

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA  
DEL CERRO CUCHI UBICADO EN SANTA ROSALÍA DE  
PALERMO, SECTOR LA ATASCOSA, PARROQUIA ASENCIÓN  
FARRERAS, MUNICIPIO CEDEÑO. ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO  
POR LA BACHILLER  
LOIVIS ARÉVALO PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, MARZO DEL 2022**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, intitulado: **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO CUCHI UBICADO EN SANTA ROSALÍA DE PALERMO, SECTOR LA ATASCOSA, PARROQUIA ASENCIÓN FARRERAS, MUNICIPIO CEDEÑO. ESTADO BOLÍVAR”**, presentado por la bachiller **LOIVIS ARÉVALO**, portadora de la cédula de identidad **V-21.110.893**, 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 Enrique Acosta

(Asesor)

Profesor Wilmer Zerpa

(Jurado)

Profesora Katiuska Roura

(Jurado)

Prof. Berenice Sandoval  
Jefe del Departamento de Ingeniería Geología

Prof. Francisco Monteverde  
Director de Escuela

En Ciudad Bolívar, a los 06 días del mes de Marzo del 2022

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado va dedicado primeramente a Dios por ser quien guía mi vida y quien me permitió llegar a completar este proyecto, aportándome sabiduría, conocimiento y entendimiento.

A mi querida madre Loira Flores, este logro es tuyo, porque tú también me apoyaste en mis estudios con tu trabajo y esfuerzos.

A mi hermana Glorivel Flores, para que siga el ejemplo de estudio y superación.

A mis futuros hijos, que su madre pensó en ustedes para darles lo mejor y la satisfacción de que son hijos de una ingeniera de la Universidad de Oriente.

**ARÉVALO, LOIVIS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que nada, quiero agradecer primero a Dios por haber llenado de sabiduría mi vida y mostrarme el camino correcto.

Gracias a mi madre Loria Flores y su esposo, y a Miriam Montero por su gran apoyo en la realización de este proyecto y ceder sus terrenos como objeto de estudio y toda la logística.

Gracias a mi tutor el profesor Enrique Acosta por su valiosa dedicación, aporte de conocimiento y orientación durante el desarrollo de la investigación.

Gracias a mis compañeros que me han apoyado, Sirac Reyna, Carlix Caña, Jesús Aro, Luis Pérez.

**ARÉVALO, LOIVIS**

## RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicada al Suroeste, a 340 km de Ciudad Bolívar, estado Bolívar. La investigación consistió en una caracterización geológica y geomorfológica de los afloramientos rocosos presentes en el Cerro Cuchi. La metodología aplicada para el desarrollo de este estudio se basó en tres etapas de trabajo: la etapa de oficina durante la cual se realizó una recopilación de información bibliográfica y cartográfica con el fin de obtener datos sobre el área a explorar; la etapa de campo la cual consistió en el reconocimiento de la zona, donde se identificaron los afloramientos pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero y la medición de las direcciones de fracturas. Seguidamente se realizó el geoposicionamiento del área y la ubicación de las muestras de rocas recolectadas (6). Posteriormente en la etapa de oficina se realizó la descripción y determinación de la composición mineralógica de forma macroscópica de las 6 muestras de rocas y la interpretación de las estructuras. Finalmente, con la ayuda de los análisis petrográficos se definió el mapa geológico del Cerro Cuchi. Las rocas metamórficas identificadas en la zona son gneises graníticos rosados de grano fino, gneises cuarzo feldespáticos gris claro de grano fino y medio. Las composiciones mineralógicas de las rocas varían de la siguiente manera: el Cuarzo se encuentra entre 20% a 50%, los Feldespato de 15% a 30%, la Plagioclasa osciló entre 15 % y 50 %, las micas Biotita y Muscovita se observó entre un 5% y 10 %, los minerales accesorios de 5% a 20% y los óxidos de hierro de 10% a 25%. Teniendo en cuenta que las direcciones dominantes están comprendidas entre N30°-70E y N12°-35°W. En cuanto al relieve se identificaron dos grandes tipos de relieve el estructural y el erosional o denudacional de paisaje de peniplanicie y lomeríos de tipo colinas y lomas.

## CONTENIDO

	Página
<b>ACTA DE APROBACIÓN</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>CONTENIDO</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>SITUACIÓN A INVESTIGAR</b> .....	3
1.1 Situación objeto de estudio.....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos .....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcances de la investigación .....	5
1.5 Limitaciones .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>GENERALIDADES</b> .....	7
2.1 Ubicación geográfica del área.....	7
2.2 Acceso al área de estudio .....	7
2.3 Características físico y naturales de la zona de estudio .....	8
2.3.1 Precipitación.....	8
2.3.2 Evaporación.....	10
2.3.3 Temperatura media.....	10
2.3.4 Humedad relativa .....	11
2.4 Suelo.....	12
2.4.1 Orden Entisol .....	12
2.5 Vegetación.....	14
2.6 Drenaje .....	15
2.7 Geomorfología .....	15
2.7.1 Paisaje de Montaña .....	16
2.7.2 Lomerios .....	17
2.7.3 Paisaje de Peniplanicie.....	17

2.7.4 Paisaje de planicie .....	19
2.8 Geología regional .....	20
2.8.1 Provincia Geológica de Cuchivero.....	20
<b>CAPÍTULO III</b> .....	25
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	25
3.1 Antecedentes o estudios previos .....	25
3.2 Bases teóricas de la investigación .....	26
3.2.1 Caracterización geológica .....	26
3.2.2 Rocas ígneas.....	26
3.2.3 Texturas de las rocas ígneas.....	28
3.2.4 Caracterización geomorfológica .....	29
3.3 Definición de términos básicos .....	34
3.3.1 Pegmatitas .....	34
3.3.2 Suelos residuales .....	35
3.3.3 Foliación.....	36
3.3.4 Diaclasas .....	37
3.3.5 Vetas.....	37
3.3.6 Meteorización esferoidal.....	38
3.3.7 Roca Meteorizada (RM).....	39
3.3.8 Mapa base.....	39
3.3.9 Mapa geológico.....	39
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	41
<b>METODOLOGÍA DEL TRABAJO</b> .....	41
4.1 Tipo de investigación .....	41
4.1.1 Investigación descriptiva.....	41
4.1.2 Investigación exploratoria.....	41
4.2 Diseño de la investigación.....	42
4.2.1 Diseño de la investigación de campo.....	42
4.2.2 Diseño de investigación documental.....	43
4.3 Población de la investigación.....	43
4.4 Muestra de la investigación.....	43
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
4.6 Etapas para el desarrollo del trabajo de investigación .....	45
4.6.1 Selección del área de estudio .....	46
4.6.2 Etapa de oficina.....	46
4.6.3 Etapa de campo .....	47
4.6.4 Análisis macroscópico de las muestras de rocas.....	50
4.6.5 Digitalización del mapa geomorfológico .....	50
4.6.6 Digitalización del mapa geológico estructural.....	51
4.6.7 Interpretación y análisis de resultados .....	51

4.6.8 Redacción del informe final .....	51
<b>CAPÍTULO V</b> .....	52
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	52
5.1 Unidades litológicas presentes en el área de estudio, mediante el levantamiento geológico de superficie .....	52
5.1.1 Identificación de las unidades litológicas presentes en el área de estudio .	54
5.2 Descripción macroscópica de las muestras de rocas recolectadas de los afloramientos rocosos presentes en el Cerro Cuchi .....	54
5.3 Estructuras geológicas asociadas a las rocas de los afloramientos rocosos presentes en el área de estudio .....	56
5.3.1 Diaclasas .....	57
5.3.2 Vetas de cuarzo .....	57
5.3.3 Fallas geológicas .....	58
5.4 Mapa geomorfológico representando las topofomas presentes en el Cerro Cuchi y zonas aledañas .....	59
5.5 Mapa geológico, basado en los análisis petrográficos y las estructuras medidas .....	62
5.5.1 Análisis petrográfico .....	62
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	69
Conclusiones .....	69
Recomendaciones.....	71
<b>REFERENCIAS</b> .....	72
<b>ANEXOS</b> .....	74

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Ubicación del área de estudio.....	7
2.2	Acceso al área de estudio, vista satelital.....	8
2.3	Tipos de vegetación presente en la zona de estudio.....	14
2.4	Cauce seco de una quebrada intermitente, en la época de la exploración (E:0198981 ; N:0821764).....	15
2.5	Vista parcial de los tipos de paisajes observados en la zona de estudio.	16
2.6	Paisaje de peniplanicie de la zona. Nótese el suelo de textura arenosa..	17
2.7	Mapa geológico del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca (Sidder, y Mendoza, 1995 en Mendoza, V. 2000).....	20
2.8	Unidades litodémicas de la Provincia Geológica de Cuchivero en la Región de Suapure. (Tomado de Mendoza, V. 1974 y modificado de Tomedes, M. 2017).....	22
3.1	Niveles sucesivos de percepción de geoformas según el nivel de observación (Zinck J., 1980, en, Zinck J., 2012, p. 64).....	33
3.2	Esquema general de una ladera en un suelo residual de granito (Reading, A. 1999).....	35
3.3	Muestras de los tipos de foliación (Pozo y otros, 2007).....	37
4.1	Flujograma de la metodología.....	45
4.2	Hoja cartográfica 7038 (Santa Rosalía) a escala 1:100000 de la Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.....	47
4.3	Personal de apoyo para la exploracion del Cerro Cuchi.....	48
4.4	Mediciones de aptitudes de un plano de diaclasa.....	49
4.5	Muestreo de rocas mediante el método de percusión.....	49
4.6	Descripción macroscópica de las muestras de rocas del Cerro Cuchi.....	50
5.1	Ubicación de las estaciones geológicas levantadas en el Cerro Cuchi y zonas aledañas.....	53
5.2	Muestra M-4 Granito de grano grueso.....	55
5.3	Diaclasas conjugadas verticales.....	57
5.4	Veta de cuarzo en la estación 6 (E:0821132; N:0198449), emplazada en una zona de cizalla de rumbo N70°E .....	58
5.5	Interpretación del fracturamiento presente en la parte alta del Cerro Cuchi.....	58
5.6	Rasgos geomorfológicos reconocidos en el área de estudio.....	59
5.7	Mapa geomorfológico del área de estudio.....	61
5.8	Contacto de falla entre el Granito de Santa Rosalía, en la base y el granito de Pijiguao en el tope.....	62

5.9	Muestra M2-A (NX)10X/2X, se observa textura xenomorfica inequigranular, definida por cristales variado de tamaño grueso (Fenocristales), medios y finos compuestos por plagioclasa (PI) antiperitita, y cristales de cuarzo (Q) recristalizado.....	63
5.10	Muestra M2-B (NX)10X/4X, se observan cristales poiquiliticos de plagioclasa (PI), con maclas levemente marcada; esfena (SF) granuda y de tamaño medio; mica biotita (Bi), en láminas tabulares y cuarzo (Q) monocristalino y policristalino.....	65
5.11	Muestra M3 (NX) 10X/4X, se observan cristales poiquiliticos de plagioclasa (PI), con maclas levemente marcada; esfena (SF) granuda y de tamaño medio; mica biotita (Bi), en láminas tabulares y cuarzo (Q) monocristalino y policristalino.....	66
5.12	Mapa geológico-estructural del Cerro Cuchi y zonas aledañas.....	68

## LISTA DE TABLAS

2.1	Valores de Precipitación correspondientes a la hoja NB-20-1 (CVG-TECMIN C.A, 1991).....	9
2.2	Valores anuales estadísticos de evaporación en la estación que cubre el área NB-20-1 (CVG-TECMIN, 1991).....	10
2.3	Valores anuales de estadísticos de temperaturas medias de la estación que cubre el área NB-20-1 (CVG-TECMIN, 1991).....	11
3.1	Agrupación de geoformas por origen (Zinck J., 2012, p. 53).....	32
5.1	Estaciones geológicas levantadas durante las visitas a campo.....	52
5.2	Descripción macroscópica de las muestras del Cerro Cuchi.....	55
5.3	Estructuras geológicas medidas en el Cerro Cuchi y puntos cercanos....	56
5.4	Unidades geomorfológicas reconocidas dentro del área de estudio.....	60
5.5	Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2-A.....	64
5.6	Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2-B.....	65
5.7	Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M3.	67

## **LISTA DE ANEXOS**

1. Mapa geológico estructural del cerro cuchi y sus alrededores
2. Mapa geomorfológico del Cerro Cuchi y sus alrededores

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Mendoza, V. (2012). El Escudo de Guayana es una Provincia fisiográfica que constituye el 45% de la superficie territorial total de Venezuela, la región está constituida por las rocas más antiguas en la geocronología del territorio venezolano. Debido a su gran extensión existen muchas zonas de interés geológico que no han sido exploradas o de las cuales hay escasa información El objetivo general de este trabajo de investigación es caracterizar la geología y la geomorfología de los afloramientos rocosos presentes en el área de estudio, obteniendo información sobre el potencial geológico de la zona.

Geológicamente la zona de estudio se encuentra ubicada en la Provincia Geológica de Cuchivero, perteneciente a una de las cuatro provincias geológicas que conforman el Escudo de Guayana, (Mendoza, V., 2012) donde se encuentran varios afloramientos rocosos, de los cuales no existe información a detalle de las características litológicas, estructurales y geomorfológica, lo que motivó a realizar el estudio.

La estructura del presente trabajo consta de cinco capítulos los cuales son:

Capítulo I. Situación a investigar: objetivo general, objetivos específicos, justificación de la investigación y alcance.

Capítulo II. Generalidades: ubicación del área de estudio, accesibilidad, características físicas y naturales.

Capítulo III. Antecedentes, bases teóricas, rocas, suelos residuales, diaclasas, meteorización esferoidal, roseta de diaclasas.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: Nivel de investigación, Diseño de la investigación, población y muestras de la investigación y fases de la investigación

Capítulo V. Análisis y discusión de resultados: donde se compilan los resultados de la revisión bibliográfica y de campo y se discuten con los resultados de laboratorio, para cada objetivo específico determinado.

Luego la presentación de las conclusiones, recomendaciones, referencias, apéndices y anexos.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Situación objeto de estudio

Las rocas que constituyen al Escudo de Guayana integran una de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición original del Macizo, está representada en lo fundamental por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en los fondos de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de partes de estas rocas, así como de otras formaciones que fueron apareciendo (González de Juana y otros, 1980).

El Escudo de Guayana es una Provincia fisiográfica que constituye el 55% de la superficie territorial total de Venezuela (423.000km<sup>2</sup>), la región está constituida por las rocas más antiguas en la geocronología del territorio venezolano. Debido a su gran extensión existen muchas zonas de interés geológico que no han sido exploradas o de las cuales hay escasa información (Mendoza, V, 2012).

La finalidad de esta investigación es caracterizar la geología y la geomorfología del cerro Cuchi, debido a que no existe información a detalle de sus características litológicas y estructurales. Además, obteniendo información sobre el potencial geológico de la zona.

La Provincia Geológica de Cuchivero, contiene recursos económicos que constituye un potencial dentro de los yacimientos no metálicos como lo es el granito.

Para seleccionar un afloramiento que pueda generar un interés comercial, es necesario que contenga una serie de aspectos geológicos relevantes para realizar una evaluación, como lo mineralógico, geomorfológico, estructural, entre otros.

Para tal fin, y para obtener una información más detallada, de la zona a estudiar, se programó un trabajo de campo que comprende las labores de exploración, levantamiento geológico y la toma de muestra de roca. Las mismas fueron enviadas al laboratorio petrográfico del Instituto de Geología y Minas (INGEOMIN), para determinar su composición mineralógica y descripción petrográfica; y al laboratorio de suelos de la Universidad de Oriente para realizarles los ensayos químicos, para predecir su comportamiento y durabilidad en el uso al que se le va a destinar, además de la resistencia a los agentes atmosféricos a que van a ser sometidos.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar geológica y geomorfológicamente el Cerro Cuchi y sus alrededores, ubicado en Santa Rosalía de Palermo, sector la Atascosa, parroquia Asunción Farreras, municipio Cedeño. Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las unidades litológicas presentes en el área de estudio, mediante el levantamiento geológico de superficie.
2. Describir macroscópicamente las muestras de rocas recolectadas de los afloramientos rocosos presentes en el Cerro Cuchi.

