin su apoyo, sus enseñanzas, sus consejos y su amor incondicional nada de esto hubiese sido posible.

Gracias a nuestros hermanos, que con sus consejos nos han ayudado a afrontar los retos que se han presentado lo largo de este camino.

A la Universidad de Oriente por recibirnos y darnos acceso a vivir tantas experiencias, siempre orgullosas de pertenecer a la Casa más Alta.

Agradecemos a nuestro tutor académico el profesor Henry Ramírez, por su colaboración y paciencia en la realización de este trabajo.

A nuestras amigas incondicionales Karla Lizardi y Marilis González, este logro es en parte gracias a ustedes, ¡Las queremos hermas! Gracias por todos los buenos momentos y por los que vendrán.

A cada uno de los amigos y amigas que formaron parte de este recorrido universitario gracias por cada momento de alegría y felicidad que compartieron con nosotras.

.

*¡¡MIL GRACIAS!!*

***Angybell Lara y Claudimar Gamero.***

## RESUMEN

En la parte Sur del estado Anzoátegui, Municipio Independencia, a orillas del Río Orinoco, en la población de Soledad se encuentra un afloramiento que desde el punto de vista geológico revisten gran importancia debido a su complejidad estructural y potencialidad geoeconómico, por estas razones se seleccionó esta región como base del estudio para la realización de este trabajo de grado. El objeto de la investigación es caracterizar a manera de inventario geológico el afloramiento Cerro La Encaramada y áreas aledañas, donde afloran rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca, y los sedimentos del reciente. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de cuatro (4) etapas. La primera fue la etapa de oficina, la cual consistió en la recopilación de información cartográfica y bibliográfica del área. La segunda etapa fue de trabajo de campo en el cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento tales como foliaciones, diaclasas, fallas geológicas y vetas de cuarzo. Durante esta etapa también se hizo la recolección y marcado de 8 muestras de rocas y su ubicación con GPS. La cuarta etapa fue la discusión de los resultados. Basado en las observaciones de campo, toda la masa granítica del Cerro La Encaramada está compuesta por 3 litologías, cuyos nombres de campo son gneises graníticos cuarzo-biotíticos, gneises pegmatíticos y charnockitas. También, durante los recorridos de campo, se midieron 16 estructuras. Esta condición de fracturamiento indica que el material no debe ser considerado como roca ornamental, si no como agregado de construcción o material de préstamo. Finalmente se calculó el volumen de afloramiento, el cual fue de 467.214 m<sup>3</sup>. Se recomienda hacer una geología de detalle, con la toma de más muestras de rocas y realizar análisis petrográficos.

# CONTENIDO

|                                                                   | Página |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| UNIVERSIDAD DE ORIENTE .....                                      | i      |
| ACTA DE APROBACIÓN.....                                           | ii     |
| DEDICATORIA .....                                                 | iii    |
| AGRADECIMIENTOS .....                                             | v      |
| RESUMEN.....                                                      | vi     |
| CONTENIDO .....                                                   | vii    |
| LISTA DE FIGURAS .....                                            | x      |
| LISTA DE TABLAS.....                                              | xi     |
| LISTA DE ANEXOS .....                                             | xii    |
| INTRODUCCIÓN .....                                                | 1      |
| <br>CAPÍTULO I.....                                               | <br>3  |
| SITUACIÓN A INVESTIGAR .....                                      | 3      |
| 1.1 Situación objeto de estudio.....                              | 3      |
| 1.2 Objetivo de la investigación .....                            | 4      |
| 1.2.1 Objetivo general.....                                       | 4      |
| 1.2.1 Objetivo específicos.....                                   | 4      |
| 1.3 Justificación de la investigación.....                        | 5      |
| 1.4 Alcance de la investigación .....                             | 5      |
| 1.5 Limitaciones de la investigación .....                        | 5      |
| <br>CAPÍTULO II .....                                             | <br>6  |
| GENERALIDADES .....                                               | 6      |
| 2.1 Ubicación geográfica.....                                     | 6      |
| 2.2 Accesibilidad .....                                           | 7      |
| 2.3 Características físicas y naturales del área de estudio ..... | 8      |
| 2.3.1 Precipitación .....                                         | 8      |
| 2.3.2 Temperatura .....                                           | 8      |
| 2.3.3 Humedad.....                                                | 9      |
| 2.3.4 Vientos .....                                               | 9      |
| 2.3.5 Evaporación. ....                                           | 9      |
| 2.3.6 Vegetación .....                                            | 9      |
| 2.3.7 Geomorfología .....                                         | 11     |
| 2.3.8 Suelos.....                                                 | 12     |
| 2.4 Geología regional .....                                       | 13     |
| 2.4.1 Faja de Ciudad Bolívar .....                                | 14     |
| 2.5 Geología Local .....                                          | 14     |
| 2.5.1 Provincia Geológica de Imataca .....                        | 14     |
| 2.5.2 Formación Mesa .....                                        | 17     |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.5.3 Sedimentos Recientes .....                          | 18 |
| CAPÍTULO III .....                                        | 19 |
| MARCO TEÓRICO.....                                        | 19 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación.....                 | 19 |
| 3.2 Fundamentos teóricos.....                             | 20 |
| 3.2.1 Metamorfismo.....                                   | 20 |
| 3.2.2 Factores del metamorfismo.....                      | 21 |
| 3.2.3 Tipos de Metamorfismo.....                          | 22 |
| 3.2.4 Minerales índices y grados metamórficos .....       | 24 |
| 3.2.5 Texturas Metamórficas .....                         | 25 |
| 3.2.6 Afloramiento .....                                  | 25 |
| 3.2.7 Rocas.....                                          | 26 |
| 3.2.8 Deformación .....                                   | 27 |
| 3.2.9 Estructuras geológicas .....                        | 29 |
| CAPÍTULO IV.....                                          | 32 |
| METODOLOGÍA DE TRABAJO .....                              | 32 |
| 4.1 Tipo de investigación .....                           | 32 |
| 4.2 Diseño de investigación.....                          | 32 |
| 4.2.1 Diseño documental .....                             | 32 |
| 4.2.2 Diseño de campo.....                                | 33 |
| 4.3 Población de la investigación .....                   | 33 |
| 4.4 Muestra de la investigación .....                     | 33 |
| 4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 34 |
| 4.5.1 Técnicas de recolección de datos .....              | 34 |
| 4.5.2 Instrumentos de recolección de datos .....          | 34 |
| 4.6 Etapas de la investigación .....                      | 34 |
| 4.7 Etapa I: Recopilación de la información .....         | 35 |
| 4.7.1 Recopilación documental y bibliográfica .....       | 35 |
| 4.7.2 Recopilación cartográfica .....                     | 36 |
| 4.8 Etapa II: Trabajo de campo .....                      | 36 |
| 4.8.1 Ubicación y reconocimiento del afloramiento.....    | 36 |
| 4.8.2 Levantamiento topográfico .....                     | 37 |
| 4.8.3 Levantamiento geológico.....                        | 37 |
| 4.8.4 Recolección de muestras de rocas .....              | 39 |
| 4.9 Etapa III: Trabajo de laboratorio .....               | 40 |
| 4.9.1 Elaboración del mapa geológico.....                 | 41 |
| 4.10 Etapa IV: Discusión de los resultados .....          | 41 |
| 4.10.1 Interpretación de los datos .....                  | 41 |
| 4.10.2 Conclusiones y recomendaciones .....               | 41 |
| 4.10.3 Redacción del informe final.....                   | 42 |



|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO V .....                                                                                                              | 43 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....                                                                                  | 43 |
| 5.1 Describir las unidades litológicas presentes en el área de estudio, por medio de la observación de muestras de mano. .... | 43 |
| 5.1.1 Litologías .....                                                                                                        | 45 |
| 5.2 Describir la geomorfología del área, mediante las observaciones de campo y la interpretación del mapa topográfico .....   | 47 |
| 5.2.1 Montaña .....                                                                                                           | 48 |
| 5.2.2 Planicies .....                                                                                                         | 49 |
| 5.3 Caracterización estructural los afloramientos rocosos, mediante levantamiento geológico de superficie .....               | 50 |
| 5.3.1 Foliaciones .....                                                                                                       | 51 |
| 5.3.2 Sistemas de diaclasas .....                                                                                             | 52 |
| 5.3.3 Falla geológica .....                                                                                                   | 53 |
| 5.3.4 Vetas de cuarzo .....                                                                                                   | 54 |
| 5.4 Analizar las tendencias de las estructuras en el cerro La Encaramada, mediante un diagrama de rosas .....                 | 55 |
| 5.5 Calcular el volumen de roca aflorante en el Cerro La Encaramada, a través del programa Surfer 8.0.....                    | 56 |
| 5.6 Realizar el mapa geológico – estructural de la zona de estudio a escala 1:1200 .....                                      | 57 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                                                                           | 59 |
| REFERENCIAS .....                                                                                                             | 61 |
| ANEXOS.....                                                                                                                   | 63 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                          | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2016).....                                                                                            | 6      |
| 2.2 Camino de tierra usado para acceder al Cerro La Encaramada. ....                                                                                     | 7      |
| 2.3 La Vegetación predominante, hacia las partes altas, está representada por<br>arbustos y vegetación antrópica. ....                                   | 10     |
| 2.4 Vegetación baja representada por pajonales, hacia la orilla del río. ....                                                                            | 11     |
| 2.5 Extensión de Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2005). ....                                                                                 | 15     |
| 4.1 Etapas de la metodología del trabajo.....                                                                                                            | 35     |
| 4.2 Reconocimiento del Cerro La Encaramada. Nótese la pátina y el<br>fracturamiento. ....                                                                | 37     |
| 4.3 Revisión de una veta de cuarzo, en la ladera del Cerro La Encaramada. ....                                                                           | 38     |
| 4.4 Mediciones de una falla y foliaciones sobre afloramientos rocosos del Cerro La<br>Encaramada. ....                                                   | 38     |
| 4.5 Muestra de gneis granítico cuarzo-feldespático recolectado en el Cerro La<br>Encaramada. ....                                                        | 39     |
| 4.6 Descripción macroscópica de las muestras de rocas recolectadas en el Cerro La<br>Encaramada. ....                                                    | 40     |
| 5.1 Ubicación de las estaciones geológicas anotadas en el Cerro La Encaramada. .                                                                         | 45     |
| 5.2 Textura bandeada observada en muestras del Cerro La Encaramada,<br>denominada gneis granítico cuarzo-biotítico. ....                                 | 46     |
| 5.3 Textura de augen de una muestra de roca denominada en campo gneis<br>pegmatítico. ....                                                               | 46     |
| 5.4 Muestra de roca denominada en campo Charnockita. ....                                                                                                | 47     |
| 5.5 Sedimentos depositados por el Río Orinoco durante la última crecida. ....                                                                            | 48     |
| 5.6 Relieve de montaña, con inclinación superior a 45 %. Nótese el movimiento de<br>bloques pendiente abajo, por efecto de la gravedad. ....             | 49     |
| 5.7 Relieve de planicie, con pendiente entre 0 % y 4 %, compuesta de llanuras de<br>inundación. ....                                                     | 50     |
| 5.8 Plano de foliación medido sobre el afloramiento. Nótese que la foliación y el<br>diaclasamiento tienen direcciones diferentes. ....                  | 52     |
| 5.9 Intersección entre planos de fallas. Nótese que el evento de dirección N55°<br>60°W , es cortado y desplazado por el evento de dirección N80°E. .... | 53     |
| 5.10 Falla inversa medida en la zona de estudio. ....                                                                                                    | 54     |
| 5.11 Algunas vetas de cuarzo lechoso, cartografiadas durante las actividades de<br>campo. ....                                                           | 54     |
| 5.12 Diagrama de rosas basado en mediciones de campo. ....                                                                                               | 56     |
| 5.13 Modelo tridimensional con Surfer 8.0 del Cerro La Encaramada. ....                                                                                  | 56     |
| 5.14 Mapa geológico generalizado del sector La Encaramada y sus alrededores. ...                                                                         | 58     |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                              | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.1 Coordenadas UTM del área de estudio (Datum Regven, zona 20).....                         | 7      |
| 4.1 Ubicación de las muestras de rocas del Cerro La Encaramada y sus alrededores.<br>.....   | 40     |
| 5.1 Estaciones geológicas levantadas en el Cerro La Encaramada y zonas aledañas.<br>.....    | 43     |
| 5.2 Ubicación de las estructuras medidas en el Cerro La Encaramada y zonas<br>aledañas. .... | 50     |
| 5.3 Descripción macroscópica de las muestras de rocas del sector Encaramada.....             | 57     |

## **LISTA DE ANEXOS**

1. MAPA GEOLÓGICO DEL CERRO LA ENCARAMADA.
2. MAPATOPOGRÁFICO CON UBICACIÓN DE MUESTRAS DEL CERRO LA ENCARAMADA.

## INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, se ha observado con el avance de la civilización, que la demanda de los bienes y servicios ha venido incrementándose, de manera exponencial, por consiguiente, se ha hecho cada día más imperativo la extracción y explotación de los recursos minerales de la corteza terrestre, como una de las necesidades para el desarrollo del hombre.

