

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



**CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA Y  
SEDIMENTOLÓGICA DE UN ÁREA DEL CERRO  
CASTILLITO UBICADO EN SOLEDAD, MUNICIPIO  
INDEPENDENCIA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LAS  
BACHILLERES: AGUINAGALDEH.  
DAYMEL F. Y DONATTI P.  
KATHERINE D. PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE GEÓLOGO E  
INGENIERO GEÓLOGO,  
RESPECTIVAMENTE.**

**CIUDAD BOLIVAR, MARZO 2023**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado titulado “**CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE UN ÁREA DEL CERRO CASTILLITO UBICADO EN SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.**”. Presentado por las bachilleres: **Daymel Fabilenni Aguinagalde Hidalgo y Katherine De Las Mercedes Donatti Pacheco.** Cedula de identidad V-22.816.730 y V-21.515.157 respectivamente, para optar los títulos de Geólogo e Ingeniero Geólogo respectivamente, ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

**NombreFirma**

Prof. Enrique Acosta

(Asesor)

\_\_\_\_\_

Prof. Jaques Edlibi

(Jurado)

\_\_\_\_\_

Prof. Katheousca Roura

(Jurado)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Profesor Rosario Rivadulla  
Jefe del Departamento de Geología

\_\_\_\_\_  
Profesor Francisco Monteverde  
Director de la Escuela

Ciudad Bolívar, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2023

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios, por siempre estar a mi lado, cuidarme, guiar mis pasos y darme la fortaleza para vencer los obstáculos que se presentaron en el transcurso de mi carrera.

A mis padres Merbis y David por su amor y apoyo de forma incondicional por saber esperar a pesar del largo tiempo transcurrido para culminar mi meta, por siempre confiar en mí y por su comprensión en todas mis decisiones, por aconsejarme en todo momento, no dejar que me rindiera y creer en mí siempre.

A mi abuela Elena por ser como una segunda madre para mí, por su dedicación, amor incondicional y en especial a mi abuelo Carlos, por cuidarme desde el cielo.

A mis hermanos Brainer y Valentina por estar siempre a mi lado y confiar en mí, espero servirles de ejemplo y que nunca es tarde para cumplir nuestras metas. A mi prima Hillary por sus ocurrencias, por sacarme una sonrisa en los momentos más difíciles y ser un apoyo incondicional, Gracias por ser tan especial.

A todos y cada uno de los integrantes de mi familia, porque todos han sido parte importante de mi vida, en especial a mi tía Merle Hidalgo (Geólogo) por su apoyo y abrirme las puertas de su casa, por brindarme una oportunidad que no supe aprovechar.

Daymel Aguinagalde

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios y Nuestra señora de Mercedes por darme fortaleza de seguir adelante.

A la memoria de mi mama y mi suegra Katuska Pacheco y Mirian Zamora por ustedes que fueron en vida ejemplo de lucha.

A mi Gloria Pacheco por no darse por vencida e infundirme los valores más hermosos.

A mi esposo Cleisy Horonez, por acompañarme en esta cruzada.

A mi hija Kleidys Honorez, por ser mi compañera y siempre motivarme.

A mi tío, Dixon Pacheco, por darme su cariño y apoyo.

Katherine Donatti

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Oriente por brindarme la oportunidad de adquirir amplios conocimientos tanto a nivel académico como personal y formarme como profesional.

A mi tutor Enrique Acosta (Ing. Geólogo) por su dedicación, asesoría y por estar dispuesto a ayudarme en la realización de mi trabajo de grado.

A mis amigos por su amor y amistad incondicional y por todos los momentos compartidos.

También a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo para poder cumplir mi meta, por confiar y tener fe en que si podía y por motivarme a siempre ser mejor.

Daymel Aguinagalde

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a usted virgencita por cuidarme y guiar siempre mis pasos, a mi abuela por siempre estar y no desampararme, este logro es de ustedes.

A la universidad de oriente, por darme no una, sino muchas oportunidades de desarrollar mis conocimientos y paso a paso para formarme como profesional.

A mi tutor Ing. Enrique Acosta por toda la ayuda brindada, por compartir sus conocimientos para la culminación de este trabajo.

A mi familia Pacheco y mi esposo Cleisy Honorez por no desmayar y apoyarme siempre.

Katherine Donatti

## RESUMEN

En el municipio Independencia del estado Anzoátegui, a 25 kilómetros, al sur de la población de Soledad, se localiza un afloramiento denominado Cerro Castillito, el cual no ha sido evaluado de manera geológica, sedimentológica, topográfica y geomorfológica por profesionales de Ciencias de la Tierra para su aprovechamiento geoeconómico. Este trabajo de grado pretende describir la geología y cartografía de la zona ya que se cuenta con poca información. Para tal fin se plantean una serie de objetivos específicos para desarrollar la presente investigación con el fin de proporcionar información geológica sobre las condiciones actuales del cerro. El área de interés representa territorialmente 63 has + 3355m<sup>2</sup>. El tipo de investigación se consideró como descriptiva y el diseño es de campo y documental. El estudio se desarrolló en 2 etapas, además de la recopilación de información y la redacción del informe final. La etapa de campo, se inició con una visita técnica a la zona, para obtener información directa de la geológica y geomorfología a través de un levantamiento geológico de superficie que constó de descripción de litologías, color, espesores y estructuras sedimentarias, seguido con la excavación de una trinchera exploratoria, donde se tomaron cinco (5) muestras de sedimentos para sus posterior análisis de laboratorio. La otra etapa fue de oficina, donde se desarrollan todos los objetivos específicos los cuales contemplan la geomorfología del Cerro Castillito, Interpretar la forma y redondez de las partículas de suelo presentes, describir los minerales presentes en zona, Interpretar las secciones sedimentológica y la elaboración de los mapas geológico y geomorfológico. Para esto se contó con el apoyo de los resultados de laboratorio. Se concluye que la topografía corresponde a una zona escarpada con pendiente de 70%, de cota máxima 90 msnm y mínima 64 metros m.s.n.m. También se identificaron 04 unidades geomorfológicas, las cuales son los valles aluvionales, las planicies, las colinas y los lomeríos todas ellas controlada por la erosión de aguas torrenciales intermitente donde los sedimentos tienen un grado de redondez sub-redondeada, proveniente de una fuente de origen cercana. Desde el punto de vista geológico se observaron dos unidades geológica predominante en la zona, Formación Mesa y Sedimentos del Reciente. Las muestras de sedimentos se clasificaron según el SUCS como arena SP, arenas mal gradadas con presencia de material grueso, en la sección sedimentológica en su parte somera se evaluó como perfiles latericos de arena mezclada con arcilla moteada y en su parte basal como una saprolitacaolinitizado.

## CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
LISTA DE TABLAS .....	xi
LISTA DE APENDICES.....	xii
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
INTRODUCCION .....	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1Planteamiento del problema.....	3
1.2Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1Objetivo general .....	3
1.2.2Objetivos específicos .....	4
1.3Justificación de la investigación.....	4
1.4Limitaciones de la investigación.....	5
CAPÍTULO II .....	6
2.1Ubicación del área de estudio .....	6
2.2Accesibilidad.....	7
2.3Características físico naturales del área .....	7
2.3.1Precipitación.....	7
2.3.2Evaporación .....	8
2.3.3Temperatura .....	9
2.3.4 Presión atmosférica .....	10
2.3.5Insolación .....	11
2.3.6Humedad relativa .....	12
2.3.7Vientos .....	13
2.4 Geomorfología .....	14
2.5 Suelos .....	14
2.6 Vegetación .....	15
2.7Geología regional.....	16
2.7.1Formación Mesa.....	16
2.7.1.4Extensión geográfica.....	19
2.7.2Complejo de Imataca.....	22
CAPÍTULO III .....	24
3.1Antecedentes de la investigación .....	24

3.2 Bases teóricas .....	24
3.2.1 Redondez de las partículas de sedimentos clásticos .....	24
3.2.2 Ambiente Fluvial.....	25
3.2.3 Escala de Udden-Wentworth.....	26
3.2.4 Análisis Granulométrico .....	27
3.2.5 Análisis por tamizado.....	28
3.2.6 Índice de redondez de los fragmentos clásticos .....	29
3.2.7 Determinación del grado de redondez de las partículas.....	30
3.2.8 Unidades litoestratigráficas .....	33
3.2.9 Intemperismo.....	33
3.2.10 Transporte de sedimentos.....	33
3.2.11 Estudio geológico.....	34
3.2.12 Geomorfología .....	35
CAPÍTULO IV .....	36
4.1 Tipo de investigación .....	36
4.2 Diseño de la investigación .....	36
4.2.1 Diseños de campo .....	36
4.2.2 Diseño documental.....	37
4.3 Población de la investigación.....	37
4.4 Muestra de la investigación.....	37
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
4.5.1 Técnica de recolección de datos.....	38
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos .....	38
4.6 Fases de la metodología .....	38
4.6.1 Etapa 1 Búsqueda de Antecedentes de la Zona.....	40
4.6.2 Etapa 2: de campo .....	40
4.6.3 Etapa 3 de oficina.....	43
CAPÍTULO V .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.1 Reconocer la geología de superficie del Cerro Castillito.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.2 Levantar secciones sedimentológicas de la zona de estudio .....	48
5.3 Interpretar la geomorfología del Cerro Castillito.....	50
5.3.1 Valles aluvionales .....	50
5.3.2 Planicies .....	50
5.3.3 Colinas .....	50
5.3.4 Lomerío .....	51
5.3.5 Análisis del grado de transporte de los sedimentos .....	52
5.3.6 Elaborar mapa topográfico y geológico del Cerro Castillito .....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS .....	59

APENDICES.....61  
ANEXOS ..... 73

## LISTA DE FIGURAS

Página

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2 Mapa de la Formación Mesa. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1 Redondez de las partículas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2 Ambiente fluvial donde se origina el transporte de los sedimentos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3 Tamices para análisis granulométrico. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4 Baterías de tamices para análisis granulométrico de suelos.	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.5 Índice de forma y de redondez .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.6 Formas de transporte de sedimento en una corriente de agua	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1 Diagrama de flujo de la metodología de trabajo ...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.2 Paisaje de peniplanicie observado durante el reconocimiento de la zona....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3 Levantamiento litoestratigráfico de la columna del Cerro Castillito. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.4 Toma de muestra en la zona de estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.5 Domo sedimentarios en el área de estudio donde se observa la resistencia.	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.1 Vista de la geomorfología del área de estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.2 Depósito de sedimentos potenciales de carácter coluvial en el área de estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.3 Calicata exploratoria donde se observa horizontes lateríticos areno-arcillosos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.4 Perfil litológico del Cerro Castillito .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.5 Mapa geomorfológico del Cerro Castillito .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

5.6 Análisis morfoscópico de la muestra del área de estudio	¡Error! Marcador no definido.
5.7 Resultados análisis granulométrico muestra 01 ....	¡Error! Marcador no definido.
5.8 Distribución porcentual de las partículas de arena según su tamaño .....	¡Error! Marcador no definido.
5.9 Mapa topográfico del área de estudio .....	¡Error! Marcador no definido.
5.10 Mapa geológico del área de estudio .....	¡Error! Marcador no definido.