3. Clasificar las estructuras geológicas asociadas a las rocas de los afloramientos rocosos presentes en el área de estudio.

4. Representar en un mapa geomorfológico las topofomas presentes en el Cerro Cuchi y zonas aledañas.

5. Realizar el mapa geológico, basado en los análisis petrográficos y las estructuras medidas.

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

En la zona de estudio no existen estudios geológicos a nivel de detalle, sino de ámbito regional. Cabe considerar por otra parte, la escasa información geológica y cartográfica que impulsa o motivan a la ejecución de la presente investigación con la finalidad de caracterizar geológica y geomorfológicamente el Cerro Cuchi y sus alrededores con el propósito de aportar información geológica que sirvan de ayuda a futuras investigaciones.

### **1.4 Alcances de la investigación**

El estudio consiste en una caracterización geológica y geomorfológica del sector La Atascosa, municipio Cedeño, estado Bolívar; que incluye la descripción de las rocas y la determinación macroscópica de la composición mineralógica de ellas; la medición de la dirección de las estructuras, el análisis de las estructuras geológicas y elaboración de mapa geológico y geomorfológico donde se representarán las unidades litológicas y estructuras de la zona.

### **1.5 Limitaciones**

1. Escasa información sobre la zona de estudio.
2. Dificultad para el traslado hacia el área por los altos costos del transporte.

3. No disponibilidad de insumos en los laboratorios de la Escuela de Ciencias de la Tierra para preparar las secciones delgadas de las rocas.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área

El área de estudio se encuentra ubicada al Sureste, a 340 km de Ciudad Bolívar, estado Bolívar y a 70 Km de la población de Santa Rosalía de Palermo, municipio Cedeño, Estado Bolívar (Figuras 2.1).

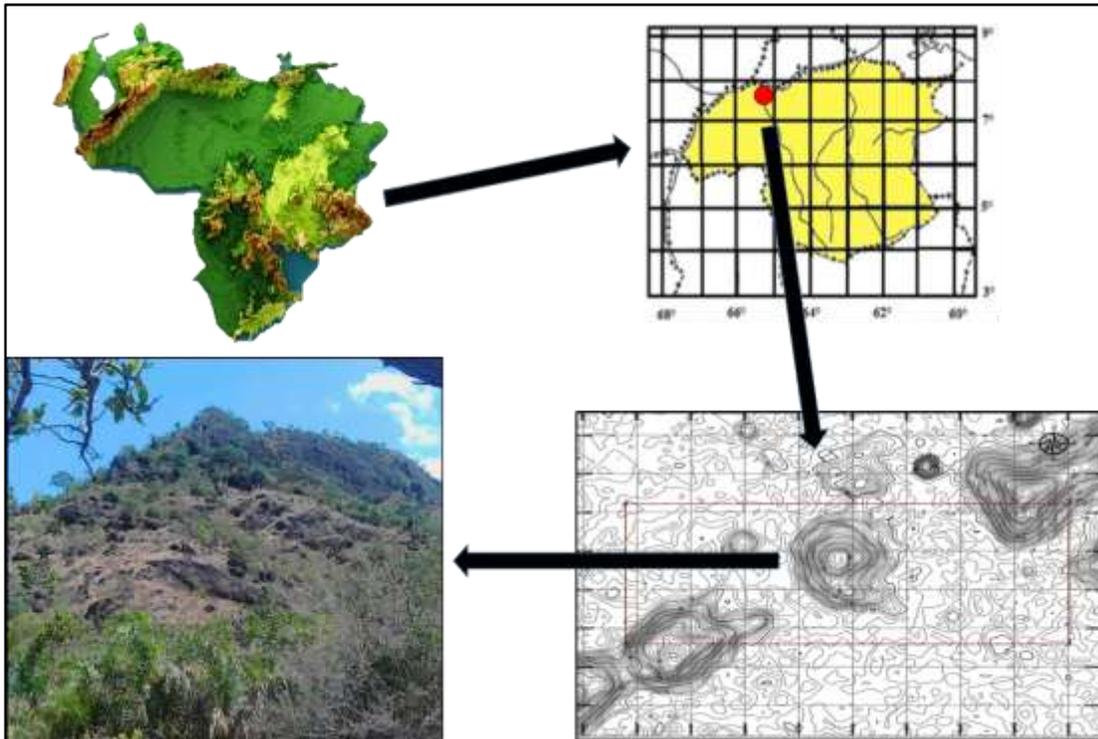


Figura 2.1 Ubicación del área de estudio

#### 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso se realiza por vía terrestre a través de la carretera asfaltada Troncal 19, que une a Ciudad Bolívar con Caicara del Orinoco. El trayecto se cubre en cuatro horas

y media aproximadamente. Para acceder al Cerro Cuchi, se hace un desvío al Sur a través de una carretera de tierra, en malas condiciones, hasta llegar al caserío La Atascosa, lugar donde se instaló el Campamento Base (Figura 2.2).

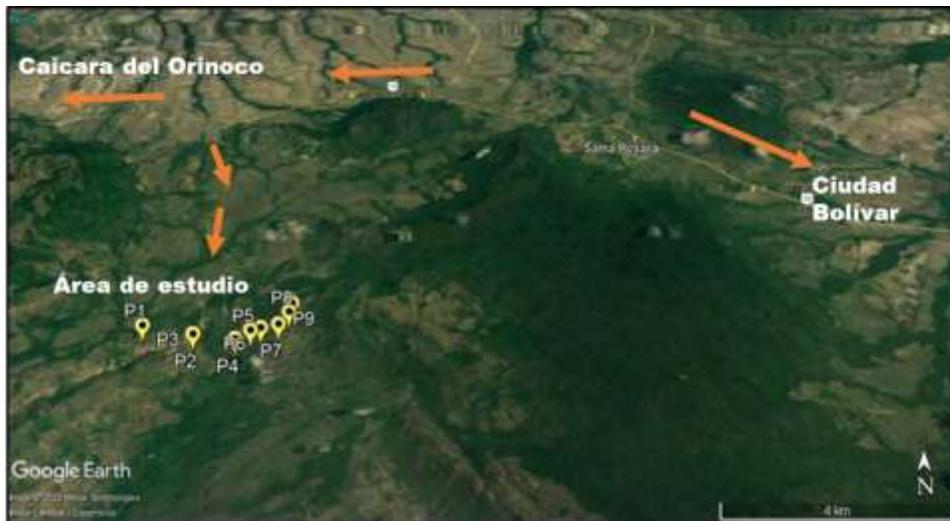


Figura 2.2 Acceso al área de estudio, vista satelital

El desplazamiento hacia el Cerro Cuchi fue a pie a través de caminos de tierra que facilitaron el acceso. Las actividades de campo se realizaron en la época de verano del mes de abril del 2018.

### 2.3 Características físico y naturales de la zona de estudio

La información de este capítulo, fue tomada de los estudios realizados por C.V.G. Técnica Minera (CVG-TECMIN, 1991), del informe de avance de la hoja de radar NB-20-1. Gran parte de esta información fue verificada en campo para los fines del estudio.

#### 2.3.1 Precipitación

El área de estudio cubierta por la hoja NB-20-1 recibe una precipitación total media anual de 1.800 mm (CVG-TECMIN, 1991).

El análisis isoyético muestra que la precipitación aumenta en sentido Norte- Sur, desde los 1.300 mm en las cercanías del río Orinoco, hasta llegar a los 2.200 mm en los alrededores de las Serranías de Monte Oscuro, Guayapo y Tucuragua, y también al Este de los Cerros Tacuto, Juan Rivas y La Zamura, ubicado en la parte Suroriental, del área en estudio.

El régimen pluviométrico, medio anual, se caracteriza por ser de tipo unimodal; es decir; se presenta un solo máximo durante el año. La temporada de lluvias abarca el lapso desde Abril hasta Noviembre; a excepción de las Estaciones La Raya, Maripa y Santa Rosalía donde la época de lluvias se prolonga hasta diciembre, (Tabla 2.1).

La mayor pluviosidad, media mensual, se registra en agosto en las estaciones La Raya, Maripa y Santa Rosalía, siendo esta de 358 mm, en promedio.

Tabla 2.1 Valores de Precipitación correspondientes a la hoja NB-20-1 (CVG-TECMIN C.A, 1991).

<b>ANUAL</b>					
Estación	Media (mm)	Valor Máximo (mm)	Valor Mínimo (mm)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
La Raya	2207	2679	1791	375,79	0,17
Maripa	2098	2621	1308	384,63	0,18
Santa Rosalía	2016	2645	1265	372,47	0,18

El período seco o de máxima precipitación está conformado por los meses de Diciembre hasta Marzo, a excepción de las estaciones La Raya, Maripa y Santa Rosalía, donde esta época comienza en enero. El promedio mensual de lluvia, en estos meses, está por debajo de 60 mm, siendo Febrero el mes más seco del año, para la mayoría de las estaciones.

### 2.3.2 Evaporación

La evaporación total media anual, en el área de estudio, es de 2300 mm, aproximadamente; aumentando desde los 2000 mm en la zona sur hasta llegar a los 2800 mm al Este de Musinacio (Tabla 2.2).

Durante el mes de Marzo se observa un incremento en el valor de la evaporación que se registra en todas las estaciones del área y esto ocurre nuevamente, pero con menor intensidad en el mes de Octubre.

Tabla 2.2 Valores anuales estadísticos de evaporación en la estación que cubre el área NB-20-1 (CVG-TECMIN, 1991).

ANUAL					
Estación	Media (mm)	Valor Máximo (mm)	Valor Mínimo (mm)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Maripa	2248	2593	2079	168,84	0,08

Asimismo, se tiene que la evaporación presenta su menor valor en el mes de junio, y un segundo mínimo menos importante se registra durante el mes de diciembre.

### 2.3.3 Temperatura media

La temperatura media anual estimada para la zona es de 26,8°C. Las temperaturas medias más altas ocurren en los sectores más bajos, correspondiéndose estas con alturas de 40 msnm, aproximadamente (Tabla 2.3).

Tabla 2.3 Valores anuales de estadísticos de temperaturas medias de la estación que cubre el área NB-20-1 (CVG-TECMIN, 1991).

Estación	ANUAL				
	Media (° C)	Valor Máximo (° C)	Valor Mínimo (° C)	Desviación Estándar	Coficiente de Variación
Maripa	27,0	27,4	26,4	0,34	0,01

Hacia la parte Suroeste de Maripa, en las Serranías de Monte Oscuro, Guayapo y Tucuragua se registran temperaturas medias que oscilan entre 23 °C y 24 °C, asociado a alturas que varían entre 720 msnm y 550 msnm. El régimen anual de la temperatura media se caracteriza por ser bimodal, es decir que producen dos máximos durante el año.

El principal ocurre entre los meses de Marzo- Abril y el secundario en el lapso de Octubre a Noviembre. Las temperaturas medias más bajas se registran en los meses de Junio, Julio y Diciembre. La oscilación térmica anual es de 1,9 °C, lo que determina el carácter isotérmico de los climas de la zona.

La temperatura máxima media anual estimada para la zona es de 32,3 °C y la temperatura mínima media anual, es de 22 °C.

#### **2.3.4 Humedad relativa**

La Humedad relativa media anual estimada para la zona es de 74 %, aproximadamente. Aumentando desde un 70 %, en la zona Norte del área, hasta llegar a formar un gran centro al Oeste de Maripa de un 75 % aproximadamente.

Los valores más altos de esta variable ocurren en el lapso de Junio-Agosto, siendo el promedio mensual para este lapso de 79 % y el valor más bajo ocurre en el mes de Marzo (62.5 %).

## 2.4 Suelo

### 2.4.1 Orden Entisol

Los suelos Ustorthents, muy superficiales, ocurren normalmente en los relieves de loma y están asociados con altas proporciones de afloramiento rocoso (20 % - 30 %). Son de origen residual, desarrollados a partir de rocas metamórficas del tipo granodiorita y gneiss o anfibolitas, y exhiben poco rasgo de evolución pedogenética (CVG-TECMIN, 1991).

Comúnmente son muy superficiales (< 25 cm. de profundidad); poseen un horizonte A, Ócrico, de espesor variable (8 cm – 25 cm); de textura franco a franco arcillosa, ocasionalmente arenosa, mezclada con abundante (40 % - 60 %) proporciones de fragmento grueso; en particular cuarzo y nódulos de hierro. Dicho horizonte descansa normalmente sobre la roca (secuencia de horizonte A/R) (CVG-TECMIN, 1991).

La presencia de moderadas proporciones de afloramientos rocosos, que disminuyen el área de la unidad, como suelo de poca profundidad efectiva y muy baja fertilidad natural.

De acuerdo con CVG-TECMIN, (1991). El grupo indiferenciado *Kanhaplustults* moderadamente esquelético, afloramiento rocoso; topografía escarpada con pendientes de 30 % - 60 %.

Estos suelos son de paisajes de peniplanicie y los tipos de relieve son las colinas de, medios y altos, con topografía ondulada, de quebrada a muy quebrada con

pendientes variadas de 8 % - 16 %, 30 % - 60 % y 16 % - 30 %, respectivamente (CVG-TECMIN, 1991).

Son suelos comúnmente, superficiales (30 cm – 50 cm), aunque también ocurren moderadamente profundos (50 cm – 100 cm); poseen un horizonte A, delgado a moderadamente espeso (8 cm – 13 cm); de textura areno francosa, franca, franco arcillo arenosa, franco arcilloso y localmente arcilloso, mezclada con frecuentes (15 % – 30%) proporciones de esqueletos gruesos, generalmente nódulos de hierro y cuarzo, de tamaño gravilla (0,2 cm – 2 cm) y forma mixta (CVG-TECMIN, 1991).

El horizonte B es moderadamente espeso (15 cm – 42 cm); presenta texturas franco arcillo arenosa y arcillosa, de manera dominante, mezcladas con pocas ( $5 < \%$ ) proporciones de esqueletos gruesos (nódulos de hierro y cuarzo), de tamaño gravillas (0,2 cm – 2 cm) y forma mixta; sin embargo, en menor proporción ocurren con altas proporciones de esqueletos gruesos.

La estructura es comúnmente blocosa subangular, con grado de desarrollo moderado y tamaño variable entre medio, fino y grueso (CVG-TECMIN, 1991).

Teniendo en cuenta que en general, son moderadamente profundos (50 cm – 93 cm), con un horizonte A de 20 cm. a 26 cm. De espesor; texturas franco, franco arcillo arenosa, a arcillosa; mezclada con abundantes (30 % - 60 %) proporciones de fragmentos gruesos, de naturaleza ferruginosa, tamaño variable y forma redondeada.

Regularmente la estructura es granular a migajosa, con grado de desarrollo débil y tamaño fino blocosa (CVG-TECMIN, 1991).

## 2.5 Vegetación

La vegetación comprende especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y mixtas con un grado de intervención que va de leve a moderado y fuerte.

Las comunidades herbáceas se caracterizan por presentar un estrato herbáceo continuo y ecológicamente dominante, acompañados por individuos arbustivos distribuidos irregularmente y con porcentaje de cobertura variable.

La vegetación arbórea asociadas a las sabanas presenta características de caducifolias, con alturas predominantes entre 15 y 18 metros. Típicamente la vegetación sobre las menas de costra de yacimientos residuales es escasa, y está formada por arbustos achaparrados, por lo que la misma, ha sido clasificada como de bosque Tropofito Macrotérmico y bosques pluviales (CVG-TECMIN, 1991).

Desde el punto de vista de CVG-TECMIN, (1991). El arbusto que más abunda sobre los suelos de la región es una especie denominada Copey, sobre todo una de ellas, exclusiva de la zona, la *Clusia Lakeli*, indicativa de la existencia de menas ferríferas (figura 2.3).