Debido a la composición mineralógica, petrográfica y complejidad estructural de las rocas de la región sur oriental del país, específicamente del Estado Bolívar en su mayoría de la Provincia Geológica de Imataca, hace que desde el punto de vista geológico, revista gran importancia en pro del desarrollo del subsector minero, ya que el país posee gran potencial en ese sentido, considerando su nueva política de apertura a inversiones extranjeras, a su deseo de exportar productos no tradicionales, incrementar el empleo de la mano de obra y generar riquezas; es esta una gran oportunidad de satisfacer estas nuevas políticas y deseos.

El objeto de esta investigación, es la caracterización geológica y estructural de las rocas aflorantes en el Cerro La Encaramada, ubicado en el Municipio Independencia del estado Anzoátegui, ayudándonos en la hoja cartográfica de Ciudad Bolívar 7440 – II – NE a escala 1:25.000., con el propósito de demostrar si este afloramiento puede ser rentable a la hora de ser explotado.

Para tales fines este estudio se sustenta en la geología de superficie, descripciones macroscópicas de muestras, interpretación de la hoja cartográfica del área de estudio, con lo cual se logrará definir y evaluar los recursos de interés económico existentes, con miras a su futura explotación.

La presente investigación está diseñada de la siguiente forma: Capítulo I: destaca la situación a investigar y los objetivos que permitieron llevar a cabo la

investigación; Capítulo II, donde se describen las generalidades y características físico-naturales del área de estudio, además de darse un bosquejo general de la geología reinante en la zona; Capítulo III, donde se encuentra un compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la indagación a realizar; Capítulo IV, en el cual se detalla el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo la indagación y el Capítulo V, donde se muestran los resultados obtenidos de la investigación, los cuales son reflejados en las conclusiones.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Situación objeto de estudio**

El Escudo de Guayana, que se compone de las Provincias Geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima, forma parte del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sur América, que se extiende por el Norte de Brasil, las Guayanas, remanentes precámbricos de Colombia y Bolivia; y estaba unido a África Occidental hasta la ruptura de la Pangea hace unos 200 m.a.

El Escudo de Guayana se localiza al Sur del Río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela con rocas tan antiguas como granulitas y charnockitas del complejo de Imataca y tan jóvenes como kimberlitas eclogíticas de Guaniamo (Mendoza, 2005).

Realizar el estudio geológico y evaluación del Cerro La Encaramada ubicado en el municipio Independencia del estado Anzoátegui se lleva a cabo con la finalidad de conocer el potencial de las rocas para ser utilizadas como material de construcción, además de actualizar la información geológica debido a que la cartografía geológica de detalle es muy escasa; existen áreas donde los mapas muestran la unidad litoestratigráfica y el conjunto de rocas que conforman esa unidad, pero en este caso se encuentran mapas a escala regional de estudios donde se observa el complejo de Imataca pero no el tipo litológico exacto del lugar.

## **1.2 Objetivo de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar Geológicamente los afloramientos del Cerro “La Encaramada” Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui.

### **1.2.1 Objetivo específicos**

En función de alcanzar el objetivo planteado, se deben cubrir los siguientes objetivos específicos:

1. Describir las unidades litológicas presentes en el área de estudio, por medio de la observación de muestras de mano.
2. Describir la geomorfología del área, mediante las observaciones de campo y la interpretación del mapa topográfico.
3. Caracterizar estructuralmente los afloramientos rocosos, mediante el levantamiento geológico de superficie.
4. Analizar las tendencias de las estructuras en el cerro La Encaramada, mediante un diagrama de rosas.
5. Calcular el volumen de roca aflorante en el cerro La Encaramada, a través del programa Surfer 8.0.
6. Realizar el mapa geológico – estructural de la zona de estudio a escala 1:1200.



### **1.3 Justificación de la investigación**

Debido a la ausencia de conocimiento de la litología y estructuras presentes en el Cerro La Encaramada, se justifica esta investigación como un aporte de conocimiento para enriquecer y actualizar la información de la geología del Escudo de Guayana por ser el Cerro la Encaramada parte de este

### **1.4 Alcance de la investigación**

Este proyecto de investigación está basado estrictamente en la caracterización geológica de las rocas aflorantes en el cerro la Encaramada para describir macroscópicamente su litología y la tendencia de las estructuras presentes las cuales serán representadas en un mapa geológico – estructural, con el fin de aportar conocimiento de la zona para futuras investigaciones.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

La principal limitación de esta investigación, es la ausencia de equipos en los laboratorios de la Universidad de Oriente, los cuales se requieren para realizar ensayos a las muestras tomadas en campo, lo que hace que la investigación se centre solo en un estudio macroscópico.

Es también una limitación la poca seguridad que nos brinda el área de estudio, impidiendo cubrir una extensión mayor y realizar el trabajo de campo con tranquilidad

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Población de Soledad, estado Anzoátegui, a orillas del Río Orinoco. (Figuras 2.1).

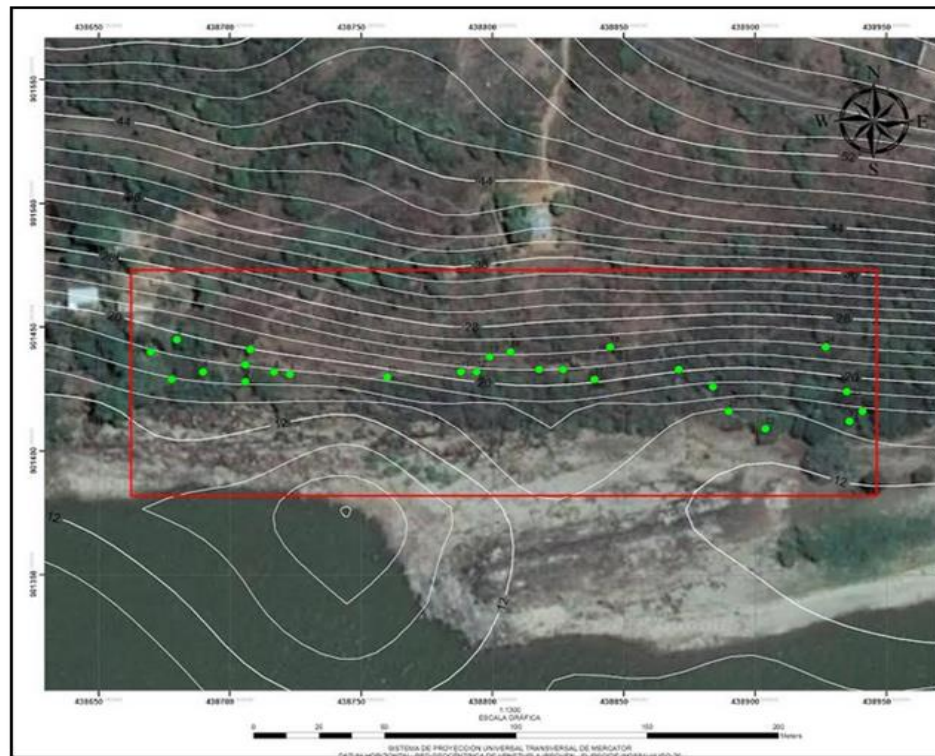


Figura 2.1 Ubicación de la zona de estudio (Google Earth, 2018).

El área conforma un rectángulo que abarca un área de 149.100 m<sup>2</sup>, limitado por una poligonal cerrada, cuyos vértices se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Coordenadas UTM del área de estudio (Datum Regven, zona 20).

| Puntos | Coordenadas Este (m) | Coordenadas Norte (m) |
|--------|----------------------|-----------------------|
| A      | 438663               | 901473                |
| B      | 438946               | 901473                |
| C      | 438946               | 901382                |
| D      | 438663               | 901382                |

## 2.2 Accesibilidad

El acceso al área de estudio, se realizó vía terrestre, a través de la carretera Nacional Ciudad Bolívar-El Tigre. Al cruzar el Puente Angostura, se hace un desvío, al Sur, hacia la población de Soledad. El afloramiento La Encaramada se ubica en el casco histórico del poblado, a orilla del Río Orinoco.

Al llegar al Casco histórico de Soledad, existen varios caminos, por donde se accede hacia la parte alta del cerro, además existe un camino pavimentado, usado para el mantenimiento de una torre de comunicación (Figura 2.2).

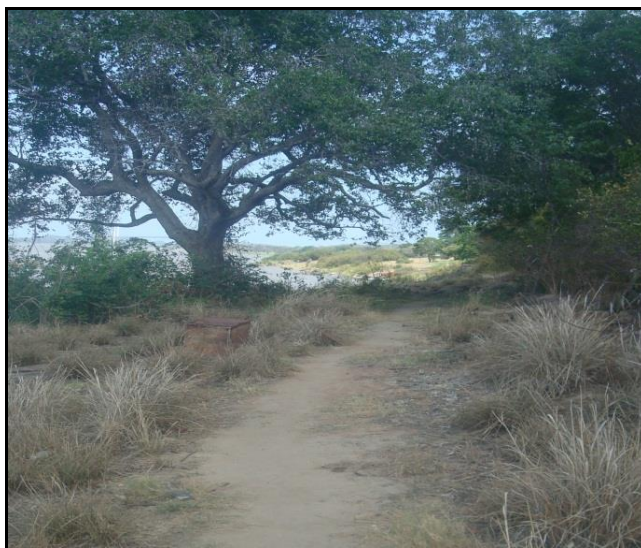


Figura 2.2 Camino de tierra usado para acceder al Cerro La Encaramada.

## **2.3 Características físicas y naturales del área de estudio**

Las consideraciones climatológicas se hacen en base a los datos obtenidos en la Estación Meteorológica Ciudad Bolívar, perteneciente a La Fuerza Aérea Venezolana (FAV), durante el periodo 1997 a 2006; mientras que la información recopilada de las características físicas naturales del área antes mencionado y las poblaciones que se encuentran en los alrededores, fue tomado de los reportes de avance realizado por La Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G. TECMIN,1991) con hoja de radar NC-20-14 donde se habla de la vegetación, fauna, flora, suelo y geomorfología que predomina en la zona donde se lleva acabo dicho trabajo. Las visitas planificadas al campo complementaron los datos de este capítulo.

### **2.3.1 Precipitación**

En el área de estudio la precipitación promedio anual, se registró entre los 530 y 1400mm, siendo junio y julio los meses más lluviosos, la época seca abarca los meses de noviembre hasta abril. El clima predominante corresponde a tropical de sabana, las máximas temperaturas se presentan inmediatamente antes de la estación lluviosa (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

### **2.3.2 Temperatura**

Varía entre los 26 y los 30°C, estas variedades climáticas son representadas por las temperaturas de lluvia y sequía, presentando en altas y variadas formas, como la gran cantidad de lluvias por las altas temperaturas que causan una fuerte evaporación, arribando unos 1136 mm anuales, estas altas cantidades, favorecen la presencia de ríos de grandes volúmenes como el Orinoco e intermitentes o menores. Las temperaturas que se registran en todo el sector son debido a la saturación en plena zona intertropical y por la poca altitud. La temperatura promedio anual es de 26 °C

con las mayores temperaturas para los meses de marzo, octubre y noviembre y las menores temperaturas en los meses de Julio y Agosto (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

### **2.3.3 Humedad**

Los valores de la humedad tenemos las máximas medias ocurridas en los meses de junio, julio y agosto, y las humedades mínimas medias se presentan en los meses de febrero, marzo y abril (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

### **2.3.4 Vientos**

La dirección predominante de los vientos durante el año es Este – Sureste, con velocidad promedio de 107 Km/h, representando las velocidades máximas en el periodo febrero – marzo y las velocidades mínimas en el periodo septiembre – octubre (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

### **2.3.5 Evaporación.**

La evaporación media anual se ha estimado en 1136 mm, en el cual el periodo de mayor evaporación está comprendido entre los meses de enero a mayo, con valores medios mensuales entre 119 y 199 mm, ocurriendo en el mes de marzo la máxima evaporación (Estación F.A.V, periodo 1997-2006).

### **2.3.6 Vegetación**

La vegetación predominante en el área de estudio es de sabanas con presencia de lomas y relieves suaves, la flora que se desarrolla vida vegetal en la zona en su

totalidad son arboles de alcornoque, árboles frutales como es el caso de Mango, Guayaba, Níspero, Moriche entre otras (C.V.G TECMIN, 1991).

Las condiciones que posibilitan la vida de estas especies vegetales se debe en gran medida a características físicas, químicas, y biológicas de unos sedimentos muy evolucionados, íntimamente relacionados a la meteorización química y físicas de rocas antiguas de la Provincia Geológica de Imataca (C.V.G. TECMIN, 1991) (Figura 2.3)



Figura 2.3 La Vegetación predominante, hacia las partes altas, está representada por arbustos y vegetación antrópica.

Hacia las partes bajas, a orillas del Orinoco, predomina una vegetación gramínea rala y mogotes de paja peluda (Figura 2.4).





Figura 2.4 Vegetación baja representada por pajonales, hacia la orilla del río.

### **2.3.7 Geomorfología**

La presencia de diferentes tipos de formaciones geológicas, de distinta litología y estructura, sometidas a los efectos de un intenso tectonismo y a la acción de los agentes climáticos, ha impulsado profundos procesos de modelado de la corteza terrestre, resultando un relieve general, caracterizado por grandes contrastes y plasmado en un exuberante paisaje, conformado típicamente por llanuras y penillanuras, que son las formas de tierra predominantes.