## LISTA DE TABLAS

2.1 Coordenadas que delimita el área de estudio .....	7
2.2 Precipitación máxima y mínima (mm) ((Inameh, 2019).....	8
2.3 Evaporación máxima y mínima (mm) (Inameh, 2019).....	9
2.4 Temperatura máxima y mínima (mm) (Inameh, 2019).....	10
2.5 Presión atmosférica media (MB) (Inameh, 2019).....	11
2.6 Insolacion media (Horas) (%) (Inameh, 2019). .....	12
2.7 Humedad relativa (%) (Inameh, 2019).....	13
3.1 Escala granulométrica de UddenWentworth (Pettijohn, F. 1957). .....	26
4.1 descripción litológica del área de estudio .....	41
5.1 Curva granulométrica muestra 01. ....	53

## LISTA DE APENDICES

A. ANALISIS MICROSCOPICOS.....	62
A.1 Análisis morfoscopico muestra 01.....	63
A.2Análisismorfoscopico de la muestra 2.....	64
A.3Análisismorfoscopico de la muestra 3.....	65
A.4Análisismorfoscopico de la muestra 4.....	66
A.5 Análisis morfoscopico de la muestra 5.....	67
B. ANALISIS GRANULOMETRICO.....	68
B.1Curva granulométrica muestra 01.....	69
B.2 Resultados análisis granulométrico muestra 01.....	69
B.3 Distribución porcentual de las partículas de arena según su tamaño.....	70
B.4 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 02.....	71
B.5 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 03.....	71
B.6 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 04.....	72
B.7 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 05.....	72

## LISTA DE ANEXOS

1. Mapa Topográfico .....	74
2. Mapa Geológico.....	74

## INTRODUCCION

En el estado Anzoátegui, la concepción representada por la extracción de material de construcción, de uso fundamental y de minerales no metálicos, ha tenido impulso durante muchos años atrás. En Venezuela se ha venido popularizando la construcción con bloques de adobe, suelo-cemento y tapia pisada, entre otros; las cuales se han venido realizando de manera empírica en las empresas de alfarerías que se ubican en el estado Bolívar, las cuales no se rigen de ningún parámetro ni normas para la fabricación de materiales acabados.

Basado en los aspectos descritos anteriormente, el principal objetivo es realizar estudios geológicos en los diferentes depósitos de minerales no metálicos que puedan ser potencialmente rentables. En tal sentido se realizó en el área el levantamiento geológico y toma de muestras con el propósito de evaluar las características físicas – granulométricas con el fin de determinar su uso, en la fabricación de materiales para la construcción.

No existen estudios geológicos y sedimentológicos a escala de detalle de la zona y tampoco se ha evaluado el potencial geoeconómico de las arenas, arcillas y caolines; además, si resultan rentables las acumulaciones de estos sedimentos, estaría garantizado el mercado o parte de la demanda de esa materia prima para los proyectos de vivienda, mejoramiento de las vialidades del municipio, aunado a la generación de empleos directo e indirecto para los habitantes de la zona. También reforzará la economía local y fomentará la instalación de fábricas de bloques, ladrillos. También para elaboración de pinturas, cerámicas y farmacéutica, usando como materia prima el caolín.

El proyecto se estructura de la siguiente manera: en el Capítulo I se plantea la situación a investigar, se plantean el objetivo general y los objetivos específicos así

como también las limitaciones. El Capítulo II, está referido a la ubicación, generalidades, geología regional y local. El Capítulo III, se revisan los antecedentes de la investigación y las bases teóricas. El Capítulo IV contiene lo que es el proceso metodológico, donde se hace referencia al diseño de la investigación, técnica e instrumento de recolección de datos, población y muestra de la población además de un flujograma de la etapa de la investigación, se consideraron tres etapas: pre campo, campo y oficina. En el capítulo V, se trata lo referente al análisis e interpretación de los resultados, donde se desarrolla cada objetivo ya antes mencionados. Luego las conclusiones, recomendaciones, referencias y respectivos anexos de interés.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En el municipio Independencia carece de información geológica, cartográfica y geomorfológica de las litologías presentes en esta zona, a través de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar (UDO) y de los programas de trabajo de grado se han ido estudiando las unidades geológicas existentes en la población de Soledad y pueblos cercanos, actualizando la geología y cartografía local. El presente trabajo plantea el análisis geomorfológico y sedimentológico del Cerro Castillito para conocer la composición de este domo sedimentario y actualizar la geología y cartografía.

Debido al incremento de la industria de la construcción, la demanda de agregados finos y gruesos, están en constante crecimiento, para la elaboración de casas, mezcla de asfalto y mejoramiento de terreno entre otros, por tal motivo las distintas empresas privadas y/o pública necesita materia prima para seguir con su trabajo de día a día. El Cerro Castillito cuenta con una variedad de sedimentos importante para satisfacer la demanda del sector construcción, en el rubro de los no metálicos, como también de impulsar la economía del sector Carapa, con el fin de generar empleos directos e indirectos de posibles explotaciones.

### **1.2 Objetivos de la investigación**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar geomorfológica y sedimentológicamente el Cerro Castillito ubicado en Soledad, municipio Independencia del estado Anzoátegui.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Realizar reconocimiento geológico de la superficie del Cerro Castillito a través de visitas directa de campo.
2. Levantar secciones sedimentológicas de la zona de estudio, para sus mediciones de espesores y descripción macroscópica de los sedimentos presentes en el área.
3. Interpretar la geomorfología del Cerro Castillito a través de imágenes satelitales RASTER.
4. Analizar el grado de transporte de los sedimentos a partir de la forma o redondez de las partículas del Cerro Castillito.
5. Elaborar el mapa topográfico y geológico del Cerro Castillito, para la actualización de cartografía local del municipio Independencia.

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

Este estudio surgió por la necesidad de proporcionar información geológica y geomorfológica sobre las condiciones actuales del Cerro Castillito, dada la falta de antecedentes de la zona. El estudio se limita a las unidades geológicas que componen la población de Soledad y pueblos cercanos, actualizando la geología y cartografía local de la zona y que permitan conllevar a planos mineros estratégicos para su aprovechamiento mineral en un futuro inmediato.

#### **1.4 Limitaciones de la investigación.**

Las limitaciones presente para la elaboración de este trabajo de grado son las siguientes:

1. La falta de antecedentes de la zona de estudio que nos pueda informar acerca de la geología, clima y topografía.
2. Hay terrenos privados cerrados que limitan el acceso a una porción de la zona, la zona de estudio se localiza carretera Soledad-Carapa, restricción que obliga imperiosamente a la contratación de un transporte privado para las salidas al campo y restringir el número de visita a esta.