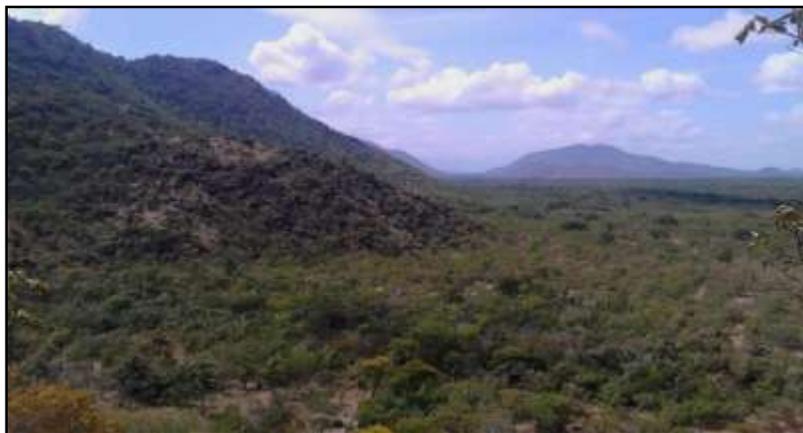


Figura 2.3 Tipos de vegetación presente en la zona de estudio.

## 2.6 Drenaje

El cauce principal observado en la zona de estudio es el río Cuchivero que pasa al Oeste del Cerro Leal a unos 10 km. También la zona de estudio es drenada por los Caños Tirma y Miraflores, y quebradas intermitentes de primer orden cuales son afluentes del río Cuchivero.

También se recorrió una quebrada intermitente, de cauce encajonado. Para describir los materiales que conforman el aluvión (Figura 2.4).



Figura 2.4 Cauce seco de una quebrada intermitente, en la época de la exploración (E:0198981 ; N:0821764)

## 2.7 Geomorfología

Las unidades geomorfológicas identificadas en la zona, fueron los paisajes de montañas, lomerios, las peniplanicies y planicies. En tal sentido, los diferentes tipos de paisajes que muestra la zona de interés se detallan a continuación (Figura 2.5).

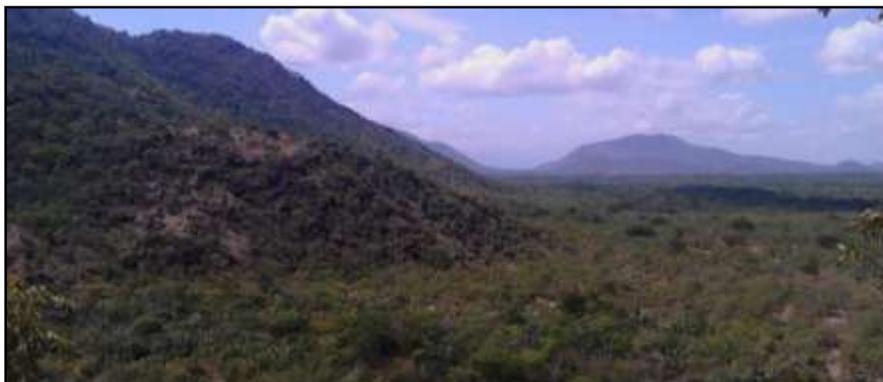


Figura 2.5 Vista parcial de los tipos de paisajes observados en la zona de estudio.

### **2.7.1 Paisaje de Montaña**

Es el paisaje más elevado de la zona estudiada, con alturas máximas de 210 y mínimas de 85 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), pendientes mayores a 60 %, con relieves de 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, cabalgamientos) con procesos erosivos, así mismo la vegetación, la humedad y las 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 (CVG-TECMIN, 1991).

Las montañas son definidas, no tanto por su configuración sino más bien por el desnivel mayor a los 250 m, por lo general, se presentan por debajo de los 600 msnm. Se encuentran localizadas al oeste, noroeste, norte- centro y al sureste del área de estudio.

Desde el punto de vista geológico puede hablarse de una variación espacial, cuyo límite lo representa el río Caura, teniéndose al oeste, las rocas que dan origen a las

montañas pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero y al este se encuentran las correspondientes a la provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 1974).

### **2.7.2 Lomerios**

Las lomas referidas poseen desniveles hasta de 110m, con pendientes de 30% a 60% y la vegetación que las recubren es boscosa exuberante, desarrollada sobre suelos arcillosos de avanzada evolución pedogenética.

### **2.7.3 Paisaje de Peniplanicie**

Conforma un paisaje con una topografía aplanada por rebajamiento del nivel original producto de la acción intensa de los procesos de peneplanación sobre las rocas del basamento, constituido por rocas graníticas, generando tipos de relieves de colinas, glaciais y vegas (CVG-TECMIN, 1991) (Figura 2.6).



Figura 2.6 Paisaje de peniplanicie de la zona. Nótese el suelo de textura arenosa.

Es un paisaje profundamente denudado, casi plano, proveniente de la alteración por procesos físicos y químicos de la roca original. Las variaciones que sufre la peniplanicie, en consecuencia, dependen de su ubicación, su litología, su génesis y sus condiciones topográficas.

En cuanto a las condiciones topográficas existen dos rasgos distintivos: uno, es que las pendientes varían de entre 8% a 16% y el otro oscila de 16% a 32%. La superficie de estas peniplanicies es en el primer rango, suavemente ondulada y en el segundo es ondulada; pero el relieve característico, lo constituyen no las colinas, como sucede en la mayoría de las peniplanicies, sino más bien una llanura de erosión, levemente disectada por las vegas coluvio-aluviales, y donde aparecen, como al este y sureste de Jabillal, algunos domos graníticos, que son relieves residuales.

Este tipo de paisaje, alcanza su máxima expresión superficial al este del río Caura, pero hacia el oeste se distribuye en tres sectores: hacia el sur del Caserío Las Bonitas, entre el caserío La Culebra y Maripa, y entre el río Mato y el río Caura.

### **2.7.3.1 Colinas**

Constituyen relieves de perfil convexo, muy rebajados debido a la actividad de los procesos erosivos que las han afectado. La forma topográfica es ondulada con pendiente entre 8 % y 16%. Se desarrollan sobre rocas graníticas del Complejo de Cuchivero. Las formaciones superficiales la conforman lateritas y suelos (entisoles) asociados a afloramientos rocosos localizados en las vertientes. La erosión es por escurrimiento superficial formando surcos.

### **2.7.3.2 Glacis**

Superficie suavemente inclinada localizada al pie de colinas, lomas u ondulaciones originados como producto de la acumulación de materiales provenientes de la erosión tanto de lomeríos como peniplanicie. Dichos relieves residuales están constituidos por rocas graníticas, las cuales de hecho son las que componen los paisajes

de lomeríos del sector. La acumulación de los materiales es de textura arenosa y franco arenosa por acción del escurrimiento difuso (CVG-TECMIN, 1991).

### **2.7.3.3 Vegas**

Representa el tipo de relieve topográficamente más bajo de la unidad. Tienen forma plana y alargada adyacente entre 0 % y 4%, lo que facilita su inundación en épocas de crecida. Está constituida por sedimentos coluvio-aluviales. La textura es arenosa (CVG TECMIN C.A., 1997).

### **2.7.4 Paisaje de planicie**

Las planicies abarcan la mayor porción en el área de estudio y se localizan fundamentalmente en toda el área Norte, Oeste y Suroeste, siendo diferenciadas, básicamente, por su morfogénesis y por las condiciones de drenaje superficial. Genéticamente la mayoría de las planicies son deposicionales, no obstante, al Noreste, Suroeste y Oeste, éstas tienen un carácter combinado deposicional-residual.

Las planicies de origen residual están relacionadas con los eventos exógenos ocurridos sobre rocas de la Provincia de Imataca (al Sureste), las deposicionales tienen influencia de un intenso coluvionamiento, ocurrido durante los períodos húmedos del cuaternario, con dirección sur-norte o con los aportes aluviales recientes del río Orinoco.

La génesis y evolución está relacionada con los eventos tectónicos que han afectado el Escudo de Guayana y con los procesos erosivos severos por prolongados períodos en la escala geológica; además el fracturamiento que presentan las rocas ha favorecido las condiciones para que actúen los procesos de meteorización y erosión alterando el material y produciendo el intenso rebajamiento que caracteriza a este tipo de paisaje (CVG-TECMIN, 1991)



Discordantemente sobre el Supergrupo Cedeño yacen rocas sedimentarias del Grupo Roraima. Mendoza, V (2000) propone ahora que tal nombre de Supergrupo Cedeño sea cambiado, de concepto litoestratigráfico que no le es apropiado por un concepto litodémico, tal como Superasociación Cedeño, formada por la Asociación Cuchivero (formada por: Volcánicas de Caicara, Granito de Santa Rosalía, Granito de San Pedro y Metabasitas) y la Asociación Suapure (constituida por: Granito de Pijiguaos, Granito Rapakivi de El Parguaza y sus facies, Granito de Guaniamito, Granito del Marieta, etc.

Cada una de estas unidades litodémicas contiene la misma localidad tipo, composición litológica, edad radiométrica, y otras características de las indicadas previamente (Mendoza, V. 2000).

#### **2.8.1.1 Superasociación Cedeño (Asociación Cuchivero)**

El Grupo Cuchivero, ahora denominado Asociación Cuchivero, fue definido como compuesto de rocas volcánicas riolíticas de la Formación Caicara, ahora Volcánicas de Caicara, y de granitos biotíticos de Santa Rosalía, hornabléndicos de Guaniamito y Granito de San Pedro (Mendoza, V. 2000).

Volcánicas de Caicara: las volcánicas de Caicara están constituida por lavas tobáceas y brechas ácidas de color gris oscuro y granito fino, micro y macroporfídicas, moderada a extremadamente foliadas, plegadas y falladas.

A pesar de tal deformación las estructuras de flujo y la estratificación ígnea originales se reconocen fácilmente (Mendoza, V. 2005).

Los cuarzo-latitas de las rocas volcánicas de Caicara han sido intrusionadas por los Granitos de Santa Rosalía, San Pedro y Parguaza, aunque localmente su contacto

con los mismos es de falla. Se desconoce el basamento de las cuarzo-latitas. Por estas relaciones intrusivas, las volcánicas de Caicara deben ser más antiguas que los Granitos de Santa Rosalía y Parguaza (Ríos, J. 1969, en Mendoza, V. 2005).

Granito de Santa Rosalía: el Granito de Santa Rosalía es masivo a semi-foliado, plutónico de grano medio a muy grueso, constituido esencialmente por cuarzo, feldespato potásico- perita, plagioclasa: oligoclasa; biotita marrón pleocroica; hornablenda, accesorios y secundarios (titanita, apatito, epidoto, clorita, opacos y otros) (Ríos, J. 1969, en Mendoza, V. 2005).

El Granito de Santa Rosalía es intrusivo en las cuarzo-latitas de la Formación Caicara, aunque localmente el contacto puede ser de falla.

El Granito Rapakivi del Parguaza se deduce intrusivo en el Granito de Santa Rosalía, en atención a la presencia de un granito porfídico en la zona de contacto (Ríos, J. 1969, en Mendoza, V. 2005) (Figura 2.8).

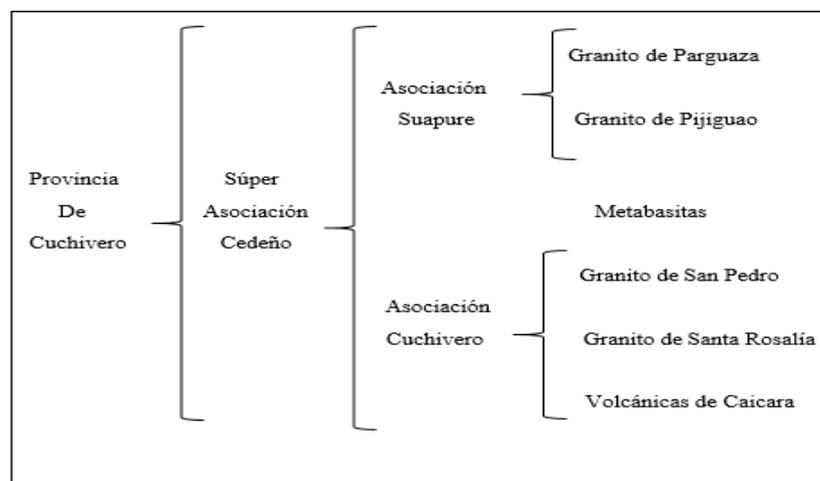


Figura 2.8 Unidades litodémicas de la Provincia Geológica de Cuchivero en la Región de Suapure. (Tomado de Mendoza, V. 1974 y modificado de Tomedes, M. 2017).

Todas estas rocas graníticas son masivas a foliadas en particular hacia el contacto con las rocas volcánicas de la Formación Caicara y en la proximidad a la Falla de Cabruta. Mineralógicamente se componen de feldespato potásico (mayormente ortosa y pertita, 40 %-60 %), plagioclasa albíta a oligoclasa (10%-40%), con texturas euhedrales de rectángulos de plagioclasa alrededor de núcleos de ortosa o pertita, similar a seudorapakivis; cuarzo (10%-40%), biotita (1 %-10 %), hornblenda (<0.5 % a 8 %); los minerales accesorios de esfena, apatito, circón, muscovita, magnetita, ilmenita y los minerales secundarios epidoto, clinozoisita, clorita de alteración de biotita y hematita derivada de magnetita.

Mendoza, V. (2000) consideró estos minerales secundarios como de alteración deutérica, no debidos al metamorfismo regional sino productos del metamorfismo de contacto y/o alteración hidrotermal en la zona cercana a las fallas, intrusiones de plutones, diques, etc, aunque fueron interpretados originalmente por Mendoza, V (1974), dada su distribución regional, como debidos a plutonometamorfismo, tectónico muy tardío, relacionados al constante y marcado trend de foliación N 10°-30° O y estar metamorfizados al nivel de la Facies de Esquistos Verdes (clorita-epidoto-cuarzozoicita-sericita).

Granito de San Pedro: Como Granito de San Pedro se reconocen a las rocas graníticas, leucocráticas, macizas a moderadamente foliadas, de aspecto subvolcánico, grano fino, equigranulares, que afloran entre El Budare y Pijigüao, 3 Km. al oeste del paso de San Pedro en el río Suapure (Mendoza, V. 2005).

El Granito de San Pedro podría equivaler a las intrusivas menores ácidas en el área del río Cuchivero, que también intrusionan a las volcánicas (Ríos, J. 1969, en Mendoza, V. 2005).

Petrográficamente el Granito de San Pedro es hipautomórfico, con textura gráfica muy frecuente. Esencialmente está constituido por cuarzo cataclástico (25 %), feldespato potásico y perita (50 %), plagioclasa Na (20 %), y accesorios y secundarios tales como biotita (0-2%), apatito (0,2%), opacos (1-2%), clorita (0-1 %) y epidoto (01 %) (Mendoza, V. 2005).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes o estudios previos**

Ríos, J. (1972) en Mendoza, V. (2005) propone el término de Asociación Ígnea de Cuchivero, en la región de Caicara, para designar a un conjunto de rocas ácidas extrusivas e intrusivas, allí expuestas con tendencia estructural N-NO. Las divide en tres unidades, que de más antigua a más joven son: la Formación Caicara, el Granito de Guaniamito y el Granito de Santa Rosalía.

Entre sus conclusiones más importantes están que el Granito de Santa Rosalía es intrusivo en las cuarzo-latitas de la Formación Caicara, aunque localmente el contacto puede ser de falla. El Granito Rapakivi del Parguaza se deduce intrusivo en el Granito de Santa Rosalía, en atención a la presencia de un granito porfídico con fenocristales de textura rapakivi en una matriz granítica de grano fino, rica en biotita, mineral muy desarrollado (hasta 40%) en la zona de contacto.

Para esta investigación se verifico la textura reportada por Mendoza V. (2005) y las relaciones de campo entre el granito de Santa Rosalía y las otras unidades.

Rojas, D. y Guerra, M. (2006), realizaron la “**CARACTERIZACIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS GRANÍTICOS CON FINES ORNAMENTALES EN LA ZONA DEL PARGUAZA, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR**”, los autores llegaron a las siguientes conclusiones: En la zona de estudio se diferenciaron tres (3) unidades geológicas, que de base a tope son: La unidad de granito alcalino tipo Rapakivi de la Provincia Geológica de Cuchivero, la unidad de sedimentos coluviales y la unidad de sedimentos transportados por quebradas.