Las unidades geomorfológicas encontradas en la zona de estudio son las montañas y planicies y las zonas de inundación.

### **2.3.7.1 Montañas**

Se desarrolla fundamentalmente sobre rocas graníticas muy diaclasadas, lo que ha traído como consecuencia, una mayor intensidad de los procesos erosivos, generando una disección fuerte. La topografía general se presenta accidentada, con fuertes desniveles, el drenaje es dendrítico denso. La vegetación conforma un bosque mediano, con densidad media de cobertura.

### **2.3.7.2 Planicie y zonas de inundación**

Está caracterizada por presentar alturas máximas que apenas alcanzan los 108 metros, conformadas por superficies planas con pendientes suaves de 0% a 4%. Presenta un perfil topográfico rectilíneo, sin desniveles significativos y un micro-relieve irregular con surcos (C.V.G. TECMIN, 1991).

Genéticamente la mayoría de las zonas de inundación tienen un carácter combinado deposicional- residual. Las planicies deposicionales - residuales presentan características que dependen de los procesos tectónicos y de meteorización ocurridos en el basamento granítico, sobre el que se depositó un manto superficial de sedimentos aluviales y coluviales (C.V.G. TECMIN, 1991).

Estos mantos, generalmente se generan en épocas de invierno, donde el Orinoco arrastra sedimentos y otros materiales y los deposita en las orillas, formando playas o playones, a ambos márgenes de su cauce.

### **2.3.8 Suelos**

El suelo se presenta el área de estudio está constituido por diferentes capas de los cuales en un segundo lugar está el orden de los Inceltisoles reportándose en ámbitos bioclimáticos particularmente en paisajes de lomeríos, pleniplanicie. Dichos



suelos se han desarrollado en rocas de la Provincia de Imataca y sedimentos Aluvio – Coluviales muy lixiviados provenientes de la alteración de dichas rocas (C.V.G. TECMIN, 1991)

## **2.4 Geología regional**

El Escudo de Guayana se localiza al sur del Río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela, con rocas tan antiguas como 3.41 Ga (granulitas y charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como 0.711 Ga (kimberlitas eclogíticas de Guaniamo), que registran en buena parte una evolución geotectónica similar a la de otros escudos precámbricos en el mundo, con al menos ruptura de supercontinentes en 2.4-2.3 Ga (Guayanensis), 1.6-1.5 Ga (Atlántica-Caura), 0.8-0.7 Ga (Rodinia) y 0.2 Ga (Pangea).

En particular, el Escudo de Guayana, que se compone de las provincias geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima, forma parte del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sur América, que se extiende por el Norte de Brasil, las Guayanas, remanentes precámbricos de Colombia y de Bolivia y estaba unido a África Occidental hasta la ruptura de la Pangea, hacen unos 200 Ma.

Ascanio, G. (1975) postulo que la parte del Complejo de Imataca está formada por varias fajas tectónicas que representan micro continentes que por deriva chocaron unos con otros con obducción, quedando separados entre sí por varios corrimientos. Ascanio denomino a estas fajas como:

1. Faja de La Encrucijada
2. Faja de Ciudad Bolívar
3. Faja de Santa Rosa
4. Faja de La Naranjita
5. Faja de La Ceiba

6. Faja de Laja Negra

7. Faja de Cerro Bolívar

#### **2.4.1 Faja de Ciudad Bolívar**

Constituida por gneises cuarzo-feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolitas. Contiene formaciones de hierro de grano medio. Esta faja reposa sobre la Faja de La Encrucijada, el contacto está definido por una intercalación de gneises y anfibolitas de grano fino que descansan sobre las rocas cuarzo-feldespáticas de grano grueso de la faja de La Encrucijada (Ascanio, G. 1975).

### **2.5 Geología Local**

#### **2.5.1 Provincia Geológica de Imataca**

En Venezuela caracterizada por granulitas, anfibolitas y migmatitas se componen de granulitas y gneises félsicos hasta en un 60%; granulitas máficas y ultramáficas, hasta en un 20% y cantidades menores de anfibolitas, migmatitas, cuarcitas, BIF, mármoles plataformales poco profundos con depósitos asociados de manganeso, charnockitas y anortositas ricas en cromo, gabros con níquel y cobre, equivalentes metamorfizados de komatitas y/o peridotitas ricas en níquel, equivalentes de piroxenitas con níquel, cromo, platinoideos y rocas graníticas tonalíticas (Mendoza, V. 2005).

Estas granulitas han sido interpretadas como originadas por colisión de arcos y/o microcontinentes pre 2.7Ga rocas supracostrales e intrusivas dragadas rápidamente a gran profundidad donde alcanzaron facies anfibolita/granulita con intrusiones, cizallamientos y levantamientos isostáticos posteriores. En Barbeton, Sur África, y en otras zonas los CRV granitos sódicos, por antiguos que sean descansan

casi siempre sobre granulitas y anfibolitas más antiguos (Glikson, 1976 en Mendoza, V. 2005).

Imataca con gneises anfibolíticos y granulitas, son consideradas por Cordani y otros (2000), Tassinari y otros (2000), en Mendoza, V. 2005; como alóctonos, bien sea en terrenos arqueozoicos o bien sea en áreas proterozoicas.

Litológicamente la PI 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 (BIF), dolomitas, charnockitas, anortositas, granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menos metamorfizados y más jóvenes CRV-TTG gnéisicos (El Torno-Real Corona) (Mendoza, V.2005) (Figura 2.5).

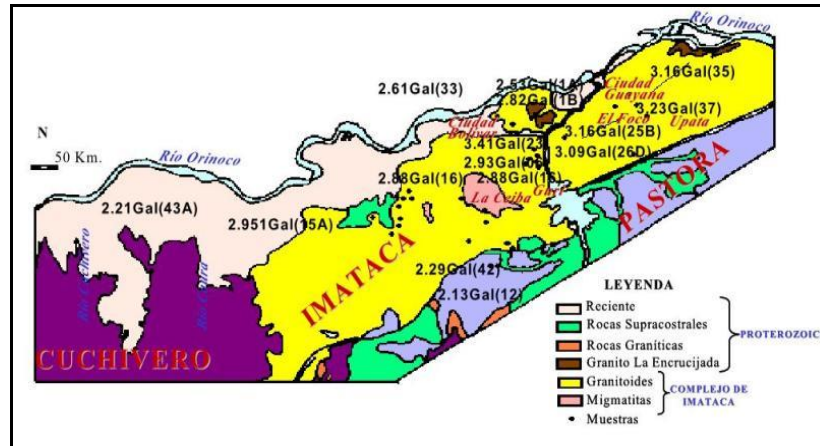


Figura 2.5 Extensión de Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2005).

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 750 °C-850 °C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8.5 Kbs, equivalentes a menos de 30 Km de presión de roca), hacia la zona de Guri, con anfibolitas, granulitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650°-

700°C y presiones de 4 a 7 Kbs, o sea menores de 20 Kms de espesor de rocas). Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan (Mendoza, V. 1974) como evolucionados primitivos CRV y complejos graníticos potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamorfizados hasta alcanzar las facies anfibolita y granulita y sufrir luego parcialmente metamorfismo retrógrado, registrando toda la historia evolutiva del escudo (Mendoza, V. 2005).

Cerro Piacoa desde el punto de vista geológico forma parte de la Provincia Geológica de Imataca la cual está conformada por una secuencia metamórfica ácida, asociada a granitos, charnockitas, granulitas, gneises y esquistos básicos (Mendoza, V. 2005).

Mendoza, V. (2000), designa a la Provincia de Imataca con el nombre Provincia Estructural Bolívar e indica que aparece de nuevo hacia el sureste en las montañas de Kanakú, Guayana, en el río Saramaca, Suriname y en la isla de Cayana, Guyana Francesa. Además, hace un recuento de todas las edades radiométricas en el Escudo de Guayana en Suramérica y reporta que la edad más antigua para el Complejo de Imataca es de 3500 - 3700 m.a., por el método U-Pb, mientras que las rocas más jóvenes son de composición granítica, las cuales arrojan edades entre 1200 - 800 m.a., determinado por el método potasio-argón

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 NW, mientras que en la parte Sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70E el cual es predominante regionalmente, aproximadamente paralelas a la falla de Gurí (Mendoza, V. 2005).

### **2.5.2 Formación Mesa**

La Formación Mesa consiste en arenas de granos gruesos y gravas con aglomerante ferruginoso, cementadas; y muy duras, conglomerados rojos a casi negro, arenas blanco amarillentas, roja purpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla arenosa y lentes de limolita. Es producto de una sedimentación fluviodeltaíca y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el Este en la misma forma que hoy avanza el delta del río Orinoco. El mayor relieve de las cuencas septentrionales desarrollo abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clástica de granos más grueso, mientras que desde el Sur el aporte principal era de arenas, por otro lado, se postula que los sedimentos de la Formación representan depósitos torrenciales y aluviales, contemporáneo con un levantamiento con la serranía del interior (PDVSA-INTEVEP, 1997).

Se extiende por los llanos centro occidentales y orientales (estados, Guárico, Anzoátegui, Monagas) encontrándose algunos afloramientos en los estados Bolívar y Sucre inmediatamente al sur del río Orinoco, el espesor es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluviodeltaíca que avanza de Oeste a Este por el avance de los sedimentos deltaicos (PDVSA-INTEVEP, 1997).

En Ciudad Bolívar los espesores de la Formación Mesa son muy variables y los máximos encontrados se encuentran en el hipódromo donde alcanza 120 metros, parte de este espesor corresponde a la Formación Guanipa encima de la formación Mesa y por debajo correspondiente a sedimentos del reciente lo cual ha sido detectado por métodos geofísicos (PDVSA-INTEVEP, 1997).

### **2.5.3 Sedimentos Recientes**

Estos sedimentos conforman las planicies aluviales y las áreas de inundación periódicas del río Orinoco y las demás cuencas hidrográficas de la zona. Están formados por los materiales provenientes de la disgregación de los constituyentes litológicos de la Formación Mesa y del Complejo Imataca los cuales son arrastrados por las aguas de escorrentía, el viento, y los ríos de la zona. Los materiales incluyen cantos, peñones, gravas, limo y partículas en suspensión (PDVSA-INTEVEP, 1997)

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

El cerro La Encaramada ubicado en Soledad, municipio Independencia del estado Anzoátegui, no ha sido estudiado previamente a cabalidad con todos los parámetros requeridos en una caracterización geológica. Para el desarrollo de este trabajo de investigación, es necesario buscar antecedentes para conocer más sobre el área de estudios o de características y métodos a emplear. Algunas de las investigaciones que aportarán información a este trabajo son las siguientes:

El punto de partida de este trabajo lo conforma la hoja cartográfica Ciudad Bolívar, Venezuela 7440 – II – NE a escala 1:25.000. No posee información detallada del área, pero a partir de ella se pudo delimitar el cerro y ubicar las vías de acceso.

Bastardo, H. y Rivas, N. (2017) realizaron un trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO AL NORESTE DE CARDOZO, AL SUR DEL MORICHAL MORROCOY, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR – CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR.”** Donde realizaron la descripción litológica y geomorfológica del área de estudio. Parte del procedimiento metodológico utilizado en esta investigación serán utilizados como referencias en este estudio.

Cabrera, E. y Cabrera, K. (2010) presentaron un trabajo de grado titulado **“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y MINERA DE LOS MATERIALES NO METÁLICOS, CON FINES DE CONSTRUCCIÓN, PRESENTES EN EL FUNDO JUANA ROSA. MUNICIPIO INDEPENDENCIA, PARROQUIA SOLEDAD, ESTADO ANZOÁTEGUI.”** Se evaluaron los materiales presentes en

la zona para determinar si pueden ser explotados económicamente. Los estudios realizados en esta zona contribuyeron al conocimiento de la geología local de la zona, siendo de mucha utilidad debido a su cercanía con el cerro La Encaramada.

Mosquera L. (2016) presentó un trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN EL FUNDO LOS HICACOS. MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ESTADO BOLÍVAR.”** Lo cual permitirá tener una idea de los diferentes procesos que dieron origen a ese afloramiento y así poder definir su posible utilidad, como agregado para la construcción o como roca ornamental. La metodología que se empleó, es similar a la que se desarrollará en este proyecto de investigación.

## **3.2 Fundamentos teóricos**

### **3.2.1 Metamorfismo**

El metamorfismo, que significa «cambio de forma», es un proceso que provoca cambios en la mineralogía, la textura y, a menudo, la composición química de las rocas. El metamorfismo tiene lugar cuando las rocas se someten a un ambiente físico o químico significativamente diferente al de su formación inicial. Se trata de cambios de temperatura y presión (esfuerzo) y la introducción de fluidos químicamente activos. En respuesta a esas nuevas condiciones, las rocas cambian gradualmente hasta alcanzar un estado de equilibrio con el nuevo ambiente. La mayoría de los cambios metamórficos ocurren bajo las temperaturas y presiones elevadas que existen en la zona que empieza a unos pocos kilómetros por debajo de la superficie terrestre y se extiende hacia el manto superior (Tarbuck, E y Lutgens, F., 2005).