## CAPÍTULO II GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación del área de estudio

El área se ubica al sur del estado Anzoátegui, a 25 kilómetros de la población de Soledad. Se geoposiciona con cuatro (04) vértices formando una poligonal regula con una superficie de 63 has + 3355 m<sup>2</sup>(Figura 2.1).

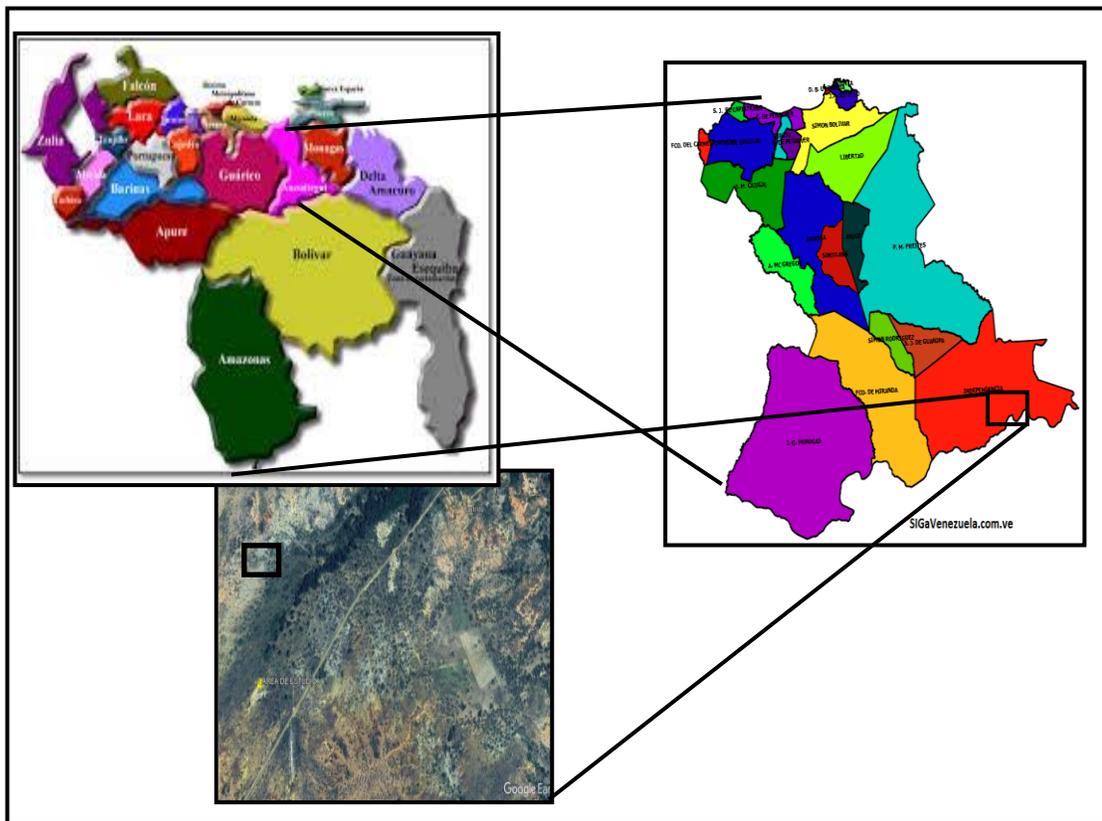


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

Sus coordenadas, según el sistema Universal Transversal Mercator (UTM) Datum REGVEN- WGS 1984, se describe a continuación (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Coordenadas que delimita el área de estudio

Coordenadas UTM DATUM REGVEN del área de estudio		
VERTICES	NORTE	ESTE
P1	920296,00	455289,00
P2	920301,00	456119,00
P3	919550,00	456124,00
P4	919545,00	455294,00
SUPERFICIE: 63 HAS + 3355m <sup>2</sup>		

## 2.2 Accesibilidad

El acceso principal de la zona de estudio se realizó a través de la vía interna que conduce desde Soledad a la población de Carapa, Sector Castillito, municipio Independencia.

## 2.3 Características físico naturales del área

Según la clasificación climática de Koppen, el área cubierta por la hoja NC-20-14 tiene un clima tropical de sabana. Este tipo climático se caracteriza por presentar una estación lluviosa que tiene su máximo en el verano astronómico (junio, julio, agosto) y el invierno es seco o con poca precipitación es decir, la precipitación media mensual en dichos meses es menor de 60 mm (CVG-TECMIN C.A. 1991).

### 2.3.1 Precipitación

En el área de estudio la precipitación promedio anual, se registró en 1362,10 mm, mientras que el valor máximo de precipitación se obtuvo en el mes de Agosto con una pluviosidad de 453,60 mm y el valor en el mes de Marzo con una pluviosidad de 0,8 mm.

Por otra parte en el Estado Bolívar el periodo de lluvias está comprendido entre los meses de Mayo a Octubre y la estación seca abarca los meses de noviembre a abril, esto es lo que indica los valores de la precipitación en el año 2019 (Inameh, 2019) (Tabla 2.2)

El régimen pluviométrico, medio anual, se caracteriza por ser de tipo unimodal; es decir se presenta un solo máximo durante el año.

Tabla 2.2 Precipitación máxima y mínima (mm) ((Inameh, 2019)

Meses	Valor máximo	Valor medio	Valor mínimo
Enero	223,6	72,6	1,2
Febrero	141	55,7	5,4
Marzo	49,7	22,7	0,8
Abril	104,2	40,2	16
Mayo	298,5	138,6	37,8
Junio	417,2	219,6	66,2
Julio	379,2	223,4	138,2
Agosto	453,6	220,4	59
Septiembre	172,8	104,1	15
Octubre	136,6	89,8	60,1
Noviembre	185,3	1,3	8,4
Diciembre	151	84	54,2
<b>Anual</b>	<b>2.714,50</b>	<b>1.362,10</b>	<b>462,30</b>

### 2.3.2 Evaporación

La evaporación media anual en el periodo del año 2005, se ubicó en 1.051,20 mm. Los valores máximos, medios y mínimos de la evaporación en la estación de Ciudad Bolívar (Inameh, 2019).