Mineralógicamente, los afloramientos se componen de feldespato potásico tipo microclino peritico, de tamaño grueso a medio, Plagioclasa tipo oligoclasa, de tamaño grueso a medio, cuarzo grueso y biotita de tamaño medio a fino.

Este proyecto de investigación tiene relación en cuando a la metodología usada y la cercanía a la zona de estudio.

## **3.2 Bases teóricas de la investigación**

### **3.2.1 Caracterización geológica**

La caracterización geológica es un proceso de amplia base científica en la cual se aplican diversos conocimientos de ingeniería mineralogía, petrología, topografía, sensoramiento remoto, geomorfología, geología estructural, entre otras (Mukherjee S., 2019).

### **3.2.2 Rocas ígneas**

Son rocas cristalinas o vítreas que se forman a partir del enfriamiento y solidificación del magma, proceso que puede ocurrir debajo de la superficie terrestre o después de una erupción volcánica en la superficie. En cualquier caso, las rocas resultantes se denomina rocas ígneas (Menéndez, A. 1972).

Las rocas ígneas se originan a partir de un volumen de roca fundida en profundidad, incluyendo gases disueltos, volátiles como el agua y cristales, que experimentan enfriamiento en las zonas internas de la corteza o al ser expelido como lava, dando como resultado a las rocas ígneas (Menéndez, A. 1972).

Las rocas ígneas se dividen en dos grupos, dependiendo del lugar donde se formaron:

### **3.2.1.1 Rocas intrusivas o plutónicas**

Formadas a partir de un magma que se solidificó debajo de la superficie de la tierra. Estas rocas se forman cuando el magma penetra un bolsillo o una recámara subterránea que se encuentra relativamente fría y que se solidifica en forma de cristales, debido a que se enfrían lentamente, y genera rocas que contienen cristales. Entre las rocas ígneas intrusivas o plutónicas más comunes son el gabro, diorita, y granito, etc. (Menéndez, A. 1972).

### **3.2.1.2 Rocas ígneas extrusivas o volcánicas**

Formadas por el magma cuando sale a la superficie como lava. Estas rocas están fundamentalmente compuestas por silicato, las cuales están constituidas mayoritariamente por Silicio (Si) Y Oxígeno (O). Estos dos elementos junto con el Aluminio (Al), Calcio (Ca), Sodio (Na), Potasio (K), Magnesio (Mg) y Hierro (Fe), constituyen más del 98% en peso de la mayoría de los magmas que al solidificarse forman rocas ígneas. Además, los magmas contienen pequeñas cantidades de muchos elementos como Azufre (S), Oro (Au), Plata (Ag), Uranio (U), tierras raras, gases en disolución, etc. Entre las rocas ígneas extrusivas o volcánicas más comunes se encuentran el basalto, andesita y riolita entre otras, etc. (Pozo y otros, 2007).

Los diferentes silicatos que constituyen las rocas ígneas, cristalizan en un orden determinado que está condicionado por la temperatura. La serie de cristalización de Bowen (1928), nos muestra el orden de cristalización de los distintos silicatos conforme disminuye la temperatura (Pozo y otros, 2007).

La clasificación de las rocas ígneas se basa en la composición mineralógica y en las texturas; estas últimas nos permiten establecer si nos encontramos con rocas plutónicas, volcánicas y filonianas (Pozo y otros, 2007).

### **3.2.3 Texturas de las rocas ígneas**

El termino textura se utiliza para describir el aspecto general de la roca en función del tamaño, forma y ordenamiento de los cristales, la textura nos permite conocer el origen, ambiente en el cual se formó la roca. Entre los tipos de textura de las rocas ígneas se encuentran las siguientes: (Niemeyer, H. 1999).

#### **3.2.3.1 Textura fanerítica (grano grueso)**

Texturas de rocas de origen intrusivo. Textura de grano grueso, visible a simple vista, desarrollada en rocas ígneas, derivadas de magmas con cristalización y solidificación lenta en el interior de la corteza terrestre (Niemeyer, H. 1999).

#### **3.2.3.2 Textura afanítica (grano fino)**

La textura de rocas de origen extrusivo. Rocas ígneas de grano fino que forman en la superficie de la tierra directamente por emisión de la lava volcánica o dentro de la corteza superior donde el enfriamiento es relativamente rápido (Niemeyer, H. 1999).

#### **3.2.3.3 Textura ofítica**

Es una clase de roca dentro de la textura porfídica. Es característica de las rocas maficas. Con crecimiento de cristales de plagioclasa dentro de cristales de piroxenos. Mientras en la textura sub ofíticas hay crecimientos de cristales de plagioclasas en la periferia de cristales de piroxeno (Niemeyer, H. 1999).

### **3.2.3.4 Textura rapakivi y antirapakivi**

Fenocristales ovoides de feldespatos alcalinos encerrados por una corteza de plagioclasas (oligoclasa) indican textura rapakivi. A la inversa es la textura antirapakivi. La mezcla de magmas de diferentes composiciones es uno de los mecanismos compuestos (Pozo y otros, 2007).

### **3.2.4 Caracterización geomorfológica**

La geomorfología todavía no dispone de un sistema taxonómico formalmente estructurado para clasificar las formas del relieve geoformas (Zinck J., 2012).

Existe cierto consenso en cuanto a agrupar las geoformas por familias de procesos que operan sobre determinadas clases de rocas o en determinadas zonas bioclimáticas por ejemplo, de formas cársticas generadas por disolución de las rocas calcáreas, de formas desérticas creadas en ambientes secos, de formas glaciares modeladas por la actividad del hielo, o de formas aluviales controladas por la actividad de los ríos. Sin embargo, estas geoformas no se integran en un esquema estructurado de tipo jerárquico (Zinck J., 2012).

En tal sentido, hace falta crear un sistema que permita acomodar y organizar las geoformas de acuerdo a sus características y su origen y de acuerdo a las relaciones jerárquicas entre geoformas. Para esto se requiere un sistema multicategórico (Zinck J., 2012).

Visto así, la geomorfología, a diferencia de otras disciplinas, aún se debate entre las metodologías y los énfasis propuestos y mantenidos por diversas escuelas en la descripción de los paisajes (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2017).

Generalmente, los autores defienden su propuesta como la más adecuada para un objetivo específico y, a partir de esta condición, buscan darle una validez universal a ella (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2017).

Por otra parte, las categorías y la terminología geomorfológica son vagas y en pocas ocasiones confusas: el término geoforma en sí es ambiguo.

La geoforma es el concepto genérico que designa todos los tipos de formas del relieve terrestre independientemente de su origen, de su dimensión y de su nivel de abstracción –su uso es similar a como se utilizan los conceptos de suelo en pedología o de planta en botánica (Zinck, 1988, y, Zinck & Valenzuela, 1990b en Zinck J., 2012).

De acuerdo con Zinck J., (2012), el término de geoforma –con significado genérico ha sido introducido recientemente en la Guía para la Descripción de Suelos de la FAO (2009).

Las geoformas tienen un componente interno hipogeo y un componente externo epigeo en relación a la superficie del terreno. El componente interno es el material de la geoforma su contenido, cuyas características conllevan información genética y estratigráfica cronológica. El componente externo de la geoforma es su figura, su forma el conteniente, la cual expresa una combinación de características morfográficas y morfométricas (Zinck J., 2012).

El componente externo es directamente accesible a la percepción visual proximal o distal, que ésta sea humana o instrumental (Zinck J., 2012).

Idealmente, la clasificación de las geoformas debería reflejar características de ambos componentes, el material constituyente y su expresión fisiográfica. El aspecto externo de las geoformas es muy relevante para su reconocimiento directo y su

cartografía. Por esta razón, un sistema de clasificación de las geoformas tiene necesariamente que combinar criterios de percepción de la realidad geomorfológica y criterios propiamente taxonómicos, basados en atributos diagnósticos (Zinck J., 2012).

En general, se acepta que una geoforma es un rasgo físico reconocible en la superficie terrestre, con una forma propia característica y que es el resultado de los procesos morfogenéticos que interactúan según el ambiente específico donde se desarrollan, y el tiempo de duración de la acción de dichos procesos sobre los materiales y estructuras geológicas que las constituyen; sin embargo, queda pendiente la cuestión de la extensión (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2017).

Las geoformas pueden tener una extensión tal que las haga asimilables a unidades geomorfológicas propiamente dichas como sería el caso de artesas, valles, mesetas, llanuras, pueden ser geoformas simples –por ejemplo, el caso de un thalweg; y geoformas complejas, integradas por diferentes elementos o partes de ellas, como es el caso de un cauce, que comprende: barrancas, fondo, entre otras (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2017).

Es preferible reservar este término para rasgos individuales, identificables en cartografía a escalas mayores que 1:10.000; como escarpes, terrazas, conos volcánicos, taludes (s.s), abanicos aluviales, entre otros (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2017).

#### **3.2.4.1 Ejemplos de clasificación geomorfológica**

Los geomorfólogos siempre han mostrado interés por clasificar las geoformas, pero los criterios usados para ello han cambiado en el transcurso del tiempo y todavía son muy diversos.

Según Zinck J. (2012), entre los enfoques de clasificación geomorfológica se encuentran los siguientes:

- Clasificación por orden de magnitud: el criterio dimensional ha sido utilizado para clasificar las geoformas (Tricart, 1965a; Goosen, 1968; Verstappen & Van Zuidam, 1975; entre otros). Estas clasificaciones son jerárquicas, con énfasis en la geomorfología estructural en los niveles superiores del sistema. Las dimensiones espacial y temporal de las unidades geomorfológicas varían desde el global hasta el local y desde el primitivo hasta el actual.

Tricart (1965a) considera que la dimensión de los objetos de la geomorfología (hechos y fenómenos) interviene no solamente en su clasificación, sino también en la selección de los métodos de estudio y en la naturaleza de las relaciones de la geomorfología con disciplinas vecinas (Zinck J., 2012).

- Clasificación genética y genético-corológica: existen variantes de clasificación genética de las geoformas basadas en las subdivisiones convencionales de la geomorfología como disciplina científica en áreas especializadas concernidas con diferentes tipos de geoformas (Zinck, 2012 | Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Agrupación de geoformas por origen (Zinck J., 2012, p. 53).

<b>Áreas de estudio de la geomorfología</b>	<b>Tipos de geoformas</b>
Geomorfología estructural (tipos de relieve)	Relieve de cuesta, plegado, de escudo, entre otras.
Geomorfología climática (tipos de modelado)	Modelado glaciar, periglacial, eólico, entre otras.
Geomorfología azonal (tipos de formas)	Formas aluviales, lacustrinas, costeras, entre otras.

La clasificación genético-corológica se basa en el concepto de zona morfogenética, cuya distribución latitudinal y altitudinal es paralela a la subdivisión de

la superficie terrestre en amplias zonas bioclimáticas, generando una serie de dominios morfoclimáticos con su asociación de geoformas: glacial, periglacial, templado húmedo, seco, mediterráneo, subtropical, y tropical húmedo, seco (Zinck, 2012).

Esta clasificación combina origen y distribución geográfica de las geoformas. Se utiliza frecuentemente para presentar las geoformas por capítulos en los manuales de geomorfología. Se basa en alguna modalidad de estructura jerárquica. Conduce a una tipología de las geoformas, pero no provee una clara definición de los criterios utilizados en la jerarquización y en la tipificación. Hay tendencia de enfatizar un tipo de atributo de las geoformas en detrimento de los demás: por ejemplo, la dimensión, o la génesis, o la distribución geográfica (Zinck J., 2012).

### 3.2.4.2 Niveles de percepción y estructuración de un espacio geomorfológico

La geomorfología es ante todo una ciencia de observación, dado que busca la identificación y separación de paisajes a partir de mapas topográficos, modelos digitales de elevación o del terreno, documentos de sensoramiento remoto permitiendo visión estereoscópica, pero principalmente por lectura de los rasgos fisiográficos en el campo (Zinck J., 2012 | figura 3.1).

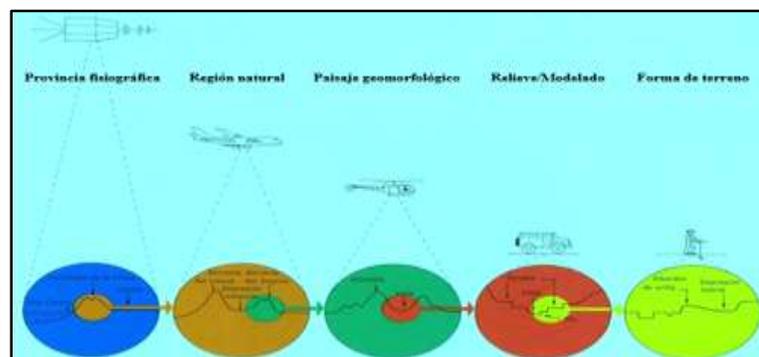


Figura 3.1 Niveles sucesivos de percepción de geoformas según el nivel de observación (Zinck J., 1980, en, Zinck J., 2012, p. 64).

Las geoformas pueden ser percibidas por visión humana o sensores artificiales, porque tienen una apariencia fisionómica en la superficie de la tierra geopaisaje. Teniendo en cuenta que, la fisiografía describe este aspecto externo correspondiente al componente epigeo de las geoformas. Gracias a su expresión paisajística, las geoformas son los elementos más directamente estructurantes del terreno, más que cualquier otro objeto o rasgo natural. Inclusive un observador no-científico puede advertir que cualquier porción de la corteza terrestre tiene una estructura determinada por el relieve, que permite subdividirla en elementos componentes. Las veces que una superficie de terreno puede ser subdividida depende del nivel de percepción usado para esto (Zinck J., 2012).

Aunque el concepto de nivel de percepción es subjetivo cuando se usa el ojo humano, éste ayuda a jerarquizar los componentes estructurales de una superficie de terreno (Zinck J., 2012).

### **3.3 Definición de términos básicos**

#### **3.3.1 Pegmatitas**

Las pegmatitas se forman en las últimas etapas de la cristalización, cuando el agua y otros volátiles, forman un porcentaje inusualmente elevado del fundido. Dado que la migración iónica aumenta en estos ambientes ricos en líquido, los cristales que se forman son anormalmente grandes. Por tanto, los grandes cristales de las pegmatitas no son consecuencia de historias de enfriamiento excesivamente largas, sino que son consecuencia del ambiente rico en líquido en el que tiene lugar la cristalización (Tarbuck, y Lutgens, 2005).

### 3.3.2 Suelos residuales

Tarbutck, y Lutgens, (2005) los definen como “suelo desarrollado directamente a partir de la meteorización del substrato de roca subyacente”.

Los suelos residuales son los que se forman en el sitio por procesos de meteorización física y química y se desarrollan principalmente, en condiciones tropicales húmedas, de meteorización química intensa (Figura 3.1) (Reading, A. 1999).

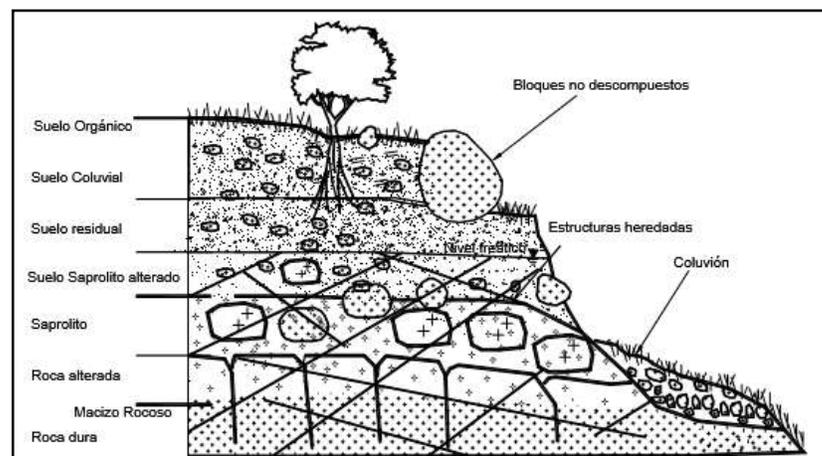


Figura 3.2 Esquema general de una ladera en un suelo residual de granito (Reading, A. 1999).