### 3.2.2 Factores del metamorfismo

Los agentes del metamorfismo son el calor, la presión (esfuerzo) y los fluidos químicamente activos. Durante el metamorfismo, las rocas suelen estar sometidas simultáneamente a los tres agentes metamórficos. Sin embargo, el grado de metamorfismo y la contribución de cada agente varían mucho de un ambiente a otro.

El factor más importante del metamorfismo es el calor, porque proporciona la energía que impulsa los cambios químicos que provocan la recrystalización de los minerales existentes o la formación de minerales nuevos. El calor que causa el metamorfismo de las rocas procede principalmente de la energía liberada por la desintegración radiactiva y la energía térmica almacenada en el interior de la tierra. En general, siempre que se forman magmas y estos ascienden a un ritmo lento hacia la superficie, se produce metamorfismo. Cuando intruye en rocas relativamente frías en zonas poco profundas, el magma «cuece» la roca caja. Este proceso, denominado metamorfismo de contacto.

La presión, como la temperatura, también aumenta con la profundidad conforme aumenta el grosor de las rocas suprayacentes. Las rocas enterradas están sometidas a una presión de confinamiento, donde las fuerzas se aplican por igual en todas las direcciones cerrando los espacios entre los granos minerales, dando lugar a una roca más compacta con una mayor densidad. Además, a grandes profundidades, la presión de confinamiento puede hacer que los minerales recrystalicen en nuevos minerales con una estructura cristalina más compacta. No obstante, la presión de confinamiento no pliega ni deforma las rocas.

Se cree que los fluidos compuestos principalmente de agua y otros componentes volátiles, como el dióxido de carbono, representan un papel importante en algunos tipos de metamorfismo. Los fluidos que rodean los granos minerales actúan como catalizadores y provocan la recrystalización fomentando la migración

iónica. En ambientes cada vez más calientes, estos fluidos ricos en iones se vuelven proporcionalmente más reactivos. Cuando se unen dos granos minerales, la parte de sus estructuras cristalinas que se toca es la que recibe una mayor presión (Tarbuck, E y Lutgens, F., 2005).

### **3.2.3 Tipos de Metamorfismo**

#### **3.2.3.1 Metamorfismo térmico o de contacto**

Comprende los cambios efectuados en las rocas frías por acción de cuerpos ígneos y sus fluidos asociados, es decir, cuando un magma es inyectado en rocas más frías, estas sufren cambios para adaptarse a las nuevas temperaturas, lo que provoca una transformación mineralógica y estructural de las mismas. Al metamorfismo de contacto están asociados principalmente todos los fenómenos de alteración de la roca encajonante en los contactos con los intrusivos, así como también a alteración interna de la misma roca intrusiva, ya sea por la acción de los fluidos o del calor proveniente del magma, sin que se efectúe introducción de nuevos elementos químicos a las rocas invadidas.

Como consecuencia de los cambios y reacciones que tienen lugar en las zonas de contacto, se forman una serie de minerales, denominados minerales metamórficos de contacto, cuya naturaleza química dependerá de la composición de los intrusivos, temperatura, composición de las rocas encajonantes y de las soluciones que acompañan la intrusión (Rivera, H., 2005).

#### **3.2.3.2 Metamorfismo hidrotermal**

Ocurre cuando los fluidos calientes, ricos en iones circulan a través de las fisuras y las fracturas que se desarrollan en la roca. Este tipo de metamorfismo está estrechamente relacionado con la actividad ígnea, ya que proporciona el calor

necesario para hacer circular estas soluciones ricas en iones. Por tanto, el metamorfismo hidrotermal suele producirse en regiones en las que hay grandes plutones. Conforme estos grandes cuerpos magmáticos se enfrían y se solidifican, se expulsan los iones que no se incorporan a las estructuras cristalinas de los silicatos recién formados, así como los volátiles restantes (agua). Además de alterar químicamente la roca caja, los iones de las disoluciones hidrotermales a veces precipitan y forman una variedad de depósitos minerales económicamente importantes (Tarbuck, E y Lutgens, F., 2005).

### **3.2.3.3 Metamorfismo regional**

Se produce como consecuencia de procesos orogénicos, durante la formación de cordilleras de plegamiento a causa de la subducción o de la colisión continental. En este metamorfismo se incrementa la temperatura y la presión a la que se ven sometidas las rocas. Puesto que los minerales se desarrollan bajo presiones dirigidas en condiciones orogénicas, se ven obligados a crecer paralelamente entre sí y perpendiculares a estas presiones. Se origina así una foliación intensa en la roca (esquistosidad) simultánea con el metamorfismo, por lo que a estas rocas se les denomina en general esquistos (Duque, G., 2017).

### **3.2.3.4 Otros tipos de metamorfismo**

Existen otros tipos de metamorfismo que generan cantidades comparativamente menores de rocas metamórficas en concentraciones localizadas.

1. El metamorfismo de enterramiento se produce en asociación con acumulaciones muy gruesas de estratos sedimentarios en una cuenca subsidente. Aquí, se pueden alcanzar las condiciones metamórficas de grado bajo en las capas inferiores. La presión de confinamiento y el calor geotérmico provocan la recrystalización de los minerales y modifican la textura o la mineralogía de la roca sin deformación

apreciable. La profundidad necesaria para el metamorfismo de enterramiento varía de un lugar a otro, según el gradiente geotérmico predominante.

2. Metamorfismo dinámico, cerca de la superficie, las rocas se comportan como un sólido frágil. Por consiguiente, el movimiento a lo largo de una zona de falla fractura y pulveriza las rocas. El resultado es una roca poco consistente denominada brecha de falla que está compuesta por fragmentos de roca rotos y aplastados.

3. El metamorfismo de impacto o de choque se produce cuando unos proyectiles de gran velocidad llamados meteoritos (fragmentos de cometas o asteroides) golpean la superficie terrestre. Tras el impacto, la energía cinética del meteorito se transforma en energía térmica y ondas de choque que atraviesan las rocas de alrededor. El resultado es una roca pulverizada, fracturada y a veces fundida (Tarbuck, E y Lutgens, F., 2005).

### **3.2.4 Minerales índices y grados metamórficos**

Las condiciones de presión y temperatura que alcanza una roca y su composición química, determinan el tipo de minerales que se originan. Por tanto, las asociaciones minerales que existen en una roca metamórfica indican las condiciones físicas alcanzadas. Estos ambientes se dividen en zonas según las diferentes paragénesis minerales presentes. Cada zona queda limitada por la aparición, desaparición o sustitución de uno o varios de ellos.

Entre los minerales del metamorfismo de bajo grado se encuentran serpentina, talco, clorita y epidota que se forman en temperaturas relativamente bajas, menos de 200 °C; Los minerales de metamorfismo de grado medio son kyanita, andalucita, estaurolita, biotita y hornblenda, y los de alto grado son silimanita, forsterita,

wollastonita y garnierita y se forman en ambientes más extremos, donde la temperatura supera los 600 °C (Duque, G., 2017).

### **3.2.5 Texturas Metamórficas**

Las rocas metamórficas deformadas bajo la acción de una potente presión dirigida son fácilmente distinguibles por sus características estructurales, dado que sus minerales tienden a ordenarse en capas paralelas o a convertirse en minerales alargados. Esta ordenación proporciona a las rocas metamórficas una propiedad llamada foliación (Rivera, H., 2005).

Sobre la base de esta propiedad, las rocas metamórficas se clasifican en:

1. No foliadas, divididas a su vez en afaníticas y granulares.

2. Folíadas en las cuales aparece la esquistosidad, en las foliadas se presentan cuatro clases; pizarrosas en las que los planos de esquistosidad están separados por milímetros; filíticas, en las que la esquistosidad da lugar a flecos fácilmente visibles y cuyos fragmentos son de mayor tamaño; esquistosa, en que los flecos producidos por la esquistosidad son aún mayores; y gnéssica, donde estas superficies de rotura alcanzan hasta un centímetro de tamaño.

### **3.2.6 Afloramiento**

Corresponde a todo tipo de roca, mineral (filones, vetas), etc. que se observa en la superficie terrestre. Generalmente las rocas se hallan cubiertas por los materiales descompuestos y el trabajo de campo por la búsqueda de los afloramientos constituye una de las principales tareas de los geólogos (Dávila, J., 2011).

### **3.2.7 Rocas**

Son agregados naturales de uno o más minerales con proporciones diversas, cuyas masas sólidas resultantes constituyen una unidad de la corteza terrestre. Los procesos geológicos en la formación y evolución de la Tierra son dos de gran importancia, uno externo o exógeno y otro interno o endógeno, cada tipo de proceso da lugar a la formación de una serie de rocas características. A través del estudio de las estructuras de la roca de su composición y de la forma de ocurrencia, el geólogo reconstruye el proceso que la originó y su posterior evolución. No obstante, las rocas para su mejor conocimiento y comprensión, se agrupan en clases y se diferencian por su origen o por los minerales que los componen y las transformaciones que sufrieron a través del tiempo geológico (Rivera, H., 2005).

#### **3.2.7.1 Rocas ígneas**

Las rocas ígneas son las más abundantes de la corteza, suelen ocupar el 90% de la litosfera y tienen por origen la solidificación de una mezcla fundida, llamado magma cuando está dentro de la corteza y lava cuando llega a la superficie.

Atendiendo a su composición mineral, las rocas ígneas se han clasificado como félsicas o silícicas, intermedias de colores claros, máficas y ultramáficas, estas dos últimas de colores oscuros (Rivera, H., 2005).

Según la profundidad de formación, las rocas pueden ser plutónicas, cuando provienen del magma que se ha enfriado en el interior de la corteza; o volcánicas, cuando el magma se ha enfriado sobre ella. También puede ocurrir que el magma se enfríe próximo a la superficie, pero no sobre ella, conduciendo a rocas hipoabisales (Duque, G., 2017).

### **3.2.7.2 Rocas metamórficas**

Las rocas metamórficas, proviene del griego meta, que significa "cambio" y morfos, "forma", constituye el tercer tipo de roca más importante, que resulta de la transformación de rocas preexistentes por procesos metamórficos que implican la participación activa del calor, la presión y los fluidos químicamente activos debajo de la corteza (Rivera, H., 2005).

Las zonas que pueden dar lugar a rocas metamórficas son variadas y pueden estar tanto en el ambiente continental como en el oceánico. En la base de la corteza oceánica, algunas rocas podrían sufrir metamorfismo; en las dorsales se da una mayor temperatura gracias al ascenso del magma, favoreciendo la formación de rocas metamórficas. Las zonas de subducción también son ambientes propicios, como lo son a su vez las partes inferiores de la corteza continental o los espacios vecinos en las inmediaciones de las intrusiones ígneas que sufre la corteza superior al ascenso de magmas (Duque, G., 2017).

### **3.2.8 Deformación**

El término deformación se refiere a los cambios de forma o de volumen, o ambas cosas, de un cuerpo rocoso, y es más pronunciada a lo largo de los bordes de placa. Para describir las fuerzas que deforman las rocas, los geólogos utilizan el término esfuerzo, que es la cantidad de fuerza aplicada sobre un área determinada. Las rocas se deforman de manera diferente dependiendo del entorno (temperatura y presión de confinamiento), la composición y la textura de la roca y el tiempo durante el que se mantiene el esfuerzo. Las rocas responden primero mediante deformación elástica y vuelven a su forma original cuando cesa el esfuerzo. Una vez sobrepasado el límite elástico (resistencia), las rocas o bien se deforman por flujo dúctil o bien se fracturan. La deformación dúctil es un flujo en estado sólido que provoca un cambio del tamaño y la forma de un objeto sin fracturarlo. El flujo dúctil puede producirse

por deslizamiento gradual y recristalización a lo largo de planos de fragilidad en el interior del retículo cristalino de los granos minerales. Se produce deformación dúctil en un entorno de presión y temperatura elevadas. En un entorno próximo a la superficie, la mayoría de las rocas se deforman mediante fracturación.

Las rocas que constituyen la corteza terrestre están sometidas a un gran número de fuerzas, relacionadas con diferentes procesos tanto exógenos como endógenos. De forma que sobre esos materiales rocosos siempre van a existir fuerzas actuando, a todas las escalas, desde la estructura cristalina a las grandes unidades orogénicas. Pero, independientemente de la escala que se considere y del tipo de fuerzas implicadas, de forma general, los efectos que estas provocan en las rocas son desplazamientos y la deformación de ellas. Así un desplazamiento tiene lugar cuando las fuerzas que actúan sobre el material rocoso producen un cambio de posición de este (Tarbuck, E y Lutgens, F., 2005).

### **3.2.8.1 Tipos de esfuerzos**

Rivera (2005), señala que entre las fuerzas que deforman las rocas están:

1. La presión de confinamiento o presión litoestática, causada por la carga de las rocas situadas por encima y que actúa uniformemente en todas las direcciones, tal como lo hace la presión atmosférica.
2. Los esfuerzos diferenciales que también afectan el comportamiento de las rocas produciendo deformaciones

Se conocen tres tipos de esfuerzos de deformación:

➤ La compresión: resulta cuando las rocas son empujadas o comprimidas por fuerzas externas dirigidas una hacia la otra que da lugar al acortamiento de las rocas en la dirección del esfuerzo produciendo pliegues o fallas inversas.