De igual manera en la tabla 2.3 se observa que el valor máximo de evaporación se localiza en el mes de marzo con 156,10 mm y el valor mínimo se obtuvo en julio con 58,90 mm (Inameh, 2019).

Tabla 2.3 Evaporación máxima y mínima (mm) (Inameh, 2019)

Meses	Valor máximo	Valor medio	Valor mínimo
Enero	125,2	75,4	51,2
Febrero	131,5	82,8	70,1
Marzo	156,1	102,9	81,5
Abril	149,3	105,9	86,2
Mayo	143,0	106,1	95,0
Junio	101,9	77,9	75,2
Julio	109,8	82,0	58,9
Agosto	120,8	85,8	75,2
Septiembre	120,6	87,3	83,2
Octubre	127,1	89,1	65,1
Noviembre	110,0	77,7	65,3
Diciembre	116,0	78,4	70,8
<b>Anual</b>	<b>1.511,90</b>	<b>1.051,70</b>	<b>877,80</b>

### 2.3.3 Temperatura

En la caracterización de esta variable, se obtuvo que la temperatura total media de la zona es de 29,5 °C aproximadamente, con una aplicación térmica anual alrededor de 1,8 °C. Asimismo los periodos de máxima temperatura se ubicaron en los meses de Marzo, Abril y Mayo con 35,30 °C y el menor en el mes de Julio con 24,10 °C.

Los valores máximos, medios y mínimos de la temperatura (Inameh, 2019) (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Temperatura máxima y mínima (mm) (Inameh, 2019)

Meses	Valor máximo	Valor medio	Valor mínimo
Enero	33,0	28,4	26,3
Febrero	34,3	29,5	24,3
Marzo	35,3	30,4	24,4
Abril	35,3	30,1	25,4
Mayo	35,3	30,0	25,2
Junio	33,3	28,9	25,2
Julio	32,5	28,0	24,1
Agosto	32,3	28,2	24,4
Septiembre	34,5	29,7	24,6
Octubre	34,7	30,1	25,3
Noviembre	33,5	30,2	25,7
Diciembre	35,2	30,5	25,7
<b>Anual</b>	<b>34,1</b>	<b>29,5</b>	<b>20,0</b>

#### 2.3.4 Presión atmosférica

Los valores reflejaron registros en la estación meteorológica Ciudad Bolívar, observándose de esta manera, que la presión atmosférica promedio anual fue de 1.099,80. Los valores de la presión atmosférica correspondiente al año 2019 (Inameh, 2019) (Tabla 2.5).

De acuerdo a lo reflejado en la tabla 2.5, se obtiene que el valor máximo de la presión atmosférica se registrara en el mes de julio de 1.012,40 Mb y el valor mínimo en el mes de noviembre, con 1.008,10 Mb.

Tabla 2.5 Presión atmosférica media (MB) (Inameh, 2019)

<b>Meses</b>	<b>Valor medio</b>
Enero	1009,70
Febrero	1010,10
Marzo	1010,50
Abril	1008,90
Mayo	1008,60
Junio	1010,00
Julio	1012,40
Agosto	1011,20
Septiembre	1010,20
Octubre	1008,10
Noviembre	1008,10
Diciembre	1010,00
<b>Promedio Anual</b>	<b>1009,80</b>

### 2.3.5 Insolación

El estudio de esta variable se realizó en la estación meteorológica Ciudad Bolívar, de acuerdo a la información recopilada en el periodo 2019. Los valores de insolación media mensual, de la estación antes mencionada, se observan en la tabla 2.6 (Inameh, 2019).

De la información plasmada en la tabla anterior, es importante resaltar que la insolación media reflejada meteorológica Ciudad Bolívar es de 231,30 horas, asimismo que el valor máximo de insolación se refleja en el mes de diciembre con 333,00 horas y su valor mínimo es en el mes de Febrero con 195, 10 horas (Inameh, 2019).

Tabla 2.6 Insolación media (Horas) (%) (Inameh, 2019).

<b>Meses</b>	<b>Valor medio</b>
Enero	210,4
Febrero	195,1
Marzo	221,8
Abril	223,2
Mayo	214,5
Junio	203,2
Julio	228,3
Agosto	238,3
Septiembre	242,6
Octubre	239,9
Noviembre	224,7
Diciembre	333,0
<b>Promedio anual</b>	<b>231,3</b>

### 2.3.6 Humedad relativa

El estudio de esta variable climática se realizó en la estación meteorológica Ciudad Bolívar, de acuerdo a la información recopilada en el periodo 2005 (Inameh, 2019).

Los valores de la humedad relativa media mensual de la estación antes mencionada, se observa en la tabla 2.7.

De la información reflejada en la anterior, es importante reseñar que la humedad relativa media es de 75,2 %. De igual modo, el valor máximo de esta se refleja en el mes de junio con 82,30% y su valor mínimo en el mes de marzo con 63,10%, de los valores medios de la humedad relativo.

Tabla 2.7 Humedad relativa (%) (Inameh, 2019).

Meses	Valor medio
Enero	75,1
Febrero	70,8
Marzo	63,1
Abril	71,3
Mayo	75,1
Junio	82,3
Julio	82,3
Agosto	81,3
Septiembre	76,7
Octubre	69,9
Noviembre	76,5
Diciembre	77,9
<b>Promedio Anual</b>	<b>75,2</b>

### 2.3.7 Vientos

Según el informe de avance de la hoja NC-20-14, publicada por la empresa Corporación Venezolana de Guayana Técnica Minera (<biblio>); el régimen de vientos, en el área está determinado por los alisios, la convergencia intertropical y los efectos orográficos locales. La velocidad media anual es de 11KM/h aproximadamente, con una dirección prevaleciente E (este) y ESE (este-sureste).