Las propiedades de los suelos residuales varían según Suarez, J. (2009) de una región a otra, debido a la naturaleza heterogénea de los ambientes tropicales. La meteorización está controlada por el clima regional, el relieve y la litología de la roca y estos factores varían de sitio en sitio.

Las características de los suelos residuales son muy diferentes a las de los suelos transportados. Por ejemplo, el concepto convencional de grano de suelo o tamaño de partícula es inaplicable a muchos suelos residuales, debido a que las partículas de suelo residual, con frecuencia, consisten en agregados (“clusters”) o cristales de mineral

meteorizado que se rompen y se vuelven progresivamente finos, si el suelo es manipulado (Suarez, J. 2009).

### **3.3.3 Foliación**

Según Tarbuck y Lutgens (2005) el término foliación se refiere a cualquier disposición planar (casi plana) de los granos minerales o los rasgos estructurales del interior de una roca. Aunque hay foliación en algunas rocas sedimentarias e incluso en unos pocos tipos de rocas ígneas, es una característica fundamental de las rocas que han experimentado metamorfismo regional, es decir, unidades rocosas que se han plegado y se han deformado enormemente. En los ambientes metamórficos, la foliación es provocada, en última instancia, por los esfuerzos compresivos que acortan las masas rocosas, haciendo que los granos minerales de las rocas preexistentes desarrollen alineamientos paralelos o casi paralelos.

Son ejemplos de foliación el alineamiento paralelo de los minerales con habito planar y/o los minerales alargados; el alineamiento paralelo de las partículas minerales y los cantos aplanados; el bandeo composicional donde la separación de los minerales oscuros y claros genera un aspecto laminar, y la pizarrosidad cuando las rocas se separan con facilidades capas delgadas y tabulares a lo largo de superficies paralelas (Figura 3.3).

Estos distintos tipos de foliación se pueden formar de muchas maneras distintas como:

1. Rotación de los granos minerales alargados o de habito planar hacia una nueva orientación.
2. Recristalización de los minerales para formar nuevos granos que crecen en la dirección de la orientación preferente.

3. Cambios de forma en granos equidimensionales a formas alargadas que se alinean en una orientación preferente.



Figura 3.3 Muestras de los tipos de foliación (Pozo y otros, 2007).

### 3.3.4 Diaclasas

Las diaclasas son fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido desplazamiento apreciable. Aunque algunas diaclasas tienen una orientación aleatoria, la mayoría se produce en grupos aproximadamente paralelos (Tarbuck, E. y Lutgens, 2005).

### 3.3.5 Vetas

Niemeyer, H. (1999) indica que las vetas y vetillas son fracturas rellenas con mineral precipitado a partir de fluidos que circulan en su interior. El material de relleno puede presentarse masivo o en fibras. Cuando es masivo, el material cristalizó en cavidades abiertas, observándose muchas veces cristales euhedrales. Estas vetas se forman en niveles superficiales de la Corteza terrestre, donde las bajas presiones litostáticas permiten la existencia de fracturas abiertas.

### 3.3.6 Meteorización esferoidal

Tarbuck, y Lutgens, (2005) lo definen como “cualquier proceso de meteorización que tiende a producir una forma esférica a partir de una forma inicialmente en bloque”.

El resultado más significativo según los autores de la meteorización química es la descomposición de los minerales inestables y la generación o retención de aquellos minerales que son estables en la superficie terrestre. Esto explica el predominio de ciertos minerales en el material de la superficie que denominamos suelo.

Además de alterar la estructura interna de los minerales, la meteorización química produce también cambios físicos. Por ejemplo, cuando el agua corriente ataca a los fragmentos rocosos angulosos a través de las grietas, los fragmentos tienden a adoptar una forma esférica. Las esquinas son atacadas con más facilidad debido a su mayor área de superficie con respecto a su volumen, en comparación con los bordes y las caras. Este proceso, denominado meteorización esferoidal, proporciona a la roca meteorizada una forma más redondeada o esférica

A veces durante la formación de los bloques esferoidales Los autores anteriormente citados refieren que, se separan capas sucesivas del cuerpo principal de la roca. Por fin las capas externas se desprenden, permitiendo que la actividad de la meteorización química penetre más en profundidad en el cuerpo rocoso principal. Esta descamación esférica se produce porque, a medida que los minerales de la roca se meteorizan a arcilla, su tamaño aumenta mediante la adición de agua a su estructural (Tarbuck, y Lutgens, 2005).

### **3.3.7 Roca Meteorizada (RM)**

Carpio, E. (2005) la refiere como rocas parcialmente alteradas por la meteorización, pero substancialmente duras que han experimentado cambios en sus componentes mineralógicos. Se adicionarán los calificativos de: levemente o moderadamente meteorizado, para indicar el grado de afectación de los minerales. De dureza relativa, cuyos minerales no están meteorizados y/o alterados totalmente. Se complementará su descripción mediante los calificativos de: deleznable o friable para indicar su estado de competencia o debilidad. Los planos de discontinuidades suelen estar abiertas y oxidadas.

### **3.3.8 Mapa base**

Puerta, R. y Bravo (2011) “indican que los mapas base recopilan los datos claves para ofrecer una base reutilizable para diversos mapas. Los mapas base proporcionan una base o un lienzo para su trabajo. Pueden ser de finalidad general, (como los mapas base topográficos, de imágenes o callejeros), o bien centrarse en un tema en concreto, (como los mapas base hidrológicos o geológicos). Es posible dibujar cualquier dato sobre un mapa base. El mapa base proporciona un contexto geográfico y detalles de referencia”.

### **3.3.9 Mapa geológico**

“Es una representación de los accidentes geológicos de la tierra en un plano. Los mapas son una herramienta de uso extendido en la investigación, ubicación y en el estudio porque nos ofrecen una representación geográfica del planeta tierra proyectada en una superficie plana. En tanto, el concepto de geológico refiere a todo aquello vinculado o propio a la geología. La geología es la ciencia por excelencia que se ocupa

del estudio de la tierra, su origen su constitución y los materiales que la componen por dentro y por fuera” (Puerta, R. y Bravo, 2011).

Según Puerta, R. y Bravo, (2011), nos acercan una representación pormenorizada de todos los accidentes geológicos presentes en la superficie terrestre, tal es el caso de los tipos de rocas presentes, las formaciones geológicas, las deformaciones de las estructuras geológicas como son foliaciones, fallas y pliegues, entre otros.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Arias, F. (2012) se refiere a el tipo nivel de investigación como “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”.

Según el nivel, se clasifica en: investigación exploratoria e investigación descriptiva.

Para cumplir con el desarrollo de los objetivos planteados al inicio de este trabajo se aplicó una investigación de tipo descriptiva la cual la define Arias, F. (2012) como:

##### **4.1.1 Investigación descriptiva**

Según Arias, F. (2012), define “La caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo 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”.

El trabajo planteado se enmarcó en este contexto por cuanto se dirigió a la caracterización geológica del área de estudio es decir el Cerro Cuchi.

##### **4.1.2 Investigación exploratoria**

Según Arias, F. (2012), la investigación exploratoria “se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos”.

Este trabajo de investigación aplica una investigación exploratoria, ya que él se basa en reconocer desde los puntos geológicos y geomorfológicos el afloramiento rocoso denominado Cerro Cuchi.

## **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño según Arias, F. (2012) “es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”.

Según el autor se clasifica en: Investigación de campo y documental.

### **4.2.1 Diseño de la investigación de campo**

El diseño o estrategia adoptada en este trabajo, corresponde con la investigación de campo, según el autor citado la define como:

Según Arias, F. (2012) “En la investigación de campo el autor la refiere como aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene información, pero no altera las condiciones existentes”.

Por ende, esta investigación es de campo ya que para cumplir con los objetivos trazados fue necesario trasladarse al sitio de trabajo y de esta manera conocer los parámetros mínimos que se encuentran en el sitio de estudio y necesarios para el desarrollo de las actividades contempladas en la caracterización geológica y química el Cerro Cuchi, ubicado en Santa Rosalía de Palermo, sector La Atascosa, parroquia Asunción Farreras, municipio Cedeño. Estado Bolívar.

#### **4.2.2 Diseño de investigación documental**

La investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir de los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” (Arias, F. 2012).

Este estudio presenta un diseño documental en el que se efectuó, en primer lugar, una recopilación e interpretación de información bibliográfica basadas en las corrientes teóricas. En segundo lugar, la recopilación e interpretación de la información cartográfica es proporcionada por los mapas topográficos y geológicos existentes, la cual es necesaria para tener una visión espacial del área.

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

Hernández, Fernández y Baptista. (2003) definen a la población o universo como “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

Para este trabajo la población está constituida por el Cerro Cuchi y zonas aledañas.

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

Hernández y Fernández y Baptista, (2003) la muestra es “el subgrupo de la población en el que todos los elementos de esta tienen la misma posibilidad de ser elegidos”.

La muestra está representada por la totalidad de la población; que serán todas las muestras de rocas recolectadas en la zona. Durante los recorridos de campo, se recolectaron cinco (5) muestras de rocas a diferentes afloramientos y a diferentes cotas.

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

Behar, D. (2008) explica que las técnicas y recolección de datos “Se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos”.

Este autor los clasifica de la siguiente manera: la entrevista, el cuestionario, la encuesta, la revisión documental y la observación. En esta investigación fue necesaria la aplicación de las siguientes técnicas e instrumentos: revisión bibliográfica y la observación directa para ampliar los conocimientos del área de estudio.

La revisión bibliográfica estuvo dirigida a compilar información en fuentes secundarias, como bibliografía especializada, trabajos de investigación realizados, páginas especializadas en internet, con el objeto de obtener información teórica referencial sobre el tema objeto de estudio.

Por otra parte, la observación directa se utilizó para identificar las características físico-naturales (clima, fauna, vegetación), las características litológicas y las estructuras presentes.

Los instrumentos utilizados fueron GPS, brújula, cinta métrica, cámara fotográfica, mandarina, grabadora, piqueta y lupa; además de los siguientes materiales:

bolsas para las muestras, libreta de campo, cinta adhesiva para etiquetar las muestras y marcadores.

#### 4.6 Etapas para el desarrollo del trabajo de investigación

En la Figura 4.1 se muestran las etapas del desarrollo del trabajo de investigación por medio de un flujograma.

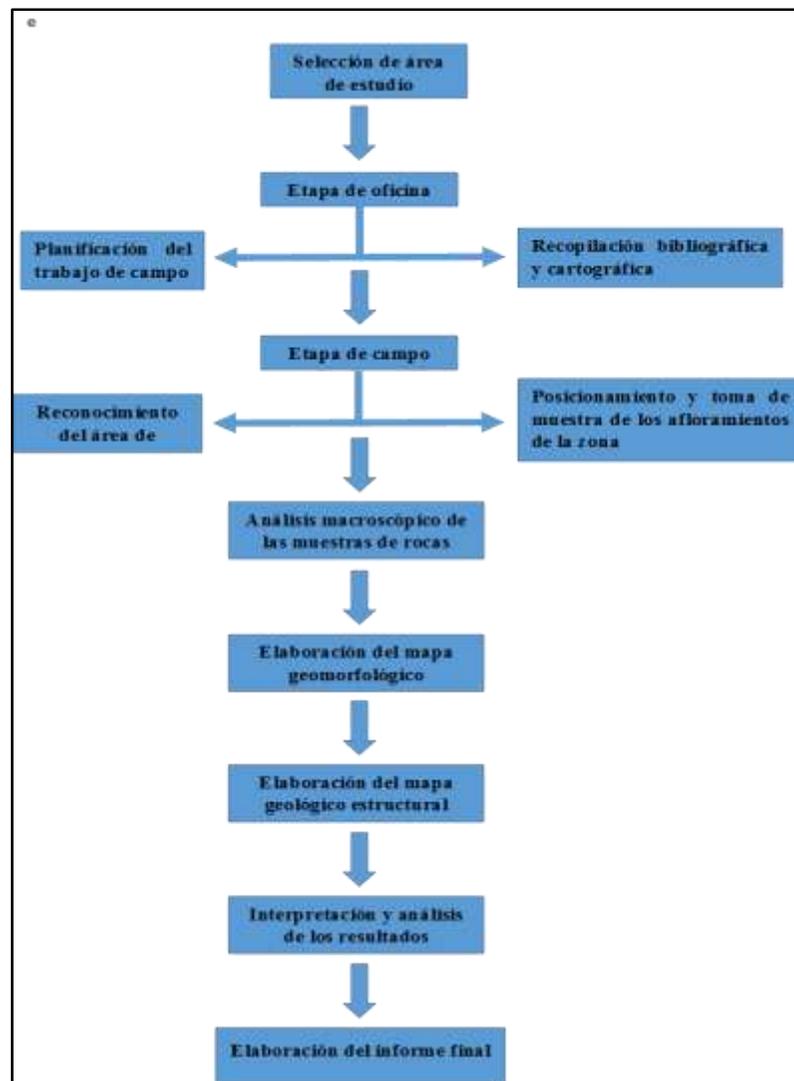


Figura 4.1 Flujograma de la metodología

#### **4.6.1 Selección del área de estudio**

El criterio principal para la elección de la zona fue la accesibilidad, los costos para el acceso, y el transporte de las muestras; además del interés geológico que representara la zona, las condiciones del terreno y la seguridad.

#### **4.6.2 Etapa de oficina**

Esta etapa incluye la planificación de las siguientes subetapas del trabajo y la recopilación de información relacionada con la zona.

##### **4.6.2.1 Planificación del trabajo de campo**

Se enfocó en la ubicación de las zonas para la recolección de las muestras de rocas, teniendo en cuenta los afloramientos rocosos presentes en el área; además del número de salidas de campo para cumplir con los objetivos, el costo de todas las actividades a realizar y las condiciones del terreno de acuerdo al clima y las vías de acceso.

##### **4.6.2.2 Recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio**

Debido a la escasa información sobre la zona nos dirigimos a las oficinas de C.V.G TECMIN; donde nos facilitaron información cartográfica, geológica y geomorfológica del Informe de avance del Proyecto Inventario Recursos Naturales de la región Guayana NB-20-1, así como también utilizamos información extraída de internet.

En cuanto a la cartografía, se contó con la hoja cartográfica 7038 (Santa Rosalía) a escala 1:100000 del año 1970 y la imagen del software Google Earth 2018 (Figura 4.2).

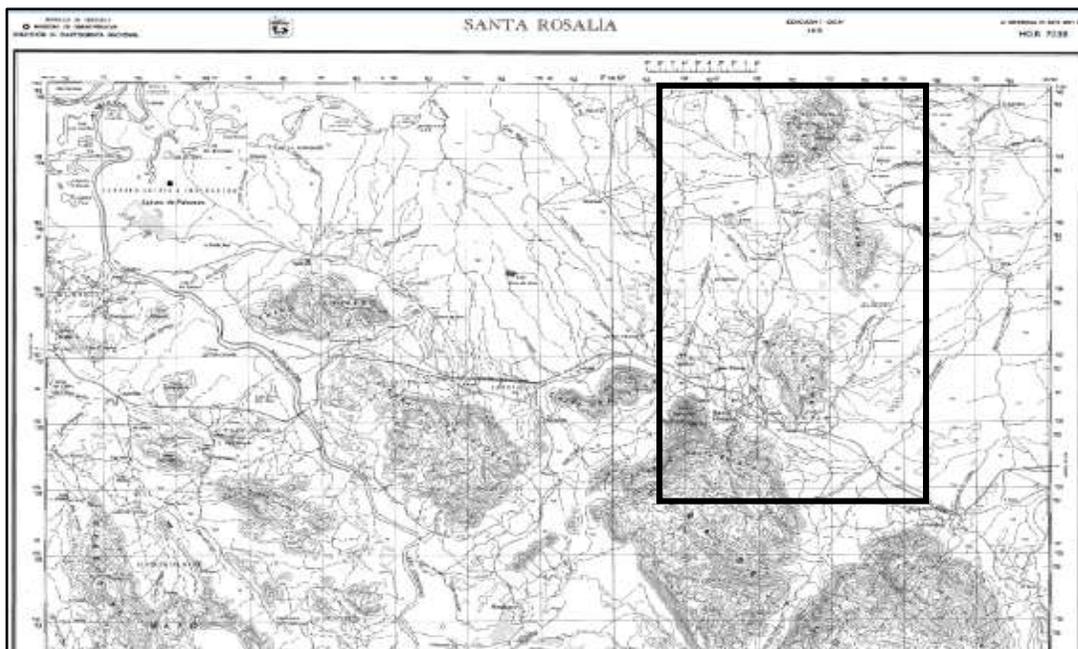


Figura 4.2 Hoja cartográfica 7038 (Santa Rosalía) a escala 1:100000 de la Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.