➤ La tensión: es producto de las fuerzas que actúan en direcciones opuestas a lo largo de la misma línea y tiende al alargamiento o separación de la unidad rocosa.

➤ La cizalla: resulta de la actuación de los esfuerzos en forma paralela, pero en sentido contrario, produciendo un deslizamiento o desplazamiento de las capas siguiendo los planos de separación de estas.

De acuerdo a las propiedades físicas de las rocas sobretodo su condición plástica o elástica da lugar a un determinado tipo de deformación.

➤ Deformación plástica: es aquella cuando al cesar el esfuerzo que deforma la roca, esta no recobra su forma original, es decir provoca cambios permanentes que se manifiestan en pliegues, si se comportan como material quebradizo se fracturan o fallan.

➤ Deformación elástica: cuando cesa el esfuerzo que la deforma, esta recupera su forma original, es decir produce deformación reversible, dado que la mayoría de las rocas muestran solo un limitado comportamiento elástico.

### **3.2.9 Estructuras geológicas**

De acuerdo con Rivera (2005), el tipo de deformación depende de la intensidad del esfuerzo, la presión, temperatura, tipo de roca y la duración del esfuerzo al que es sometida la roca. La mayoría de las rocas en profundidad se comportan como sustancias plásticas, por ende, se deformarán formando pliegues, mientras las rocas en o cercanas a la superficie se comportan como material quebradizo produciendo las fracturas y fallas.

### **3.2.9.1 Diaclasas**

Son estructuras que se presentan a modo de abertura o grietas en las rocas, pero sin producir desplazamientos entre los bloques rocosos. Estas estructuras pueden alcanzar desde centímetros hasta cientos de metros o kilómetros. Se pueden presentar aisladas, o bien conformando un conjunto de fracturas con una alineación predominante en un paquete de rocas o formando varios sistemas (Rivera, H., 2005).

### **3.2.9.2 Fallas**

Es una estructura en la cual se ha realizado una fractura o ruptura y un desplazamiento relativo entre los dos bloques separados por la fractura. Sus dimensiones son muy diversas, desde desplazamientos de escasos centímetros, a muchos cientos de metros, y desde una longitud muy pequeñas a fracturas de muchos kilómetros (Rivera, H., 2005).

Como una falla es una superficie de discontinuidad de estratos, generalmente plana a lo largo de la cual se ha producido el desplazamiento relativo de una de las partes con respecto a la otra, se distinguen los siguientes elementos:

- Plano de falla: es la superficie donde se ha producido la rotura y ha tenido lugar el deslizamiento de una de las partes. Puede tener cualquier dirección y para poder situarlo en el espacio es necesario indicar su rumbo o dirección y su buzamiento. Este plano casi nunca es una superficie plana.

- Línea de falla: es la intersección entre la superficie terrestre y el plano de falla.

- Techo de la falla: es la masa rocosa que queda encima de la falla o determinada por el ángulo obtuso formado por la intersección del plano de falla y un plano horizontal imaginario.

➤ Piso de la falla: es la masa rocosa que queda debajo de la falla o determinada por el ángulo agudo formado por la intersección del plano de falla con un plano horizontal imaginario.

➤ Salto de falla: es el valor real del desplazamiento relativo de dos bloques, en sentido vertical. Se denomina salto en altura o real; y sobre el plano de falla, salto de buzamiento.

➤ Espejo de falla: es la parte del bloque que ha sufrido fricción, aparece pulimentada como consecuencia del rozamiento y con lineamientos paralelos al movimiento conocidos como estrías.

Para describir toda estructura geológica es necesario utilizar dos medidas:

#### **3.2.9.3 Rumbo o dirección**

Es la orientación de una línea contenida en el mismo pliegue paralelo al plano horizontal y referido al norte o al sur. Se expresa en grados hacia el oeste o el este

.

#### **3.2.9.4 Buzamiento o inclinación:**

Es el ángulo de máxima pendiente que forma una línea trazada sobre el estrato, que sea perpendicular a la dirección del mismo con un plano horizontal. Se mide mediante un péndulo denominado clinómetro, que llevan las brújulas.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

De acuerdo al objetivo de la investigación, el cual es Caracterizar Geológicamente las rocas del Cerro “La Encaramada” del municipio Independencia, se plantea una investigación de tipo descriptiva; basándose en la acotación que hace Arias, F. (2006): “Investigación Descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, grupo o individuo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.”

#### **4.2 Diseño de investigación**

Arias, F. (2006), define la investigación documental como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. El propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.” En cuanto a la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.”

##### **4.2.1 Diseño documental**

Esta investigación posee un diseño documental, en vista de que se realizará previamente una recopilación y consulta de material bibliográfico relacionado con el trabajo de investigación, es decir, publicaciones científicas, proyectos de tesis u otros,

que permiten servir como material de apoyo para el desarrollo de la investigación y para sustentar las bases de la misma.

#### **4.2.2 Diseño de campo**

Además, también tiene un diseño de campo, ya que se realizarán visitas al cerro la Encaramada, efectuando así la exploración de la misma, midiendo las tendencias de las estructuras presentes y tomando muestras in situ para estudiar macroscópicamente la composición mineralógica de las rocas, para finalmente caracterizar geológicamente la zona de estudio.

#### **4.3 Población de la investigación**

Arias, F. (2006), define la población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.”

La población o universo de esta investigación está representada por las rocas aflorantes en el Cerro La Encaramada ubicado en Soledad, municipio Independencia del estado Anzoátegui, en las coordenadas punto 1: A 438663E – 901473N, punto B 438946E – 901473N, punto C 438946E – 901382N, punto D 438663E – 901382N.

#### **4.4 Muestra de la investigación**

Arias, F. (2006), define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. De acuerdo a lo mencionado por Arias las muestras serán las rocas extraídas en la exploración de campo, del afloramiento rocoso.

Las muestras en esta investigación son ocho (8) muestras de rocas las cuales poseen características representativas del área y que utilizaremos para el análisis e interpretación que van a permitir generar los resultados deseados.

## **4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **4.5.1 Técnicas de recolección de datos**

Arias, F. (2006), define la técnica como "un instrumento de recolección de datos de cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información."

Con lo citado anteriormente, se puede decir que para las técnicas de diseño de investigación se realizaron mediante revisión bibliográfica, publicaciones en internet. La observación directa permitió observar e identificar de forma física, mediciones y descripciones "in situ" de los eventos o factores geológicos presentes en el área. La otra técnica es digital, mediante la realización de mapas.

### **4.5.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los equipos e instrumentos que sirvieron de ayuda para la recolección de datos del área de estudio fueron GPS, brújula, cámara fotográfica, libreta de campo, lápices, marcadores, tirro de papel, machete, mandarrias

## **4.6 Etapas de la investigación**

A fin de realizar la investigación con mayor eficiencia y cumplir con los objetivos propuestos para la elaboración del estudio geológico, se dividió el trabajo en cinco (5) fases o etapas, tanto teóricas como prácticas, que, con la supervisión del

tutor académico, se clasificó de manera sistemática de la siguiente manera (Figura 4.1).

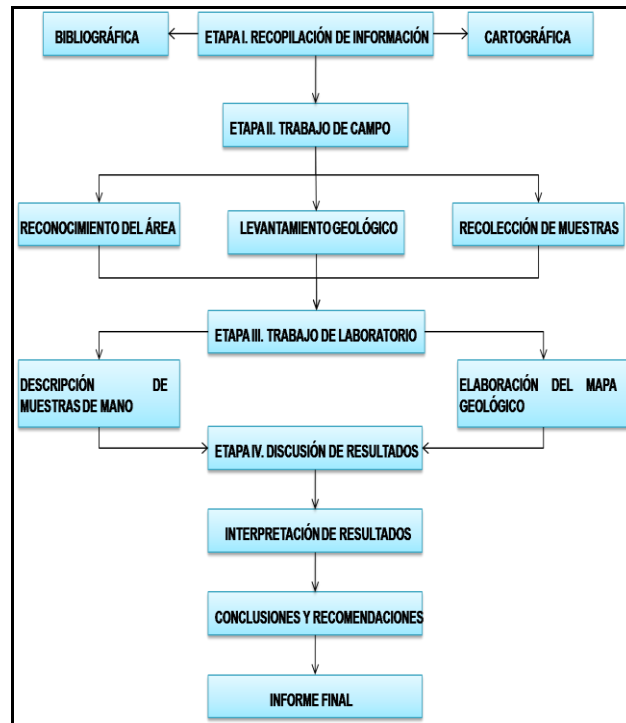


Figura 4.1 Etapas de la metodología del trabajo.

#### 4.7 Etapa I: Recopilación de la información

Esta etapa comprende la recopilación y consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio, que sirve de base en la elaboración del proyecto.

##### 4.7.1 Recopilación documental y bibliográfica

En la parte bibliográfica fueron revisados y analizados informes de avance técnicos de CVG TECMIN, C.A., textos académicos y trabajos de investigación recopilados en la Biblioteca de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

#### **4.7.2 Recopilación cartográfica**

En cuanto a la información cartografía se utilizaron las hojas cartográficas NB-20-14, mapa de geología regional perteneciente al Proyecto inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, C.V.G Técnica Minera C.A del año 1991; a escala 1:250000 del año 1991, la hoja 7440 de Ciudad Bolívar de la Dirección de Cartografía Nacional a escala 1:100.000 del año 1970.

### **4.8 Etapa II: Trabajo de campo**

Son las actividades desarrolladas sobre el afloramiento y puntos cercanos. En esta fase también se describieron las características físico-naturales del área.

#### **4.8.1 Ubicación y reconocimiento del afloramiento**

La exploración se realizó primeramente con un reconocimiento geológico de la zona con la finalidad de determinar las unidades geológicas y las estructuras presentes en el área, ubicación geográfica del afloramiento, además de tomar fotografías.

Para poder acceder a la zona de estudio se contó con el apoyo del asesor, y el transporte hasta la población de Soledad. El recorrido hasta el afloramiento, se hizo a campo travieso (Figura 4.2).





Figura 4.2 Reconocimiento del Cerro La Encaramada. Nótese la pátina y el fracturamiento.

#### **4.8.2 Levantamiento topográfico**

Durante esta etapa, se realizó un levantamiento topográfico utilizando un Geoposicionador Satelital (GPS), de última generación, con el cual se geoposicionaron veintiséis (26) puntos, con coordenadas y sus respectivas elevaciones.

#### **4.8.3 Levantamiento geológico**

Durante los recorridos de los afloramientos y zonas aledañas se observaron planos de diaclasas, fallas y foliación gnéissica, a quienes se les midió rumbo y buzamiento y posteriormente se cartografiaron para luego ser representados en el mapa geológico (Figura 4.3).



Figura 4.3 Revisión de una veta de cuarzo, en la ladera del Cerro La Encaramada.

También se realizaron mediciones de estructuras geológicas, causadas por diferentes esfuerzos; entre estos: diaclasas, foliaciones y fallas (Figura 4.4).



Figura 4.4 Mediciones de una falla y foliaciones sobre afloramientos rocosos del Cerro La Encaramada.

#### 4.8.4 Recolección de muestras de rocas

La recolección de muestras se hizo por el usando método de percusión, con una mandarina de 8 Kg. Se colectaron ocho (8) muestras de rocas.

Las muestras extraídas fueron superficiales. Las muestras fueron descritas macroscópicamente en campo.

De igual forma, durante los recorridos de campo, se pudieron reconocer y diferenciar los diferentes tipos de litologías presentes en el área (Figura 4.5).



Figura 4.5 Muestra de gneis granítico cuarzo-feldespático recolectado en el Cerro La Encaramada.

Seguidamente fueron rotuladas y etiquetadas con un numero; además, los puntos de muestreo fueron posicionados mediante un geoposicionador satelital (GPS) (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Ubicación de las muestras de rocas del Cerro La Encaramada y sus alrededores.

| <b>MUESTRAS</b> | <b>ESTE</b> | <b>NORTE</b> | <b>COTAS (m)</b> |
|-----------------|-------------|--------------|------------------|
| M-1             | 438708      | 901441       | 34               |
| M-2             | 438706      | 901428       | 30               |
| M-3             | 438788      | 901432       | 31               |
| M-4             | 438807      | 901440       | 31               |
| M-5             | 438845      | 901442       | 30               |
| M-6             | 438884      | 901426       | 31               |
| M-7             | 438890      | 901416       | 24               |
| M-8             | 438941      | 901416       | 24               |

#### 4.9 Etapa III: Trabajo de laboratorio

Consiste en todas las actividades relacionadas con la preparación física y descripción de muestras.

Se realizó una descripción macroscópica de las ocho muestras. La descripción se realizó usando una lupa de geólogo. Entre las características descritas tenemos: Color, textura, tamaño de grano, minerales reconocibles y estructuras. (Figura 4.6).



Figura 4.6 Descripción macroscópica de las muestras de rocas recolectadas en el Cerro La Encaramada.