Los valores más altos de velocidad del viento se observan en la época a mayo, siendo marzo el mes que registra el valor más alto (15,5 Km/h), a partir de junio hasta septiembre, la velocidad del viento disminuye, ocurriendo el menor valor (8,4 Km/h) en este último mes; luego la velocidad vuelve a aumentar en la temporada de octubre a diciembre (Inameh, 2019).

## 2.4 Geomorfología

La geomorfología de la zona de estudio se caracteriza por ser un relieve de planicie, donde los rasgos geomorfológicos predominantes son las mesas o planicies, las colinas (lomeríos) de escasa altura, llanura aluvial y valles. Dentro del relieve de colinas encontramos una topografía ondulada a escarpada con pendientes locales que pueden variar entre 5 y 30%. El proceso dominante, es de origen hídrico. La erosión es generalizada en forma de surcos con tendencias a formas más degradadas. El equilibrio de este medio es precario y su intervención amerita obras de control de erosión. A este tipo de paisaje pertenecen los afloramientos rocosos de Imataca que afloran en la zona (CVG Tecmin, 1991).

El paisaje de mesa ocupa la mayor parte. Está conformado por mesetas individualizadas por efectos de erosión regresiva. Constituyen medios de ablación que aportan la mayor parte del material detríticomovilizable a nivel local (CVG Tecmin., 1991).

En esta unidad se diferencian varias formas, que van desde mesas disectadas, mesas conservadas o planas y mesas desmanteladas en colinas. En cada una de ellas los procesos morfogenéticos son variables así como su tendencia evolutiva y su potencialidad de uso (CVG Tecmin, 1991).

## 2.5 Suelos

En el área del proyecto predominan los suelos residuales, superficiales a profundos, de baja fertilidad, asociados a moderadas proporciones de afloramientos rocosos (<15%) con bajos a muy bajos valores de carbono orgánicos y pH fuertemente ácido; siendo los principales tipos: LithicKanhaplustults y los Quartzitpsamments (CVG-TECMIN C.A. 1991).

Los suelos LithicKanhaplustults, son superficiales a moderadamente profundos (40 cm. -120 cm.); presentan un horizonte A, de espesor variable (5 cm. a 10 cm.); con texturas predominantemente arena francosa; dichos horizontes incluyen pocas a altas proporciones (>40%) de fragmentos gruesos, en particular gravas y guijarros de cuarzo (CVG-TECMIN C.A. 1991).

El horizonte B, varía de poco a moderadamente profundo (20 cm.-110 cm.); de textura comúnmente franco arcillosa arenosa, mezcladas en algunos casos con pocas a abundantes proporciones (5% -60%) de gravas y guijarros de cuarzo y nódulos de hierros (CVG-TECMIN C.A. 1991).

Los suelos Quartzitpsamments no manifiestan un estado de desarrollo pedogenético, son muy profundos (>150 cm.); de texturas predominantemente arenosa a arena francosa; las cuales suelen estar mezcladas con pocos a muy abundantes (5-60%) proporciones de grava de cuarzo. (INCOVECA, Granito de Venezuela, C.A; 2006).

## **2.6 Vegetación**

Esta región se caracteriza por presentar una vegetación con dos tipos de comunidades, una de sabana arbustiva y otra de bosques de galería ambas asociadas a condiciones de drenaje excesivo, lo que se traduce a baja a muy baja disponibilidad de agua para las plantas (CVG-TECMIN C.A. 1991).

Dentro del primer tipo de vegetación se desarrollan dos estratos, uno arbustivo y otro herbáceo; el estrato arbustivo se caracteriza por presentar una cobertura media (40%-70%) y alturas que oscilan entre 0,5 m. y 5m.; en su composición florística domina la *Curatella americana*, acompañada de las especies: *Bowdichiavirgilioides*,

Byrsonimacrassifolia, Roupalacomplicata, Xilopia aromática y Psidiumguianense; mientras que el estrato herbáceo presenta alturas comprendidas entre 40 cm. y 60 cm. de altura, con densidad de cobertura del 45% a 60%, dominado por Trachypogonspicatus y Axonopus aureus (CVG-TECMIN C.A. 1991).

También es común la presencia de Andropogonbicornis, Cyperusluzulae, Bulbostyliscapillaris, Xyrislaxifolia, Panicummaximun, Galactiajussiaeana, Hyptissuaveolens, Chamaecrista flexuosa, Diodaapiculata, entre otras. El segundo tipo de vegetación presente en el área del proyecto corresponde a los bosques de galería los cuales ocupan una franja angosta paralela a lo largo de los drenes superficiales, que se localizan en el área; se caracterizan por estar rodeados de sabanas arbustivas, cobertura media y una altura comprendida entre los 7 y 16 m. (INCOVECA, Granito de Venezuela, C.A (2006).

## **2.7 Geología regional**

En la zona de estudio se identificaron 2 unidades geológicas: La Formación Mesa y el Complejo ígneo-metamórfico de Imataca.

### **2.7.1 Formación Mesa**

Ubicación geográfica en los estados Monagas, Sucre, Bolívar. La Formación Mesa está limitada al sur por el Escudo de Guayana y al norte con la Serranía del Interior PDVSA-INTEVEP (1997) (Figura 2.2).

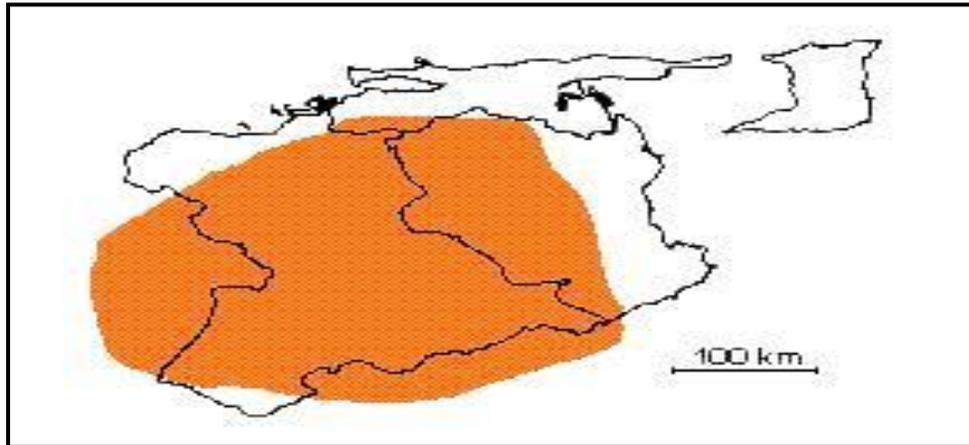


Figura 2.2 Mapa de la Formación Mesa. (PDVSA-INTEVEP 1997).