### 4.6.3 Etapa de campo

La etapa de campo se cubrió en 2 días consecutivos de 9 horas de trabajo/día. Durante la etapa de campo se contó con un baquiano de la zona y un grupo de obreros para la apertura de caminos y el acarreo de muestras.

#### 4.6.3.1 Reconocimiento del área de estudio

Consistió en identificar las características físicas y litológicas de la zona, el chequeo de las vías, para así seleccionar las rutas de acceso que permitieron desarrollar la actividad de campo y la selección de los afloramientos a estudiar (Figura 4.3).



Figura 4.3 Personal de apoyo para la exploración del Cerro Cuchi.

#### **4.6.3.2 Planificación de itinerarios para el reconocimiento geológico**

En esta fase se programaron el número de salidas de campo requeridas para realizar la descripción del área, que incluyen las tareas de recolección de información geológica en cada uno de los afloramientos existentes, los sectores a chequear de acuerdo a las condiciones de las vías de acceso; con el fin de reconocer las características litológicas y los aspectos estructurales de la zona.

El levantamiento topográfico se realizó con ayuda de G.P.S marca Garmin y cinta métrica, el recorrido fue hecho a través de picas y caminos que cruzan la zona de estudio, durante los recorridos se anotaron diez (10) puntos de observaciones, con lecturas de coordenadas y cotas.

El levantamiento geológico se realizó con ayuda de una brújula Brúnton, cinta métrica y lupa, la brújula fue una de las herramientas utilizadas para la obtención de medidas de estructuras, fracturas o diaclasas, con el propósito de identificar los rasgos geológicos más resaltantes de la zona (Figura 4.4).



Figura 4.4 Mediciones de aptitudes de un plano de diaclasa.

#### 4.6.3.3 Posicionamiento y recolección de muestras

Consistió en la extracción de 5 (cinco) muestras de rocas de los afloramientos; para lograr la caracterización litológica detallada, en distintos puntos seleccionados dentro del área de estudio, que fueron geoposicionados con un GPS; además se realizó el fotografiado general de los afloramientos, tratando de mostrar todos los elementos geológicos, para facilitar la interpretación de los datos; y la medición de las direcciones y descripción de las estructuras, tales como foliación, diaclasas y vetas de cuarzo de la zona (Figura 4.5).



Figura 4.5 Muestreo de rocas mediante el método de percusión.

#### 4.6.4 Análisis macroscópico de las muestras de rocas

Este análisis se realizó con una lupa de geólogo con un aumento de 40X25 y 20X15, y consistió en determinar los porcentajes de los diferentes minerales que conforman las muestras de rocas, color y el tipo de texturas de ellas (Figura 4.6).



Figura 4.6 Descripción macroscópica de las muestras de rocas del Cerro Cuchi.

#### 4.6.5 Digitalización del mapa geomorfológico

El mapa geomorfológico del Cerro Cuchi se llevó a cabo tomando como referencia, los mapas de Google Earth y la hoja cartográfica 7038 (Santa Rosalía) a escala 1:100.000, donde se plasmó la información de los puntos de chequeos de campo y se identificaron los tipos de relieve y paisaje; por medio de coordenadas recolectadas con sistema de posicionamiento global (GPS); además se complementó con una tabla con los datos de las muestras; y se digitalizó por medio del programa AutoCAD 2008 a escala 1:1000.

#### **4.6.6 Digitalización del mapa geológico estructural**

El mapa geológico del Cerro Cuchi se llevó a cabo tomando como referencia, los mapas de Google Earth y la hoja cartográfica 7038 (Santa Rosalía) a escala 1:100.000, donde se plasmó la información de los puntos de chequeos de campo, las estructuras, y las muestras recolectadas; por medio de coordenadas recolectadas con sistema de posicionamiento global (GPS); además se complementó con una tabla con los datos de las muestras; y se digitalizó por medio del programa AutoCAD 2008 a escala 1:1000.

#### **4.6.7 Interpretación y análisis de resultados**

En esta etapa se analizaron los resultados de la composición mineralógica de las de muestras de rocas, la dirección predominante de las estructuras y la interpretación del mapa geológico con los datos obtenidos en campo.

#### **4.6.8 Redacción del informe final**

Luego de haber recopilado la información, realizado y analizado las diferentes muestras e interpretados los resultados, se procedió a la elaboración del informe final de acuerdo al manual de grado de la universidad de oriente del año 2020 en el cual se ve plasmado el contenido y los procesos por medio de los cuales se desarrolló el trabajo de investigación realizado desde su inicio hasta su culminación.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se explican resultados de los objetivos planteados en la investigación por medio de técnicas y herramientas de recolección de datos aplicadas en campo; comprobados con los análisis microscópicos de las muestras de rocas y el mapa geológico y geomorfológico.

#### 5.1 Unidades litológicas presentes en el área de estudio, mediante el levantamiento geológico de superficie

Para la identificación de las unidades litológicas presentes en el área de estudio se realizaron actividades de campo y una minuta de diez estaciones geológicas (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Estaciones geológicas levantadas durante las visitas a campo.

PUNTO	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN
1	196050	821213	En la cota 68 msnm se recolecto la muestra M-1. De un afloramiento granítico donde se observaron Metabasita.
2	197134	820964	Se observa un afloramiento de granito de color grisáceo, se presenta foliado, con una pátina, producto del intemperismo. A la altura de la cota 53 msnm se tomó la muestra M-2. (Granito grisáceo foliado).
3	197154	820985	Zona de cizalla de 4m, de Rumbo N75°E Buzamiento 75°SE, con emplazamiento de vetas de cuarzo.
4	198010	820825	Laja de granito a la cota 60 msnm. Se midió diaclasamiento de Rumbo N60°W, Buzamiento vertical. Se tomó la muestra M-3.
5	198257	821063	Quebrada Bucare. Se observó aluvión.
6	198449	821132	En una laja de granito, ubicada a la cota 59 msnm se observaron 3 familias de diaclasas. D1: Rumbo N40°W y Buzamiento Vertical. D2: Rumbo N70°E y Buzamiento Vertical. D3: Rumbo N5°E y Buzamiento Vertical. Es un granito de grano grueso, con ortosa, feldespato K y mica Biotita. M-4.

## Continuación de la tabla 5.1

7	198787	821224	A la cota 61 msnm se ubicó el Campamento
8	198939	821565	A la cota 56 msnm se cortó nuevamente la Quebrada Bucare. El material transportado tiene un espesor de 70 cm
9	198981	821764	En la cota 111 msnm, que representa la parte media del Cerro Cuchi se midió una falla de Rumbo N80°E y Buzamiento Vertical.
10	198904	821847	A la cota 157 msnm, se observaron 2 tipos de rocas graníticas, de granulometrías diferentes, separadas por una falla de Corrimiento de Rumbo N25°W y Buzamiento 42°NE. Topográficamente la muestra M-6, de grano fino está en el tope; mientras que las de grano grueso (M-5) están en la base del cerro.

De igual forma, estas estaciones geológicas se cartografiaron en un mapa base topográfico donde se enmarco en un rectángulo en el que este abarco todo los puntos visados, de los cuales fueron 10 estaciones, iniciando del Oeste hacia el Noreste (Figura 5.1).

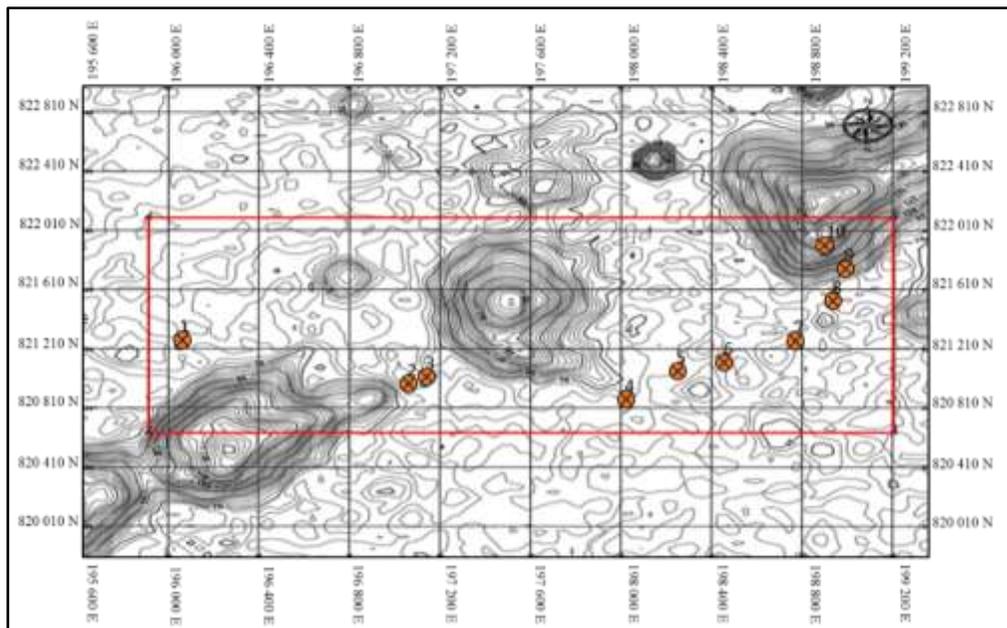


Figura 5.1 Ubicación de las estaciones geológicas levantadas en el Cerro Cuchi y zonas aledañas.

### **5.1.1 Identificación de las unidades litológicas presentes en el área de estudio**

El área se caracteriza, geológicamente, por presentar rocas graníticas pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero; que se encuentran en grandes afloramientos y bloques dispersos de diferentes tamaños; sobre suelos residuales, producto de la meteorización de las rocas. Teniendo en cuenta que se reconocieron 3 unidades bien definidas, de las cuales la litología predominante son los granitos y sedimentos de coluviones y aluviones recientes, como se expone a continuación.

Las dos primeras unidades de acuerdo a la columna litológica del área de estudio, en la base están representada por el Granito de Santa Rosalía. Suprayacente y en contacto de falla, se observó el granito de Pijigao. Ambas litologías se reconocieron por el tamaño de grano.

La tercera unidad está representada por los sedimentos del Cuaternario, representados por los coluviones y aluviones recientes. Es de resaltar que los suelos están cubiertos por abundantes fragmentos de rocas de diferentes tamaños y presentan texturas arenosas en superficie.

### **5.2 Descripción macroscópica de las muestras de rocas recolectadas de los afloramientos rocosos presentes en el Cerro Cuchi**

En los recorridos de campo se recolectaron 5 muestras de rocas. Una vez recolectadas las muestras, se clasificaron y agruparon en 2 grupos, de acuerdo a su coloración, textura y tamaño de grano.

De acuerdo a la composición mineralógica de las muestras, el Cuarzo se encuentra entre 20% a 50%, los Feldespato de 15% a 30%, la Plagioclasa osciló entre 15 % y 50 %. Las micas Biotita y Muscovita se observó entre un 5% y 10 % .

En la tabla 5.2 se presentan las coordenadas UTM, los tipos de rocas, y las características sobre el color y la textura y la composición mineralógica ante descrita.

Tabla 5.2 Descripción macroscópica de las muestras del Cerro Cuchi.

Código	COORDENADAS UTM		Tipo de roca	Color	Textura	(%) Minerales
	Este	Norte				
M1	196050	821213	GRANITO APLITICO	Gris Claro	NO FOLIADA	Plag:45%; Feld:20% Qz: 30%; Musc: 5%
M2	197134	820964			FOLIADA	Plag:40%; Feld:30% Qz: 20%; Musc: 10%
M3	198010	820825			NO FOLIADA	Plag:50 %; Qz; 30 % Feld: 15 %; Musc 5 %
M4	198449	821132			Plag:15%; Feld:30 % Qz: 45% ; Biot: 10%	
M5	198904	821847	GNEIS GRANITICO		FOLIADA	Plag:20%; Feld:30 % Qz: 40% ; Biot: 10%
M6	198904	821847				Plag:25%; Feld:20 % Qz: 50% ; Biot: 5%

En la figura 5.2 se muestra un granito de grano grueso de textura no foliada recolectada en la estacion del punto 6 de coordenada (E:0198449; N:0821132).



Figura 5.2 Muestra M-4 Granito de grano grueso

### 5.3 Estructuras geológicas asociadas a las rocas de los afloramientos rocosos presentes en el área de estudio

Las mediciones realizadas en campo permitieron visualizar y medir las estructuras geológicas, Los rumbos de las estructuras tabulares y de planos tectónicos.

En líneas generales, las muestras están muy diaclasas y con foliación marcada; altamente meteorizada; con vetas de cuarzo, costra laterítica y contenidos de óxidos de hierro. También las rocas presentan meteorización esferoidal y cambios en la dirección de la foliación que indican plegamiento; además presentan vetas de cuarzo lechoso (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Estructuras geológicas medidas en el Cerro Cuchi y puntos cercanos.

PUNTO	Estructuras	Coordenadas	
		Este	Norte
3	Zona de cizalla de 4m, de Rumbo N75°E y Buzamiento 75°SE, con emplazamiento de vetas de cuarzo.	820985	197154
4	Laja de granito a la cota 60 msnm. Se midió diaclasamiento de Rumbo N60°W, Buzamiento vertical.	820825	198010
6	3 familias de diaclasas. D1: Rumbo N40°W y Buzamiento Vertical. D2: Rumbo N70°E y Buzamiento Vertical. D3: Rumbo N5°E y Buzamiento Vertical.	821132	198449
9	Falla de Rumbo N80°E y Buzamiento Vertical.	821764	198981
10	Falla de Corrimiento de Rumbo N25°E y Buzamiento 24°NE.	821847	198904

### 5.3.1 Diaclasas

En la zona de estudio se observaron al menos cuatro sistemas de diaclasas, con buzamiento vertical; que son  $N60^{\circ}W$ ,  $N40^{\circ}W$ ,  $N70^{\circ}E$  y  $N5^{\circ}E$ . En lo que respecta a la apertura, hay diaclasas muy abiertas, de hasta 4 cm y otras completamente cerradas.

Las diaclasas o fracturas se encuentran hacia en noreste del área de estudio de forma ortogonal o perpendicular entre sí, con dos patrones estructurales de dirección NE y NW (Figura 5.3).



Figura 5.3 Diaclasas conjugadas verticales.

### 5.3.2 Vetas de cuarzo

Hacia el norte se observaron vetas de cuarzos de 2 a 3 cm de espesor, cuyas direcciones son  $N70^{\circ}E$ , teniendo estas una longitud promedio de 15 m (Figura 5.4).



Figura 5.4 Veta de cuarzo en la estación 6 (E:0821132; N:0198449), emplazada en una zona de cizalla de rumbo N70°E

### 5.3.3 Fallas geológicas

De igual forma, durante las labores de campo se observaron e interpretaron diferentes fallas geológicas de las cuales la mas relevante es la falla de corrimiento de rumbo N25°E y Buzamiento 24°NE en la estacion 10 de coordenada (E:0198904 ; N: 0821847). Se puede observar que el plano de falla exhibe un echado somero, menor de 45°. Donde el bloque de la falla a lo largo de la parte superior se desplaza en forma ascendente, a lo largo de la superficie de falla, respecto a la inferior. Topográficamente la muestra tomada en la parte superior es de grano fino; mientras que en el parte inferior se observo la de grano grueso (Figura 5.5).