#### **4.9.1 Elaboración del mapa geológico**

Para elaborar el mapa geológico-estructural se tomó como base la hoja cartográfica NB-20-14 a escala 1:250000, la hoja 7440 a escala 1:100.000. Para la digitalización del mapa geológico-estructural se utilizaron las herramientas tecnológicas; ArcGIS, Global Mapper 17.0, y AUTOCAD 2016.

A través del programa Global Mapper17.0 se abrió la imagen 7440, donde se puede observar el relieve la textura, el color, la escala y sus respectivas coordenadas, luego se representó los puntos de la poligonal cerrada A, B, C y D, luego con el formato de Global Mapper se seleccionó el área estudiada. Después son exportadas a formato dxf con el cual trabaja AUTOCAD, seguidamente se abre el programa mencionado anteriormente y se dibuja la información obtenida de la interpretación geológica y los datos recolectados en campo.

### **4.10 Etapa IV: Discusión de los resultados**

#### **4.10.1 Interpretación de los datos**

Subsiguientemente, en esta fase se integró toda la información recopilada y generada en todas las etapas anteriores, del Cerro La Encaramada, llevando a cabo la evaluación de reservas del mencionado, así como también, las conclusiones, recomendaciones.

#### **4.10.2 Conclusiones y recomendaciones**

Una vez procesada, recopilada y analizada la información generada en base a los objetivos propuestos, se procedió a determinar todos los elementos característicos; documentales, de campo e interpretación de los resultados, se presentan las conclusiones y recomendaciones: conclusiones respectivas que se ha encontrado en la

investigación, así como las recomendaciones a considerar a la hora de realizar trabajos similares.

#### **4.10.3 Redacción del informe final**

Una vez culminadas todas las etapas que conforman la metodología de trabajo, y luego de examinar los análisis de los resultados, cumpliendo con los objetivos establecidos, se llevó a cabo la organización del informe final, cumpliendo con las normas establecidas en el manual para la elaboración de trabajos de grado de la Universidad de Oriente.



## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El propósito de este capítulo es conocer las características y propiedades de las rocas existente en el Cerro La Encaramada mediante la información de campo.

#### 5.1 Describir las unidades litológicas presentes en el área de estudio, por medio de la observación de muestras de mano.

Para determinar las litologías presentes en el Cerro La Encaramada y zonas aledañas, se hicieron estaciones geológicas durante las visitas a campo donde se recolectó información (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Estaciones geológicas levantadas en el Cerro La Encaramada y zonas aledañas.

| EST. | ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | OBSERVACIONES                                                             |
|------|----------|-----------|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 438670   | 901440    | 39       | Diaclasa 1 N15°E; diaclasa 2 N55°O, con buz vertical                      |
| 2    | 438678   | 901429    | 30       | Diaclasa 1 N60°O; diaclasa 2 N-S, buzamiento vertical                     |
| 3    | 438680   | 901445    | 26       | Veta de cuarzo E-O                                                        |
| 4    | 438690   | 901432    | 31       | Foliaciones N80°E<br>diaclasas N25°O                                      |
| 5    | 438706   | 901435    | 31       | Diaclasas N60°E                                                           |
| 6    | 438708   | 901441    | 34       | Muestra de gneis (M-1)                                                    |
| 7    | 438706   | 901428    | 30       | Muestra de gneis (M-2)<br>falla inversa rumbo N5°E;<br>buzamiento 18°NO   |
| 8    | 438717   | 901432    | 28       | Diaclasa 1 N80°E; diaclasa 2 N10 °O; diaclasa 3 N60°O; diaclasa 4 N70°E   |
| 9    | 438723   | 901431    | 28       | Pliegue de flujo, diaclasa 1 N20 °O; diaclasa 2 N65 °E; diaclasa 3 N22 °O |
| 10   | 438760   | 901430    | 29       | Foliaciones N75°E;                                                        |

|    |        |        |    |                                                                                                             |
|----|--------|--------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |        |    | diacласa 1 N20°O;<br>diacласa 2 N70°E                                                                       |
| 11 | 438788 | 901432 | 31 | Muestra de gneis (M-3)                                                                                      |
| 12 | 438794 | 901432 | 25 | Diacласa 1 N20°O;<br>diacласa 2 N85° E                                                                      |
| 13 | 438799 | 901438 | 35 | Veta de cuarzo E-O;<br>diacласa 1 N20°O;diacласa<br>2 N70°E                                                 |
| 14 | 438807 | 901440 | 31 | Muestra gneis pegmatítico<br>(M-4)                                                                          |
| 15 | 438818 | 901433 | 33 | Veta de cuarzo E-O                                                                                          |
| 16 | 438827 | 901433 | 30 | Falla inversa rumbo<br>N20°O<br>buzamiento 12°NE<br>diacласa 1 N20°E;<br>diacласa 2 E-O; zona de<br>cizalla |
| 17 | 438839 | 901429 | 28 | Veta de cuarzo N60°O                                                                                        |
| 18 | 438845 | 901442 | 30 | Muestra de gneis<br>pegmatítico (M-5).                                                                      |
| 19 | 438871 | 901433 |    | Contacto entre gneis<br>pegmatítico con gneis<br>cuarzo biotítico                                           |
| 20 | 438884 | 901426 | 31 | Muestra de gneis (M-6)                                                                                      |
| 21 | 438890 | 901416 | 24 | Foliaciones N70°E<br>Muestra gneis con anfíbol<br>(M-7).                                                    |
| 22 | 438904 | 901409 | 21 | Diacласas 1 N8°E;<br>diacласas 2 N65°E                                                                      |
| 23 | 438936 | 901412 |    | Pie de cerro, glacis<br>deposicional                                                                        |
| 24 | 438927 | 901442 | 26 | Gneis cuarzo biotítico (M-<br>7)                                                                            |
| 25 | 438935 | 901424 |    | Contacto gneis cuarzo<br>biotítico con charnockita                                                          |
| 26 | 438941 | 901416 | 24 | Muestra de charnockita<br>(M-8)                                                                             |

Estos puntos fueron cartografiados en el mapa base del Cerro La Encaramada (Figura 5.1 y ANEXO 2).



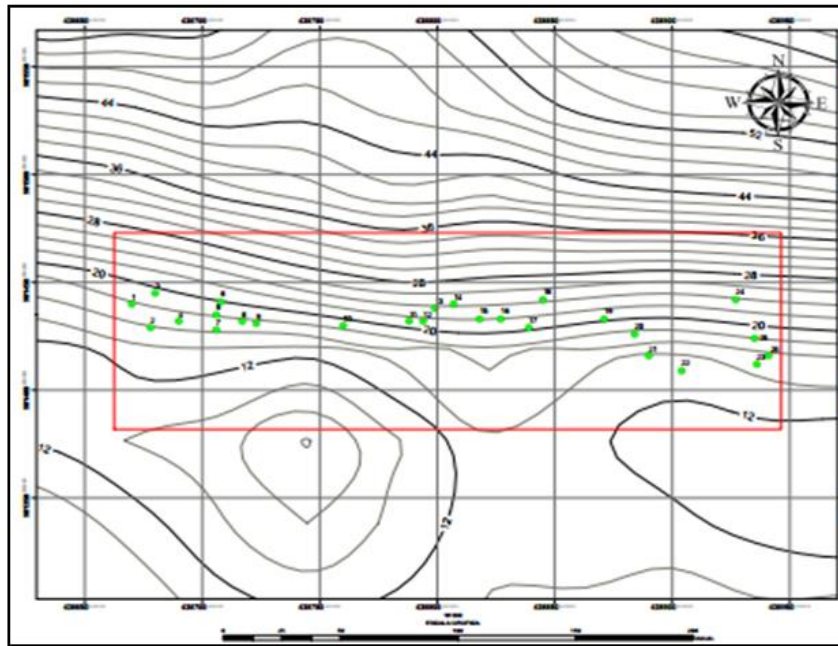


Figura 5.1 Ubicación de las estaciones geológicas anotadas en el Cerro La Encaramada.

### 5.1.1 Litologías

El área de estudio abarca las unidades litológicas correspondientes a las rocas ígneo-metamórficas del Escudo de Guayana, más específicamente de Provincia Geológica de Imataca y aluviones del Cuaternario.

A continuación, se describen en orden cronológico:

#### 5.1.1.1 Rocas gnéisicas de la Provincia Geológica de Imataca

Se ubica en la parte Norte, representan el 90% del área de estudio, constituye la parte topográfica alta, con cotas que oscilan entre 20 msnm y 60 msnm, con topografía de forma alargada de dirección E-W. Hacia el sur, se pierde por debajo de los sedimentos recientes, arrastrados por el Río Orinoco.

De acuerdo a su coloración, tamaño de grano y fracturamiento, se dividieron 3 grupos de rocas

1. Las rocas de grano medio se denominaron en campo como gneises graníticos, muy foliado, con textura bandeada. Se presenta ampliamente distribuido en el área (Figura 5.2).



Figura 5.2 Textura bandeada observada en muestras del Cerro La Encaramada, denominada gneis granítico cuarzo-biotítico.

2. La segunda litología corresponde a una intrusión granítica joven, cuyo nombre de campo es gneis pegmatítico, emplazado en la zona de debilidad causada por el mismo evento que ocasionó la falla del Río Orinoco. Se ubican en el centro del área. Estas rocas son de color rosado claro, grano grueso y textura fanerítica. (Figura 5.3).

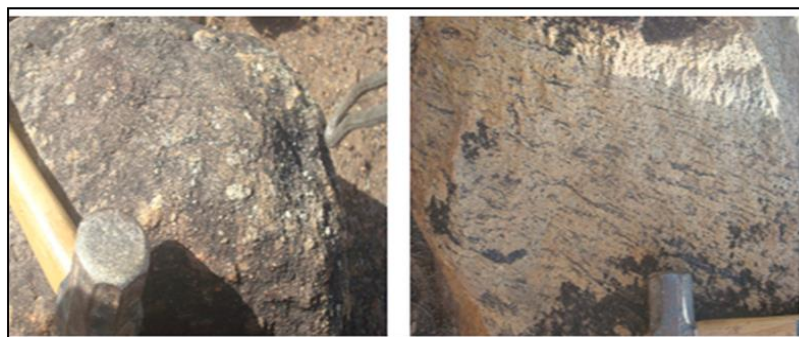


Figura 5.3 Textura de augen de una muestra de roca denominada en campo gneis pegmatítico.

3. La tercera litología cartografiada fue una roca denominada en campo como Charnockita. Esta se cartografió en el este, en los límites del área de estudio (Figura 5.4).



Figura 5.4 Muestra de roca denominada en campo Charnockita.

#### **5.1.1.2 Sedimentos recientes**

Se cartografiaron en la parte Sur del área de estudio. Territorialmente es la litología menos predominante, con un 10 %.

En campo se reconoció el contacto geológico por los cambios de coloraciones de meteorización de ambas litologías y por la topografía.

Son originados por la disgregación física y química de los afloramientos graníticos y sedimentarios del área, que posteriormente son arrastrados por el Río Orinoco, aguas abajo (Figura 5.5).

### **5.2 Describir la geomorfología del área, mediante las observaciones de campo y la interpretación del mapa topográfico**

Las unidades geomorfológicas identificadas en la zona, fueron las montañas y las planicies. En tal sentido, los diferentes tipos de paisajes que muestra la zona de interés se detallan a continuación.



Figura 5.5 Sedimentos depositados por el Río Orinoco durante la última crecida.

### 5.2.1 Montaña

Es el relieve más elevado de la zona estudiada con alturas entre los 12 y 60 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), pendientes mayores a 60%, con crestas bien definidas de perfil agudo, limitadas por vertientes pronunciadas que le confieren al paisaje una topografía accidentada. Su génesis y evolución combina procesos tectónicos (cizallamientos, fallamientos) con procesos erosivos, así mismo la vegetación, humedad y altas temperaturas favorecen los procesos físico- químicos que atacan las rocas, originando material de alteración que es erosionado y arrastrado por escurrimiento superficial hacia las partes más bajas (Figura 5.6).





Figura 5.6 Relieve de montaña, con inclinación superior a 45 %. Nótese el movimiento de bloques pendiente abajo, por efecto de la gravedad.

### 5.2.2 Planicies

La geomorfología de la zona, se caracteriza por un relieve de planicie de origen deposicional formadas por aluviones que en una época se depositaron como en el caso de la Formación Mesa (Plio-Pleistoceno) y los sedimentos recientes; sobre el basamento del Complejo de la Provincia de Imataca.

Estos se formaron a partir de condiciones climáticas particulares y sus consiguientes efectos erosivos y arrastres considerable de sedimentos, que han sido transportados y acumulados por los cuerpos de agua aumentados de caudal para la época dando origen a formas topográficas tales como; conos de derrubios, terrazas aluvionales y farallones; propios de una topografía de tierras malas o blandas, producto de la acción erosiva sobre las rocas sedimentarias de esta formación.

Este relieve presenta pendientes suaves, que varían de 0 % a 4%, generalmente son superficies planas, como llanuras de erosión, de inundación, aluvial y vegas, que pueden contener ciertas elevaciones residuales de poco desnivel (Figura 5.7).



Figura 5.7 Relieve de planicie, con pendiente entre 0 % y 4 %, compuesta de llanuras de inundación.