Esta formación se extiende por los llanos Orientales de Monagas y Anzoátegui parte de Sucre y Guárico. Litológicamente la componen conglomerados, gravas ferruginosas y sedimentos finos (arcillas y limos) de carácter fluvial. Normalmente no puede distinguirse la Formación Mesa de la Formación Las Piedras infrayacente, aunque a veces se observa una leve discordancia entre ambas. Su espesor promedio aproximado es de 500pies (Tiapia, Y. 2004).

### 2.7.1.1 Consideraciones históricas

Hedberg y Pyre (1944) en PDVSA-INTEVEP (1997) designaron como Formación Mesa, a los sedimentos jóvenes que cubren las extensas mesas, fisiográficamente características, del oriente venezolano.

Otras descripciones detalladas fueron publicadas por (González de Juana 1946, Hedberg 1950, Royo y Gómez en PDVSA-INTEVEP, 1999-2001).

El nombre de llanos (Garner, 1926 y Rondón, Liddle, 1928) en PDVSA-INTEVEP (1997), en desuso, se referían en parte a la Formación Mesa, pero también incluían capas infrayacentes de la Formación Las Piedras. Según (Kehrer, 1956) en

PDVSA-Intevep, 1999-2001, la unidad se extiende hasta Los Andes y Falcón, pero éste ha sido el único autor que aplicó el nombre en el occidente del país (PDVSA-INTEVEP 1997).

### **2.7.1.2 Localidad tipo**

No se ha designado una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas, con secciones representativas. En particular, se han mencionado las mesas de Guanina (Anzoátegui), las mesas de Tonoro y Santa Bárbara (Monagas), y los escarpados al este y Noreste de Santa Rosa (Anzoátegui). Estas localidades se encuentran en las Hojas 7342, 7343, 7344, 7442 y 7444, escala 1:100.000 Cartografía Nacional.

### **2.7.1.3 Descripción litológica**

González de Juana y otros., (1980) afirma que en los límites norte y sur de la mesa de Guanina (mesas de Anzoátegui y Monagas), la Formación Mesa consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cemento ferruginoso, muy duras, con alto grado de cementación, de aspecto masivo y de pequeño espesor, que dan lugar a conglomerados rojos a casi negros; arenas blanco-amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita. En la mesa de Tonoro se observan capas lenticulares de conglomerado, arenas, y algunas arcillas. Al noroeste de Santa Rosa existe una capa lenticular de conglomerado, de más de 25m de espesor, con delgadas intercalaciones de arenas (PDVSA-INTEVEP1997).

En Santa Bárbara de Maturín, la parte superior (76m) consiste en gravas con intercalaciones de arenas y arcilla roja y amarillo intenso: la parte inferior (60m) formada por clásticos finos (arenas gris y blanco, intercaladas con arenas arcillosas y

arcillas grises abigarradas). Al Suroeste de Maturín. La Formación Mesa está compuesta por arcillas moteadas y abigarradas, con nódulos sin arena (PDVSA-INTEVEP 1997).

El espesor de la Formación Mesa es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvio-deltaica, y aumenta de Oeste a Este, por el avance de los sedimentos deltaicos (González de Juana y otros., 1980). (PDVSA-INTEVEP 1997).

#### **2.7.1.4 Extensión geográfica**

La Formación Mesa se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al Sur del río Orinoco (PDVSA-INTEVEP 1997).

Al Sur del río Orinoco se observan remanentes de La Formación Mesa, en forma de arenas irregulares sobre el Complejo de Imataca (PDVSA-INTEVEP 1997).

#### **2.7.1.5 Contactos**

La Formación Mesa suprayace en contacto concordante y transicional, a la Formación Las Piedras (Plioceno). En el centro del Estado Anzoátegui La Formación Mesa descansa sobre la Formación Las Piedras y lateralmente gradada hacia el Este a La Formación Paria. En el extremo Sur del Estado Anzoátegui y en el área de Ciudad Bolívar, La Formación Mesa descansa sobre el Complejo ígneo-metamórfico de Imataca (PDVSA-INTEVEP 1997).

### **2.7.1.6 Fósiles**

En La Formación Mesa se han encontrado fósiles de agua dulce, asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada (González de Juana., 1980). El hallazgo de estos fósiles autóctonos de madera fosilizada (opalificada), con avanzado estado de litificación, se postula como evidencia de una edad posiblemente mayor que el Pleistoceno (PDVSA-INTEVEP 1997).

### **2.7.1.7 Edad**

Con base en la relación transicional con La Formación Las Piedras (Plioceno), se ha postulado una edad Pleistoceno para la Formación Mesa. Zinck y Urriola (1970) y Coplanarh (1974), intentaron establecer una cronología de la formación, con base en la evolución de los suelos y usando el esquema estratigráfico originalmente de terrazas (t) y luego cronológico del Cuaternario (Q). De esta forma, sugirieron que los suelos desarrollados sobre La Formación Mesa, pertenecen al Pleistoceno temprano. Sin embargo, como lo indicaron Bezada y Schubert, (1987), este esquema, basado en comparaciones directas con cronologías cuaternarias europeas, adolece de defectos, entre ellos, la variación en el tiempo de la formación de suelos bajo diferentes climas (PDVSA-INTEVEP 1997).