Figura 5.5 Interpretación del fracturamiento presente en la parte alta del Cerro Cuchi.

#### 5.4 Mapa geomorfológico representando las topofomas presentes en el Cerro Cuchi y zonas aledañas

En la zona de estudio se identificaron 4 tipos de paisajes bien diferenciados, los cuales son: paisaje de Montaña, Lomerios, Peniplanicie y planicie. El modelado de estos paisajes, tiene como punto de partida los procesos endógenos y exógenos ocurridos sobre las rocas pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero.

En cuanto al relieve se reconocieron dos grandes tipos de relieve: a) el estructural (LEs) y b) el erosional o denudacional (LEr) (figura 5.6).

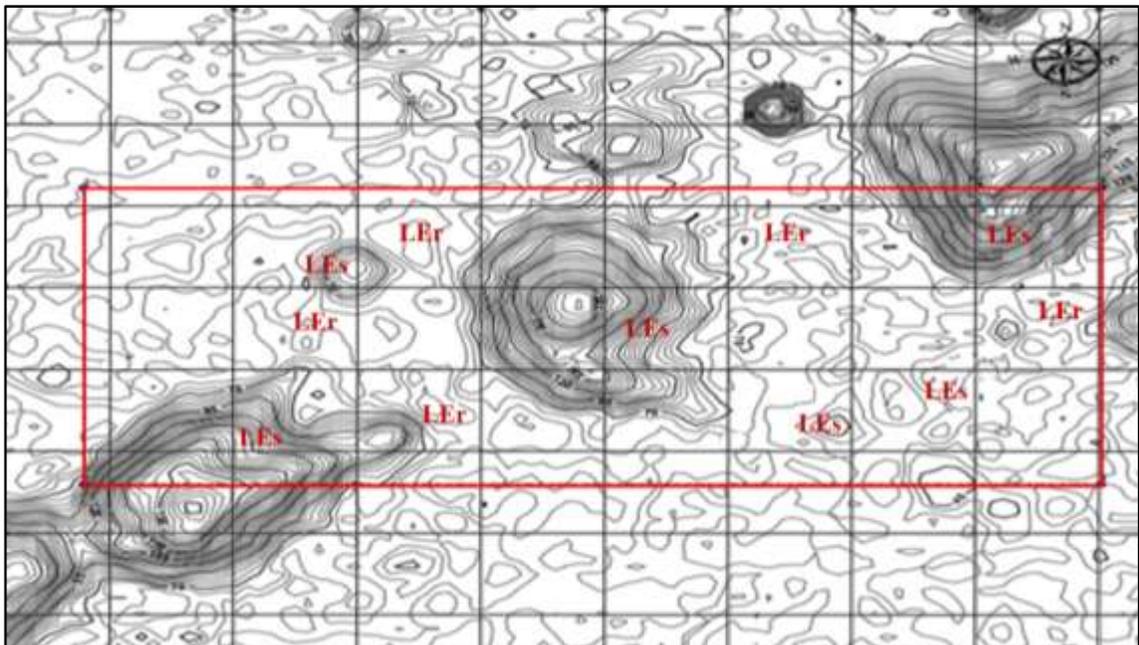


Figura 5.6 Rasgos geomorfológicos reconocidos en el área de estudio

En general, el proceso morfogenético predominante es el escurrimiento difuso generalizado.

Fisiográficamente, al Noroeste se encuentra estructuralmente más elevada y se encuentra dominada por lo que se infiere representa el contacto geológico entre los granitos y los gneises graníticos. Mientras que al Oeste se encuentra en un lado del terreno más deprimido debido quizá a las esiones.

Las características pedogenéticas del sector le confieren al área usos diversos de sus suelos, tanto para la agricultura, ganadería y piscicultura. Incluso el aprovechamiento de material de préstamo con fines industriales y en la construcción.

El paisaje estudiado se clasificó según las geoformas propuesta por Zinck (2012). La Tabla 5.4 resume las unidades geomorfológicas reconocidas dentro del área de estudio.

Tabla 5.4 Unidades geomorfológicas reconocidas dentro del área de estudio.

Geoestructura	Paisaje	Ambiente morfogenético	Tipo de relieve	Forma del terreno	Material litológico	Símbolo
Escudo de Guayana	Lomerío y penplanicie	Estructural	Antiforme excavado	Diaclasamientos	Rocas ígneas y metamórficas (Granitos aplíticos y gneises graníticos) del Complejo de cuchivero.	LEs
		Erosional	Lomas y colinas	Talud detritico. Antropogénico (material de préstamo).	Arenas poco a no-consolidadas y rocas ígneas y metamórficas (Granitos aplíticos y gneises graníticos) del Complejo de cuchivero.	LEr

El mapa geomorfológico se realizó partiendo de las descripciones de paisajes y relieves como se muestra en la (figura 5.7).

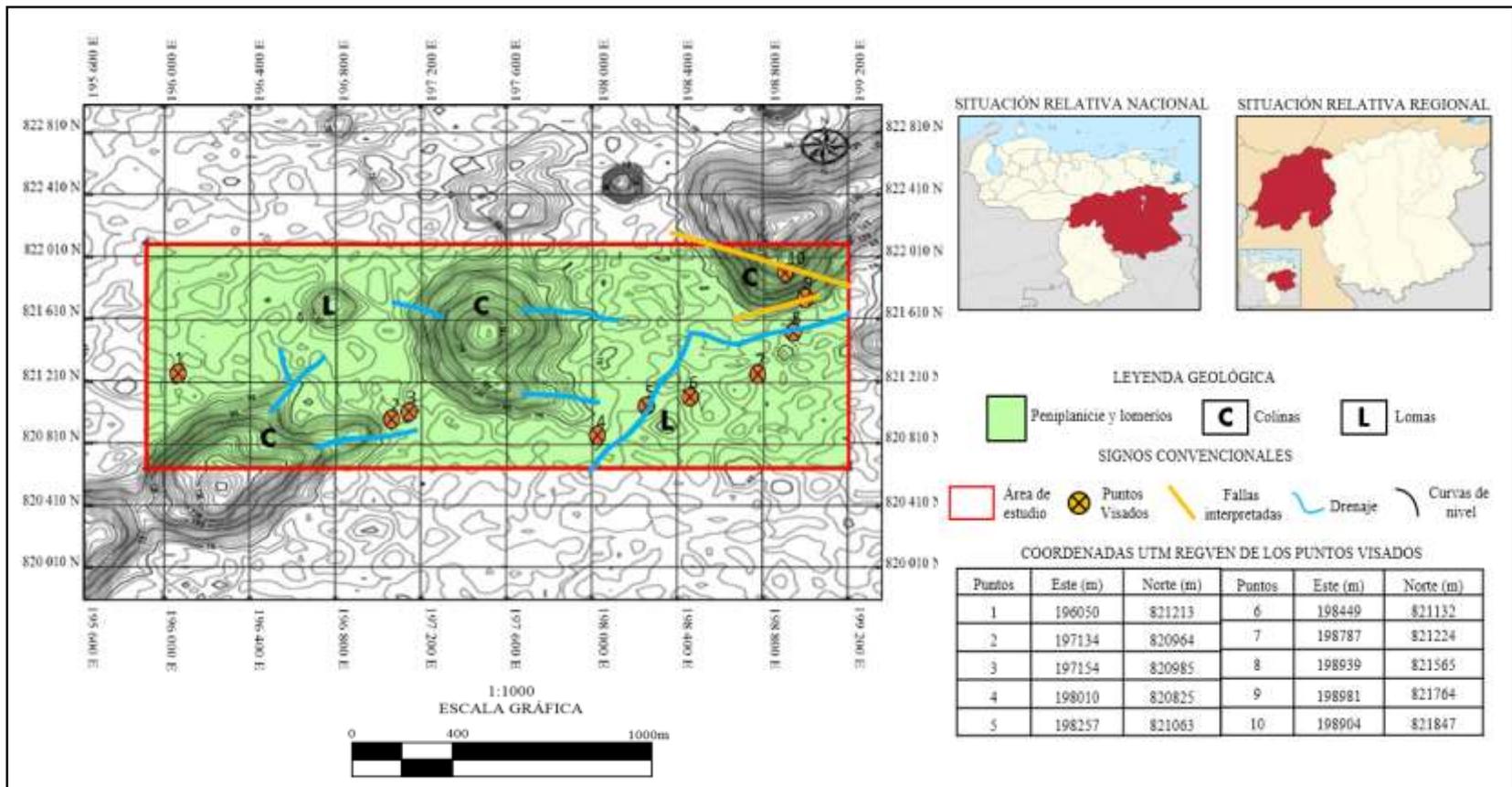


Figura 5.7 Mapa geomorfológico del área de estudio

## 5.5 Mapa geológico, basado en los análisis petrográficos y las estructuras medidas

Para realizar el mapa geológico del Cerro Cuchi, se hicieron 3 determinaciones petrográficas. Estos análisis indican que en la zona de estudio se encuentran dos unidades de rocas de la Provincia Geológica de Cuchivero, suelos residuales producto de la descomposición de las rocas graníticas y aluviones recientes, con colores gris claro y gris oscuro; es difícil representar los afloramientos ya que no tienen grandes extensiones y se presentan en bloques dispersos, con diversos tamaños (Figura 5.8).



Figura 5.8 Contacto de falla entre el Granito de Santa Rosalía, en la base y el granito de Pijiguo en el tope.

### 5.5.1 Análisis petrográfico

Para establecer la composición mineralógica de las litologías que conforman el afloramiento del Cerro Cuchi, se hizo la petrografía a 3 muestras (M2-A, M2-B y M3), correspondientes a las rocas graníticas. El análisis se hizo en el Instituto Nacional de Geología y Minería Region Guayana (INGEOMIN).

### 5.5.1.1 Análisis petrográfico de la Muestra M2 (M2-A)

Macroscópicamente se observa una roca dura, homogénea, de grano fino, ligeramente sacaroidea, de color gris claro, ligeramente brillante por la presencia de minerales micáceos.

#### ➤ Textura

Al microscopio se observa una textura xenomorfica inequigranular, definida por cristales anhedral de tamaño fino, levemente fracturados y alterados (Figura 5.9).

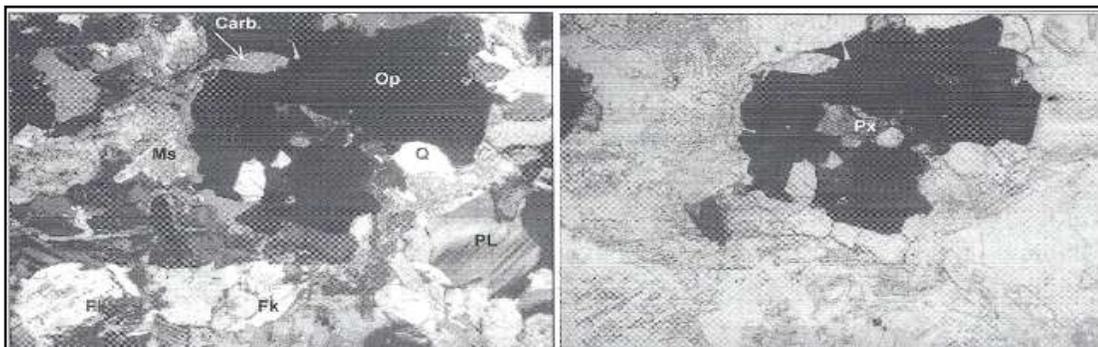


Figura 5.9 Muestra M2-A (NX)10X/2X, se observa textura xenomorfica inequigranular, definida por cristales variado de tamaño grueso (Fenocristales), medios y finos compuestos por plagioclasa (PI) antiperitita, y cristales de cuarzo (Q) recristalizado.

#### ➤ Componentes en orden de abundancia decreciente

En la Tabla 5.5 se muestra un resumen de la composición mineralógica, en orden decreciente de la muestra marcada como M2-A. De acuerdo con estos porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como Granito aplítico esta roca es de grano fino con distribución irregular de sus componentes, principalmente de sus micas. Se

compone de cuarzo, feldespato, plagioclasas y micas. Estas ultimas en proporciones controlada por el tipo de roca caja que en este caso es el granito.

Tabla 5.5 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2-A.

Minerales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Plagioclasa	~40	Mica Biotita, Mineral opaco, Carbonato, granate, Apatito y Piroxeno	~2	Caolinita, Sericita y Carbonato
Feldespato	~30			
Cuarzo	~18			
Muscovita	~10			

Microscópicamente el feldespato potásico (microclino) es xenomorfo, de variado tamaño, en general mayor que los restantes componentes, presenta fracturamiento. La plagioclasa (oligoclasa) es xonomorfica, de bordes irregulares y tamaño menor o igual que el microclino cuando sufrio deformación, muestra rasgos similares al microclino, en partes esta sericitizada. El cuarzo es xonomorfo de menor tamaño que los feldespatos, con extinción ondulosa a fragmentosa, fracturamiento marginal.

### 5.5.1.2 Análisis petrográfico de la Muestra M2 (M2-B)

A simple vista es una roca fresca, dura, homogénea, de grano fino, de color grisáceo, con tonos oscuros micácea, al tacto se observa sacaroidea.

#### ➤ Textura

Al microscopio se observa una textura alotriomórfica granular formada por cristales anhedrales de tamaño fino, escasos subhedrales, fracturados, recristalizados y alterados (Figura 5.10).

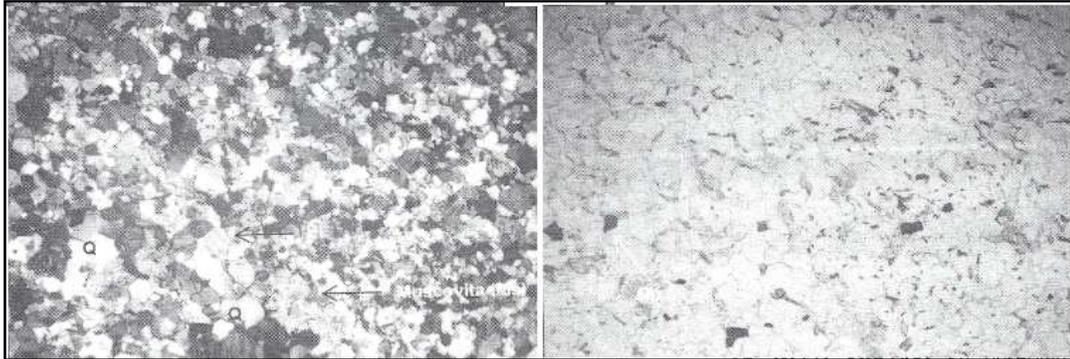


Figura 5.10 Muestra M2-B (NX)10X/4X, se observan cristales poiquiliticos de plagioclasa (PI), con maclas levemente marcada; esfena (SF) granuda y de tamaño medio; mica biotita (Bi), en láminas tabulares y cuarzo (Q) monocristalino y policristalino.

➤ **Componentes en orden de abundancia decreciente**

En la Tabla 5.6 se muestra un resumen de la composición mineralógica, en orden decreciente de la muestra marcada como M2-B. De acuerdo con estos porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como Granito aplítico esta roca es de grano fino con una textura alotriomórfica granular con distribución irregular de sus componentes. Se compone de cuarzo feldespato, plagioclasas y micas. Estas ultimas en proporciones controlada por el tipo de roca caja que en este caso es el granito.

Tabla 5.6 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2-B.

Minerales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Plagioclasa	~50	Biotita, Opaco y Apatito	~2	Caolinita y Sericita
Cuarzo	~28			
Feldespato	~15			
Muscovita	~5			

Microscópicamente la plagioclasa (oligoclasa) es xonomórfica, de bordes irregulares y tamaño menor o igual que el microclino cuando este sufrió deformación

muestra rasgos similares al microclino. El cuarzo es xonomorfo de menor tamaño que los feldespatos, con extinción ondulosa a fragmentosa. El feldespato potásico (microclino) es xenomorfo, de variado tamaño, en general mayor que los restantes componentes. Cuando sufrió deformación presenta pérdida parcial de su maclado.