### 5.3 Caracterización estructural los afloramientos rocosos, mediante levantamiento geológico de superficie

De igual forma, durante el recorrido se observaron y midieron 16 estructuras geológicas, tales como: Foliaciones, sistemas de diaclasas, lineamientos mineralógicos, emplazamientos de vetas de cuarzo y fallas inversas (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Ubicación de las estructuras medidas en el Cerro La Encaramada y zonas aledañas.

| EST. | ESTE<br>(m) | NORTE<br>(m) | ESTRUCTURAS                                           |
|------|-------------|--------------|-------------------------------------------------------|
| 1    | 438670      | 901440       | Diaclasa 1 N15°E; diaclasa 2 N55°O, con buz vertical  |
| 2    | 438678      | 901429       | Diaclasa 1 N60°O; diaclasa 2 N-S, buzamiento vertical |
| 3    | 438680      | 901445       | Veta de cuarzo E-O                                    |
| 4    | 438690      | 901432       | Foliaciones N80°E. Diaclasas N25°O                    |

|    |        |        |                                                                                                  |
|----|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | 438706 | 901435 | Diaclasas N60°E                                                                                  |
| 6  | 438706 | 901428 | falla inversa rumbo N5°E;buzamiento 18°NO                                                        |
| 7  | 438717 | 901432 | Diaclasa 1 N80°E; diaclasa 2 N10°O; diaclasa 3 N60°O; diaclasa 4 N70°E                           |
| 8  | 438723 | 901431 | Pliegue de flujo. Diaclasa 1 N20°O; diaclasa 2 N65 °E; diaclasa 3 N22 °O                         |
| 9  | 438760 | 901430 | Foliaciones N75°E; diaclasa 1 N20°O; diaclasa 2 N70°E                                            |
| 10 | 438794 | 901432 | Diaclasa 1 N20°O; diaclasa 2 N85° E                                                              |
| 11 | 438799 | 901438 | Veta de cuarzo E-O; diaclasa 1 N20°O;diaclasa 2 N70°E                                            |
| 12 | 438818 | 901433 | Veta de cuarzo E-O                                                                               |
| 13 | 438827 | 901433 | Falla inversa rumbo N20°O. Buzamiento 12°NE<br>diaclasa 1 N20°E; diaclasa 2 E-O; zona de cizalla |
| 14 | 438839 | 901429 | Veta de cuarzo N60°O                                                                             |
| 15 | 438890 | 901416 | Foliaciones N70°E                                                                                |
| 16 | 438904 | 901409 | Diaclasas 1 N8°E; diaclasas 2 N65°E                                                              |

### 5.3.1 Foliaciones

Los planos de foliaciones se midieron a orilla de una quebrada de segundo orden. El rumbo predominante de éstos planos es N75°-80°E (Figura 5.8).

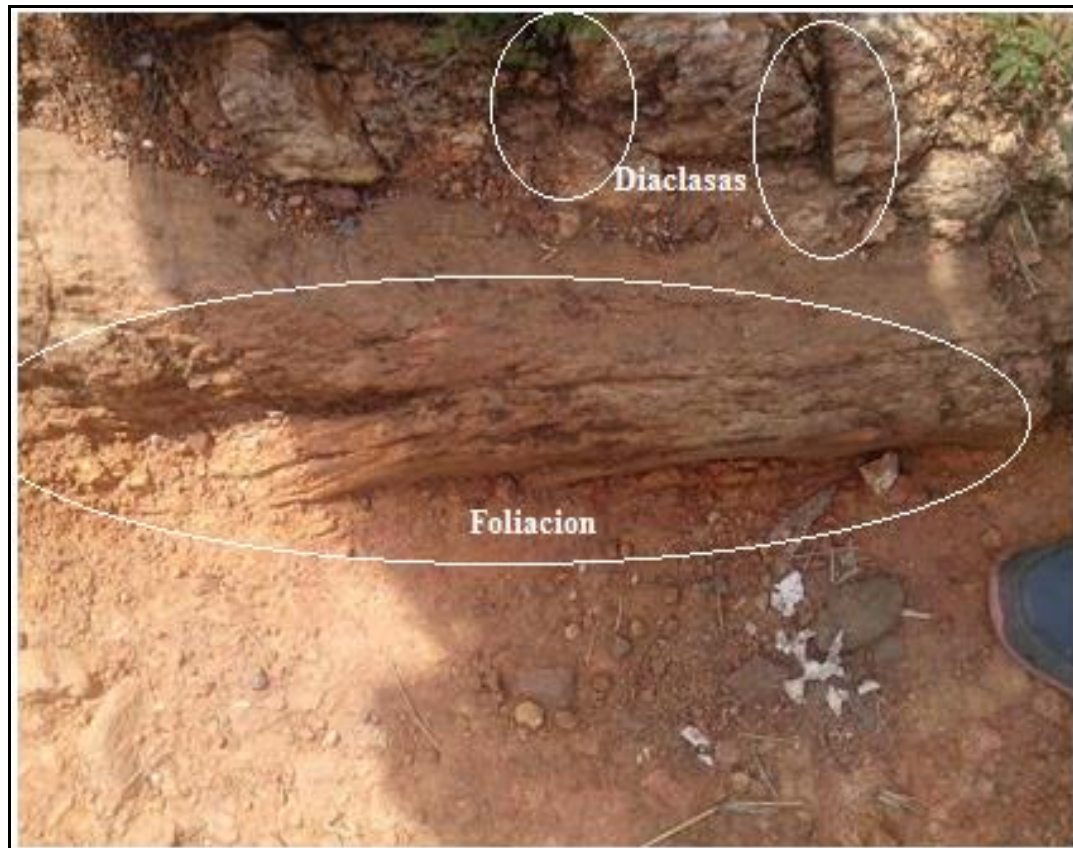


Figura 5.8 Plano de foliación medido sobre el afloramiento. Nótese que la foliación y el diaclasamiento tienen direcciones diferentes.

La zona de estudio se encuentra enmarcada dentro de la Faja litotectónica de Ciudad Bolívar (Ascanio, G. 1985); pero aún se observa la influencia de la Falla de Guri en ésta dirección de la foliación.

### 5.3.2 Sistemas de diaclasas

De estos sistemas, el más antiguo es en dirección  $N55^{\circ}-60^{\circ}W$  y buzamiento vertical y el más joven es en dirección  $N80^{\circ}E$ , con buzamiento vertical.

El otro sistema de diaclasas conjugadas medido tiene dirección  $N15^{\circ}-20^{\circ}E$  y  $N20^{\circ}W$ , ambas con buzamiento vertical (Figura 5.9).





Figura 5.9 Intersección entre planos de fallas. Nótese que el evento de dirección N55°-60°W, es cortado y desplazado por el evento de dirección N80°E.

### 5.3.3 Falla geológica

La delimitación de estas estructuras se interpretaron mediante el mapa topográfico, ya que, en campo, no se encontraron los elementos indicadores de fallamiento.

De acuerdo a las topoformas del mapa topográfico del área de estudio, se interpretaron tres (3) fallas, las cuales constituyen dos (2) familias de fallas. La primera familia es la principal. Es una falla larga y más antigua. Está orientada N80°E y controla el cauce del Río Orinoco; frente al Mirador además es la responsable del diaclasamiento y la foliación marcada en el afloramiento. Hacia el sur, se pierde por debajo de los sedimentos de la Formación Mesa.

La segunda familia está formada por 2 fallas de dirección N20°W, y otra de dirección N5°E. Por lo general, son fallas inversas cortas que interceptan la falla principal (Figura 5.10).



Figura 5.10 Falla inversa medida en la zona de estudio.

#### 5.3.4 Vetas de cuarzo

En la zona también se observaron 4 vetas de cuarzo lechoso, muy fracturado, emplazado en zonas de fracturas (Figura 5.11).



Figura 5.11 Algunas vetas de cuarzo lechoso, cartografiadas durante las actividades de campo.

La dirección preferencial de emplazamiento de las vetas es E-W; la cual coincide con una mega falla que controla el cauce del Orinoco por más de 12 km de largo.

#### **5.4 Analizar las tendencias de las estructuras en el cerro La Encaramada, mediante un diagrama de rosas**

El diagrama de rosas permite visualizar las direcciones de los rumbos de estructuras geológicas y planos tectónicos.

El análisis se efectuó a partir de datos medidos en campo en donde se midieron dieciséis (16) planos de rumbo y buzamiento.

La interpretación de estas mediciones se hizo utilizando el programa Rozeta con la intención de reconocer la tendencia estructural dominante del área. Esta información de campo, fue apoyada con la interpretación de las imágenes satelitales.

En la rosa de la figura 5.12 construida con criterio unidireccional, se observó que las tendencias dominantes del fallamiento se centran en N 50°-70° E, a partir de estos resultados se puede deducir que estructuralmente el Cerro La Encaramada concuerda con los patrones estructurales del Complejo de Imataca y más específicamente, con la Falla de Guri. Estos lineamientos son perfectamente observables en las rocas graníticas.

También se observa una tendencia conjugada de menor magnitud dirección N40°W, la cual se considera como diaclasas de relajación.

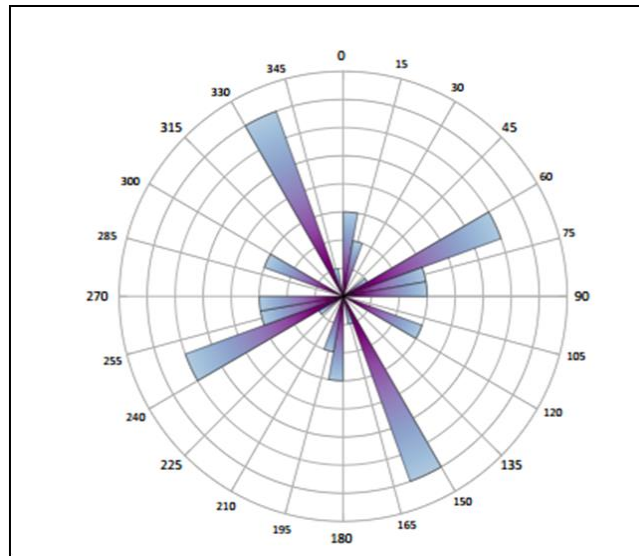


Figura 5.12 Diagrama de rosas basado en mediciones de campo.

### 5.5 Calcular el volumen de roca aflorante en el Cerro La Encaramada, a través del programa Surfer 8.0

Las dimensiones aproximadas del Cerro La Encaramada son de 1420 m. de largo por 1050 m. de ancho aproximadamente, con una elevación máxima de 60msnm, abarca un área de 149.100 m<sup>2</sup> (Figura 5.13).

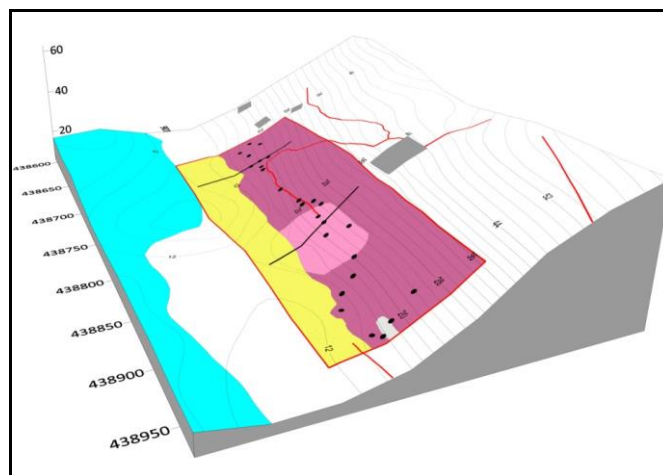


Figura 5.13 Modelo tridimensional con Surfer 8.0 del Cerro La Encaramada.

En relación a la estimación de la reserva del mineral, y de acuerdo a los cálculos utilizando el software Surfer 8.0, el volumen neto de material rocoso es de 467.214 m<sup>3</sup>.

### 5.6 Realizar el mapa geológico – estructural de la zona de estudio a escala 1:1200

En la zona de estudio, mediante el levantamiento geológico de superficie y la clasificación y descripción de las 8 muestras de rocas se pudo elaborar el mapa geológico del área. De las muestras revisadas macroscópicamente, se deduce que las rocas presentes en el sector presentan al menos 2 tamaños de grano (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Descripción macroscópica de las muestras de rocas del sector Encaramada.

| <b>Muestras</b>     | <b>Descripción<br/>Macroscópica</b>                                                                                                                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M-1, M-2, M-3 y M-4 | Son rocas homogéneas, duras, de grano fino a medio, de color gris claro a oscuro, se observan máficos ligeramente orientados. El nombre de campo es gneis cuarzo-biotítico.                             |
| M-5 y M-6           | Es una roca dura homogénea, con presencia de cristales grandes, en general es de color rosáceo claro con tonos gris y negro. Ligeramente micácea. El nombre de campo de esta roca es gneis pegmatítico. |
| M-7                 | Es una muestra muy alterada, de color gris oscuro, con presencia de caolín. El nombre de campo de esta roca es charnockita                                                                              |
| M-8                 | Secuencia de sedimentos no consolidados como arenas, limos, arcillas y facies mixtas (arenas limosas y arcillosas) que se disponen ligeramente inclinados a horizontal                                  |

El mapa geológico del Cerro La Encaramada está representado por 4 litologías, las cuales son de más antigua a más joven son: Gneises cuarzo – biotíticos de grano medio a fino, gneises pegmatítico de grano medio a grueso y Charnockita, todas correspondientes a la Provincia Geológica de Imataca, los cuales representan el 90%.

Suprayacente y en forma discordante, se depositaron los sedimentos recientes, producto de la erosión de las litologías, las cuales, se están depositando actualmente, tales como cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcillas los cuales cubren el 10 % (Figura 5.14 y Anexo 1).

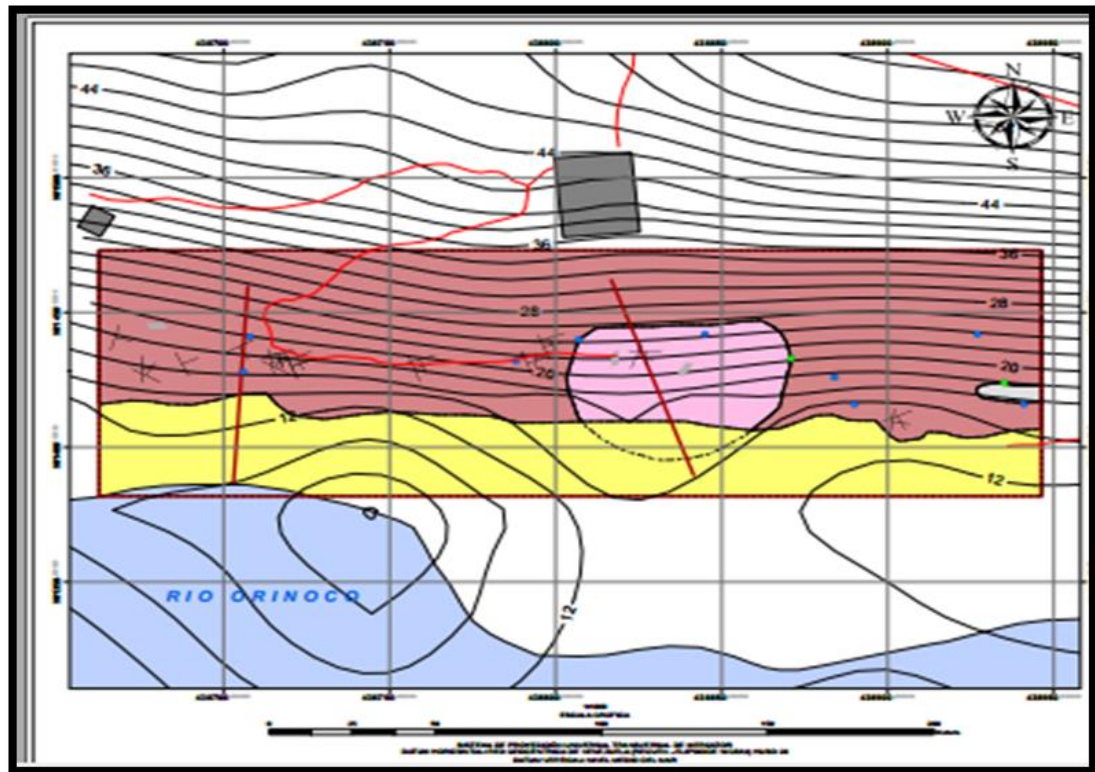


Figura 5.14 Mapa geológico generalizado del sector La Encaramada y sus alrededores.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Mediante el levantamiento geológico de superficie y los evaluación realizada a las muestras del Cerro La Encaramada y sus alrededores, se establecieron 2 litologías bien diferenciadas, y de más antigua a más joven son: Gneises pegmatíticos de grano grueso, foliados y de textura de augen y gneises cuarzo biotíticos de grano medio a fino; ambos de la Provincia Geológica de Imataca, los sedimentos recientes, producto de la erosión de ambas litologías, las cuales, se están depositando actualmente, tales como cantos, peñones, gravas, arenas, limos y arcillas los cuales cubren el 10 %.

2. Durante las actividades de campo, se pudieron determinar foliaciones, familias de diaclasas, emplazamientos de vetas de cuarzo y se interpretó una falla principal. La familia de diaclasas, las foliaciones y la falla principal son contemporáneos y tienen dirección N80°E mientras que el evento NW es secundario.

3. De acuerdo a las observaciones de campo las rocas graníticas que conforman al afloramiento Cerro La Encaramada, se presentan foliadas y diaclasadas en dos (2) direcciones, siendo la dirección preferencial de fracturamiento N80°E y la secundaria al NW. Estas fracturas naturales, hacen que el afloramiento sea descartable desde el punto de vista de las rocas ornamentales.

4. Los recursos graníticos probables del afloramiento Cerro La Encaramada, calculado mediante el programa computarizado SURFER 8.0 mostró un volumen total aproximado de 467.214 m<sup>3</sup>



## **Recomendaciones**

1. Aumentar el número de muestras recolectadas en el área, para poseer una base de datos más detallada de los análisis realizados que permitan generar una buena comparación de resultados. Para lo cual es necesario disponer de suficientes recursos económicos, tomando en cuenta el alto costo de las distintas evaluaciones técnicas a realizar a los ejemplares recolectados en campo.

2. Paralelamente a los estudios petrográficos recomendados se debe realizar datación radiométrica a las litologías presentes en el Cerro La Encaramada, los cuales podrían haberse emplazado y/o metamorfozados en tiempos geológicos diferentes.

3. Se debe evaluar la continuidad de los cuerpos graníticos en el subsuelo, ya que la caracterización de las muestras son hechos puntuales, por lo cual conviene investigar su relación con el resto del afloramiento.

4. Utilizar técnicas de muestreo más adecuadas (como por ejemplo: concreto expansivo) para garantizar la toma de muestras más frescas.

5. Realizar análisis químico a las muestras de gneis pegmatítico, para la determinación de elementos radioactivos, tales como K, Th, U.



## REFERENCIAS

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACION**. 5ta Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela

Ascanio, G. (1975) **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR, VENEZUELA**. En Conf. Geol. Interamericana. 10 th. Belem, Brasil. Mem. pp 181-197.

Bastardo, H. y Rivas, N. (2017) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO AL NORESTE DE CARDOZO, AL SUR DEL MORICHAL MORROCOY, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR – CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR**. Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Venezuela.

Cabrera, E. y Cabrera, K. (2010) **EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y MINERA DE LOS MATERIALES NO METÁLICOS, CON FINES DE CONSTRUCCIÓN, PRESENTES EN EL FUNDO JUANA ROSA. MUNICIPIO INDEPENDENCIA, PARROQUIA SOLEDAD, ESTADO ANZOÁTEGUI**. Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Venezuela.

Corporación Venezolana de Guayana TECMIN C.A. (1991). **INFORME DE AVANCE NC-20-14, DRENAJE, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN. TOMO I, II Y III**. Ciudad Bolívar, Venezuela.

Dávila, J. (2011) **DICCIONARIO GEOLÓGICO**. 12 de mayo de 2018 [<http://biblioteca.ismm.edu.cu/wp-content/uploads/2017/06/Diccionario-Geologico.pdf>].

Dirección de Geología (1997). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**. 3ra Edición, Publicación Especial No. 12. Tomo I y II. Caracas, Venezuela.

Duque, G. (2017) **MANUAL DE GEOLOGÍA PARA INGENIEROS**. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

Fuerza Aérea Venezolana (FAV) (1997). **BOLETÍN**. Estación Ciudad Bolívar.

Mendoza, V. (2005) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA, ESCUDO DE GUAYANA, ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE**. Tomo I. Ciudad Bolívar, Venezuela.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y DE LOS RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SURAMERICANO)**. HECLA. Venezuela.

Mosquera, L. (2016) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DEL AFLORAMIENTO ROCOSO UBICADO EN EL FUNDO LOS HICACOS. MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ESTADO BOLÍVAR**. Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Venezuela.

Rivera, H. (2005) **GEOLOGÍA GENERAL**. 2da Edición. Lima, Perú.

Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005). **CIENCIAS DE LA TIERRA – UNA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA FÍSICA**. 8 va Edición. Editorial Pearson. Madrid, España.

## **ANEXOS**

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

|                  |                                                                                                                              |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título</b>    | CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS DEL CERRO LA ENCARAMADA, SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI. |
| <b>Subtítulo</b> |                                                                                                                              |

### Autor(es)

| <b>Apellidos y Nombres</b>         | <b>Código CVLAC / e-mail</b> |                      |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Gamero Carreño Claudimar Estefanía | <b>CVLAC</b>                 | 26.048.818           |
|                                    | <b>e-mail</b>                | Cgamero96@gmail.com  |
|                                    | <b>e-mail</b>                |                      |
| Lara Sosa Angybell Cristal         | <b>CVLAC</b>                 | 24.796.592           |
|                                    | <b>e-mail</b>                | angy_373@hotmail.com |
|                                    | <b>e-mail</b>                |                      |
|                                    | <b>CVLAC</b>                 |                      |
|                                    | <b>e-mail</b>                |                      |
|                                    | <b>e-mail</b>                |                      |
|                                    | <b>CVLAC</b>                 |                      |
|                                    | <b>e-mail</b>                |                      |
|                                    | <b>e-mail</b>                |                      |

### Palabras o frases claves:

|                                 |
|---------------------------------|
| Estudio geológico               |
| Análisis macroscópico           |
| Características geomorfológicas |
| Diaclasas                       |
| Foliaciones                     |
|                                 |
|                                 |
|                                 |
|                                 |
|                                 |
|                                 |

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

| Área                  | Subárea              |
|-----------------------|----------------------|
| Ciencias de la Tierra | Ingeniería Geológica |
|                       |                      |
|                       |                      |

### Resumen (abstract):

---

En la parte Sur del estado Anzoátegui, Municipio Independencia, a orillas del Río Orinoco, en la población de Soledad se encuentra un afloramiento que desde el punto de vista geológico revisten gran importancia debido a su complejidad estructural y potencialidad geoeconómico, por estas razones se seleccionó esta región como base del estudio para la realización de este trabajo de grado. El objeto de la investigación es caracterizar a manera de inventario geológico el afloramiento Cerro La Encaramada y áreas aledañas, donde afloran rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Imataca, y los sedimentos del reciente. La metodología utilizada para la elaboración de este estudio consta básicamente de cuatro (4) etapas. La primera fue la etapa de oficina, la cual consistió en la recopilación de información cartográfica y bibliográfica del área. La segunda etapa fue de trabajo de campo en el cual se delimitó el afloramiento, se realizó el levantamiento geológico respectivo midiendo y anotando las estructuras presentes en el afloramiento tales como foliaciones, diaclasas, fallas geológicas y vetas de cuarzo. Durante esta etapa también se hizo la recolección y marcado de 8 muestras de rocas y su ubicación con GPS. La cuarta etapa fue la discusión de los resultados. Basado en las observaciones de campo, toda la masa granítica del Cerro La Encaramada está compuesta por 3 litologías, cuyos nombres de campo son gneises graníticos cuarzo-biotíticos, gneises pegmatíticos y charnockitas. También, durante los recorridos de campo, se midieron 16 estructuras. Esta condición de fracturamiento indica que el material no debe ser considerado como roca ornamental, si no como agregado de construcción o material de préstamo. Finalmente se calculó el volumen de afloramiento, el cual fue de 467.214 m<sup>3</sup>. Se recomienda hacer una geología de detalle, con la toma de más muestras de rocas y realizar análisis petrográficos.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

### Contribuidores:

| Apellidos y Nombres          | ROL / Código CVLAC / e-mail |                                                                                                                            |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ramírez, Henry</b>        | ROL                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
|                              | CVLAC                       |                                                                                                                            |
|                              | e-mail                      | <a href="mailto:tesisudohr@gmail.com">tesisudohr@gmail.com</a>                                                             |
|                              | e-mail                      |                                                                                                                            |
| <b>Monteverde, Francisco</b> | ROL                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
|                              | CVLAC                       | 12.192.676                                                                                                                 |
|                              | e-mail                      | <a href="mailto:monteverdefr@gmail.com">monteverdefr@gmail.com</a>                                                         |
|                              | e-mail                      |                                                                                                                            |
| <b>Ramos, Javier</b>         | ROL                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
|                              | CVLAC                       | 14.145.647                                                                                                                 |
|                              | e-mail                      | <a href="mailto:jdramos@udo.edu.ve">jdramos@udo.edu.ve</a>                                                                 |
|                              | 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 |
|------|-----|-----|
| 2018 | 12  | 11  |

Lenguaje Spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

### Archivo(s):

| Nombre de archivo                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS DEL CERRO LA ENCARAMADA, SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI.</b> |
|                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                     |

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:** \_\_\_\_\_

**Temporal:** \_\_\_\_\_

### Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Geólogo

### Nivel Asociado con el Trabajo:

Pregrado

### Área de Estudio:

Ingeniería Geológica

### 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"**.

Leído 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.

Cordialmente,

  
**JUAN A. BOLANOS CUEVELO**  
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

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela



## **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**  
**Gamero Claudimar**  
**C.I.:26.048.818**

---

**AUTOR**  
**Lara Angybell**  
**C.I.:24.796.592**

---

**TUTOR**  
**Profesor Ramírez Henry**  
**C.I.:**