### 5.5.1.3 Análisis petrográfico de la Muestra M3

En muestra de mano es una roca ligeramente alterada, con orientación visible de los maficos, de color amarillento con tonos negros.

#### ➤ Textura

Al microscopio se observa una textura granolepidoblástica, donde los minerales de tamaño medio a fino forman un agregado granoblástico, junto con minerales micáceos orientados (Figura 5.11).

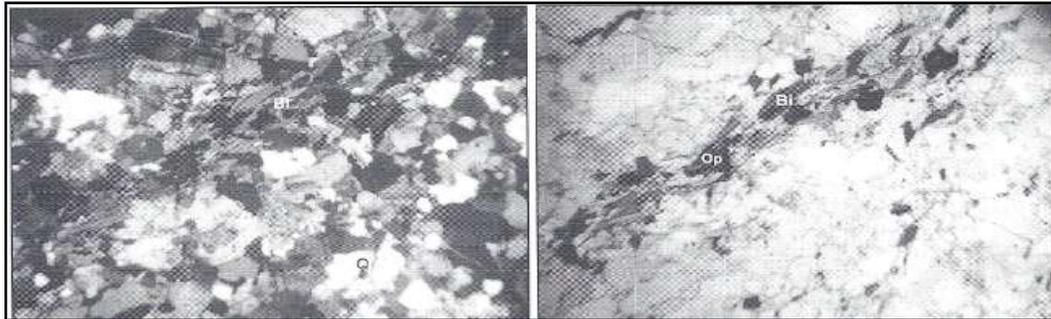


Figura 5.11 Muestra M3 (NX) 10X/4X, se observan cristales poiquiliticos de plagioclasa (PI), con maclas levemente marcada; esfena (SF) granuda y de tamaño medio; mica biotita (Bi), en láminas tabulares y cuarzo (Q) monocristalino y policristalino.

➤ **Componentes en orden de abundancia decreciente**

En la Tabla 5.7 se muestra un resumen de la composición mineralógica, en orden decreciente de la muestra marcada como M3. De acuerdo con estos porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como Gnéis granítico, esta roca es de grano medio a fino y se compone de cuarzo, feldespato, plagioclasas y micas.

Tabla 5.7 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M3

<b>Minerales</b>	<b>(%)</b>	<b>Accesorios</b>	<b>(%)</b>	<b>Alteración</b>
Cuarzo	~40	Epidoto,	~3	Caolinita y Sericita
Feldespato	~30	Apatito		
Plagioclasa	~15	Muscovita y		
Biotita	~12	Opacos		

Microscópicamente el cuarzo es monocristalino y policristalino, fragmentosa y granulación marginal. El feldespato potásico (microclino) en cristales xenomorfo fracturados con pérdida parcial de su maclado y la plagioclasa con cristales poiquiliticos. Las micas biotita forman agregados en láminas tabulares mayormente defromados.

El mapa geologico estructural se realizo partiendo de los análisis petrográficos de las 3 muestras analizadas, las unidades litológicas presentes y las unidades de rocas interpretadas (figura 5.12).

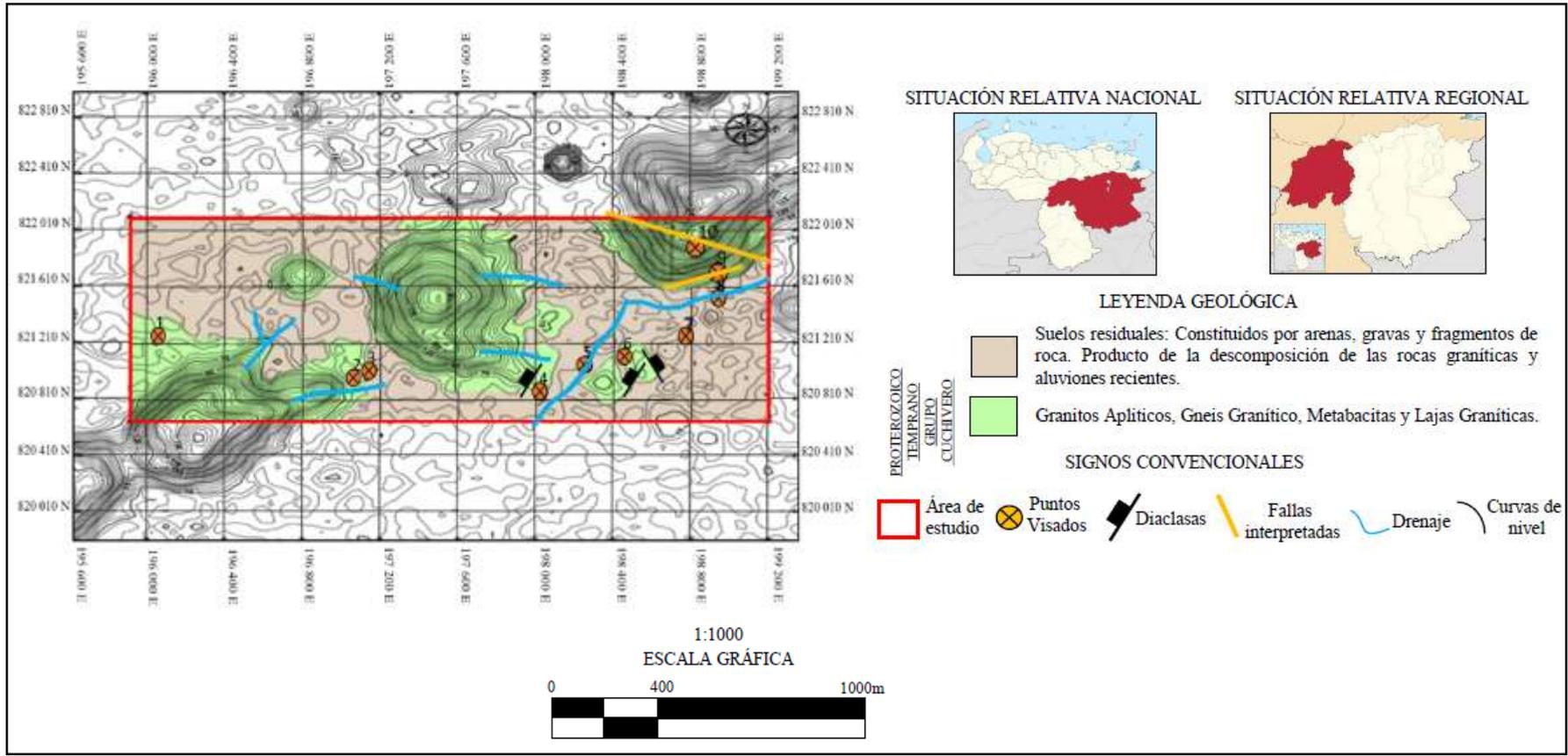


Figura 5.12 Mapa geológico-estructural del Cerro Cuchi y zonas aledañas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. En la zona se encuentran rocas meteorizadas del Complejo de Cuchivero caracterizado por la abundancia de gneises cuarzo feldespático, gris claro de grano fino y medio, gneises graníticos rosado claro de grano fino; rodeados de suelos residuales pedregosos arenos arcillosos con muchos fragmentos de cuarzo.

2. Del análisis macroscópico de las 6 muestras se obtuvo que los minerales observados varían de la siguiente manera: el Cuarzo se encuentra entre 20% a 50%, los Feldespato de 15% a 30%, la Plagioclasa osciló entre 15 % y 50 %, las micas Biotita y Muscovita se observó entre un 5% y 10 %, los minerales accesorios de 5% a 20% y los óxidos de hierro de 10% a 25%.

3. Del análisis de las estructuras geológicas asociadas a las rocas de los afloramientos del área de estudio se observaron cuatro sistemas de diaclasas, con buzamiento vertical; que varía entre  $N40^{\circ}-60^{\circ}W$  y  $N5^{\circ}-70^{\circ}E$  y el patrón estructural de dirección de las diaclasas  $N38-70^{\circ}E$ . También se analizó una veta de cuarzo que presenta rumbo  $N70^{\circ}E$ , con espesores de 2 a 3 cm y una falla de corrimiento de rumbo  $N25^{\circ}E$  y Buzamiento  $24^{\circ}NE$ .

4. En la zona de estudio se identificaron 4 tipos de paisajes bien diferenciados, los cuales son: paisaje de Montaña, Lomerios, Peniplanicie y planicie. En cuanto al relieve se reconocieron dos grandes tipos de relieve el estructural y el erosional o denudacional.

5. En el mapa geológico-estructural se identifican dos unidades geológicas y sus límites, las cuales son: los suelos residuales producto de la descomposición de las rocas graníticas y aluviones recientes y las rocas graníticas de la Provincia Geológica de Cuchivero donde se identifican diaclasas y vetas. Estas unidades son atravesadas parcialmente por la quebrada Bucare.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda perforar pozos profundos para establecer la estratigrafía de la zona.
2. Aplicar esta investigación a otras áreas, donde el acceso sea limitado. Ya que este tipo de estudio cubre grandes áreas a bajo costo y jerarquiza las zonas de interés.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA.** 6ta ed., Caracas, Venezuela: Episteme. 27-34.

Behar, D. (2008) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** 1 ed., Valencia, Venezuela: Shalom. P. 55-68.

Carpio, E. (2005) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTATIZACIÓN DEL TALUD SUR DEL POZO DISIPADOR DEL ALVIADERO DEL PROYECTO TOCOMA, EDO.** Bolívar.

C.V.G Técnica Minera. (1988) **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA NB 20-1. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN.** Ciudad Bolívar, estado Bolívar. Venezuela. Tomo I pp. 23 – 89.

C.V.G Técnica Minera. (1991). **INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO INVENTARIO RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA NB-20-3.** Tomo I. Ciudad Bolívar, Venezuela.

CVG Técnica Minera C.A. (1997) **MANUAL METODOLÓGICO (VERSIÓN PRELIMINAR) DEL PROYECTO DE INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA, INFORME DE AVANCE DE LA HOJA NB-20-8 (P.I.R.N.R.G.).** Ciudad Bolívar, p p 17, 124.

González, C. Iturralde, X. y Picard, C. (1980). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS.** Edición FONINVES. Tomo I. Caracas. Venezuela pp 28-35.

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2003) **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.** 3era ed. México: Mc Graw-Hill. Pp. 238-241.

Menéndez, A. (1974) **GEOLOGIA DE LA REGIONES DE GUASIPATI, GUAYANA VENEZOLANA.** En: IV Congreso Geológico Venezolano, MEM Pub. Esp. N6, p. 49 – 67.

Mendoza, V. (2000) **MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL ESCUDO DE GUAYANA DESTACANDO LA PROVINCIA GEOLOGICA DE IMATACA.**

Mendoza, V. (2005) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE).** Editorial Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. pp 68 – 83.

Mendoza, V. (2012) **EVOLUCIÓN GEOLÓGICA, RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA Y REVISIÓN DEL PRECÁMBRICO MUNDIAL, GEOLOGÍA DE VENEZUELA.** Editorial GranColombiaGold. Bogotá, Colombia.

Niemeyer, H. (1999) **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.** Editorial Ril editores. Antofagasta, Chile. Pp 39.

Pozo, M. González, J. y Giner, J (2007) **GEOLOGIA PRÁCTICA. INTRODUCCION AL RECONOCIMIENTO DE MATERIALES Y ANÁLISIS DE MAPAS.** Universidad autónoma de Madrid. Pearson Prentice Hall. Madrid España. P 3.

Puerta, R. Rengifo, J. y Bravo, N. (2011) **ARCGIS BÁSICO 10,** Universidad Nacional Grario de La Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Tingo María, Perú.

Reading, A. (1999) **STABILITY OF TROPICAL RESIDUAL SOILS FROM DOMINICA, WEST INDIES.** Eng Geol. 31 pp. 27-44.

Suarez, J. (2009) **DESLIZAMIENTOS-ANÁLISIS GEOTÉCNICO. VOLUMEN I. UNIVERSIDAD DE SANTANDER.** Colombia. Pp. 389-390.

Tarbutck, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA.** 8 Ed., España: Prentice Hall. Pp 187-239

## **ANEXOS**

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

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO CUCHI UBICADO EN SANTA ROSALÍA DE PALERMO, SECTOR LA ATASCOSA, PARROQUIA ASENCIÓN FARRERAS, MUNICIPIO CEDEÑO. ESTADO BOLÍVAR</b>
<b>Subtítulo</b>	

**Autor(es)**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<i>LOIVIS AREVALO</i>	<b>CVLAC</b>	<i>21.110.893</i>
	<b>e-mail</b>	Loivisarevalo@gmail.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>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

**Palabras o frases claves:**

<i>Rocas</i>
<i>Afloramiento</i>
<i>Geomorfología</i>
<i>Relieve</i>
<i>Fallas</i>
<i>Mapas geológico</i>
<i>Mapas geomorfológico</i>
<i>Estructuras</i>

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

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Ciencias Básicas</i>	<i>Petrología</i>
	<i>Topografía</i>
	<i>Geología estructural</i>
<i>Tecnologías</i>	<i>Computación II</i>

### Resumen (abstract):

El área de estudio se encuentra ubicada al Suroeste, a 340 km de Ciudad Bolívar, estado Bolívar. La investigación consistió en una caracterización geológica y geomorfológica de los afloramientos rocosos presentes en el Cerro Cuchi. La metodología aplicada para el desarrollo de este estudio se basó en tres etapas de trabajo: la etapa de oficina durante la cual se realizó una recopilación de información bibliográfica y cartográfica con el fin de obtener datos sobre el área a explorar; la etapa de campo la cual consistió en el reconocimiento de la zona, donde se identificaron los afloramientos pertenecientes a la Provincia Geológica de Cuchivero y la medición de las direcciones de fracturas. Seguidamente se realizó el geoposicionamiento del área y la ubicación de las muestras de rocas recolectadas (6). Posteriormente en la etapa de oficina se realizó la descripción y determinación de la composición mineralógica de forma macroscópica de las 6 muestras de rocas y la interpretación de las estructuras. Finalmente, con la ayuda de los análisis petrográficos se definió el mapa geológico del Cerro Cuchi. Las rocas metamórficas identificadas en la zona son gneises graníticos rosados de grano fino, gneises cuarzo feldespáticos gris claro de grano fino y medio. Las composiciones mineralógicas de las rocas varían de la siguiente manera: el Cuarzo se encuentra entre 20% a 50%, los Feldespato de 15% a 30%, la Plagioclasa osciló entre 15 % y 50 %, las micas Biotita y Muscovita se observó entre un 5% y 10 %, los minerales accesorios de 5% a 20% y los óxidos de hierro de 10% a 25%. Teniendo en cuenta que las direcciones dominantes están comprendidas entre N30°-70E y N12°-35°W. En cuanto al relieve se identificaron dos grandes tipos de relieve el estructural y el erosional o denudacional de paisaje de peniplanicie y lomeríos de tipo colinas y lomas.

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

## Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<i>Enrique Acosta</i>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
<i>Wilmer zerpa</i>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
<i>Katiuska Roura</i>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	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

2022	03	06
------	----	----

Lenguaje:      spa

\_\_\_\_\_

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

### Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
<b>Tesis-(<i>Caracterización geológica y geomorfológica del cerro cuchì</i>).doc</b>	<b>Application/msword</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:** **CERRO CUCHI Y SUS AREDEDORES** (Opcional)  
**MUNICIPIO CEDEÑO ESTADO BOLÍVAR,**  
**VENEZUELA**

**Temporal:** **5 años** (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Ingeniero Geólogo

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Ingeniería

**Área de Estudio:** Geología estructural y petrología

**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,

*[Handwritten Signature]*  
JUAN A. BOLANOS CURVELO  
Secretario



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

JABC/YGC/manuja

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

### **Derechos:**

**De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado  
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la  
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros  
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,  
quien lo participara al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

---

**AUTOR 1**

---

**TUTOR**

---

**JURADO 1**

---

**JURADO 2**

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:**

---