Carbón. (1992) en la región de Mapire (Estado Anzoátegui) obtuvieron cuatro fechas termoluminiscentes, dos de las cuales indican datos cronológicos finitos y sugieren que los sedimentos de La Formación Mesa en esa región tienen edades entre 0,5 a 1 m.a. A.P; las otras dos muestras, por debajo de las primeras sugieren que su edad puede ser mayor de 2 m.a. A.P., aun cuando indican los autores que probablemente el mecanismo de reposición a cero de la termoluminiscencia (TL), para estas dos últimas muestras, no fue efectivo, por lo que las edades obtenidas son mayores que las reales (PDVSA-INTEVEP 1997).

### **2.7.1.8 Correlación**

Los sedimentos de La Formación Mesa gradan hacia el Este a las capas arcillosas marinas marginales de La Formación Paria (PDVSA-INTEVEP 1997).

### **2.7.1.9 Paleo ambientes**

González de Juana y otro, (1980), afirma que La Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio-deltáica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco. El mayor relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban –lateralmente a la sedimentación clásticos de grano más grueso (del frente de montaña), mientras que desde el Sur el aporte principal era de arenas. En la zona central, postuló la existencia de ciénagas.

Zink y Urriola, (1970), Coplanarh (1974) en PDVSA-INTEVEP (1997), utilizando criterios geomorfológicos y pedostratigráficos, consideran que los sedimentos de La Formación Mesa representan depósitos torrenciales y aluviales de ambiente semiárido, contemporáneo con un levantamiento de la Serranía del Interior a principio del Pleistoceno (PDVSA-INTEVEP1997).

A grandes rasgos la formación está compuesta por sedimentos provenientes de la intercalación coalescente de abanicos aluviales, sedimentos fluviales, deltáicos y de pantanos (PDVSA-INTEVEP 1997).

Aunque la estratigrafía de la Formación no se conoce en detalle, ésta puede contener el registro de las variaciones climáticas del Pleistoceno.

### **2.7.1.10 Geomorfología**

La parte superior de la unidad es sumamente permeable por su carácter arenoso o areno-limoso y por la presencia de diaclasas columnares. Ocasionalmente, la superficie se encuentra cubierta por laterita ferruginosa (PDVSA-INTEVEP 1997).

En medio de la sabana, y bajo condiciones de abundante precipitación, La Formación Mesa ha sido erosionada para formar cárcavas espectaculares.

### **2.7.2 Complejo de Imataca**

El Complejo Geológico de Imataca se extiende en dirección SW-NE, desde las proximidades del Rio Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NW-SE, aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 550 km a 80 km respectivamente (Mendoza, V. 2012).

Litológicamente la provincia de Imataca está formada por gneis graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (15% a 20%) y cantidades menores y complementarias de Formaciones Bandeadas de Hierro (BIF), dolomitas, charnoskitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menor grado metamórfico y más jóvenes CRV – TTG gnéisicos (El Torno – Real Corona). El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la Mina de hierro de El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de 750°C - 850°C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8.5 Kbs, equivalentemente a menos de 30 Kilómetros de presión de roca), hacia la zona de Gurí, con anfibolitas, granulitas y migmatitas, rocas graníticas con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650°C - 700°C y presiones de 4 a 7 Kbs, o sea menores de 20 Kilómetros de espesor de rocas) (Mendoza, V. 2012).

Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan (Mendoza, V. 1.975) como evolucionadas primitivos CRV y complejos graníticos, potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamórfizados hasta alcanzar las facies anfibolitas y granulitas en la colisión de microcontinentes y sufrir luego parcialmente metamorfismo retrógrado, registrando toda la historia evolutiva del escudo.

La provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente el plegamiento es Isoclinal con replegamiento más abierto. En la parte Norte, los pliegues tienen rumbos NW mientras que en la parte sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70E que es la que predomina regionalmente, es decir aproximadamente paralelas a la Falla de Gurí.

Mendoza, V. (2005), realizó el análisis químico en roca total de siete (7) muestras de rocas correspondientes al Complejo de Imataca.

Ascanio, G. (1975) postulo que parte, al menos, del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan micro continentes que por deriva chocaron unos con otros con obducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos. Ascanio denominó a estas fajas como la de La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba, Laja Negra y Cerro Bolívar.

## **CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO**

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

No existen trabajos previos de los afloramientos ubicados en esta zona que estén publicados actualmente, razón por la cual este trabajo de investigación puede considerarse como el primero en muchos aspectos.

### **3.2 Bases teóricas**

#### **3.2.1 Redondez de las partículas de sedimentos clásticos**

La forma de los granos (fragmento clástico) de cada partícula que conforma un sedimento es una de sus características más obvias y tiene gran influencia en la determinación de su comportamiento durante el transporte y la deposición. De igual manera constituye una importante características de su textura Cuando se estudia la redondez de las partículas de un sedimento se están estudiando las condiciones de transporte de los mismos, es decir, si la muestra ha sufrido poco o mucho transporte. (Macabril, M. y Serrano, A. 2010).

Además, intrínsecamente se estudian los niveles energéticos a los que ha estado sometida la muestra, relacionándolos con la distancia de transporte y la intensidad con la que ha ocurrido el proceso que les ha dado su forma (Macabril, M. y Serrano, A. 2010) (Figura 3.1 )

Con respecto a la cantidad de energía que es aplicada sobre cada una de las partículas, esta puede ser: alta, media, o baja. La primera, ha de mover granos de gran tamaño y disminuye el sentido de la energía aplicada, mientras que, para que las aristas

De los granos sean angulosas es necesario menor cantidad de energía y de transporte, parámetros que se incrementan a medida que los granos se hacen más redondeados es decir a mayor energía más redondos son los granos (Macabril, M. y Serrano, A. 2010).



Figura 3.1 Redondez de las partículas (Macabril, M. y Serrano, A. 2010.)

### 3.2.2 Ambiente Fluvial

Es aquel donde el medio de transporte y deposición sea un río, sin importar su caudal y/o extensión (Macabril, M. y Serrano, A. 2010) (Figura 3.2).

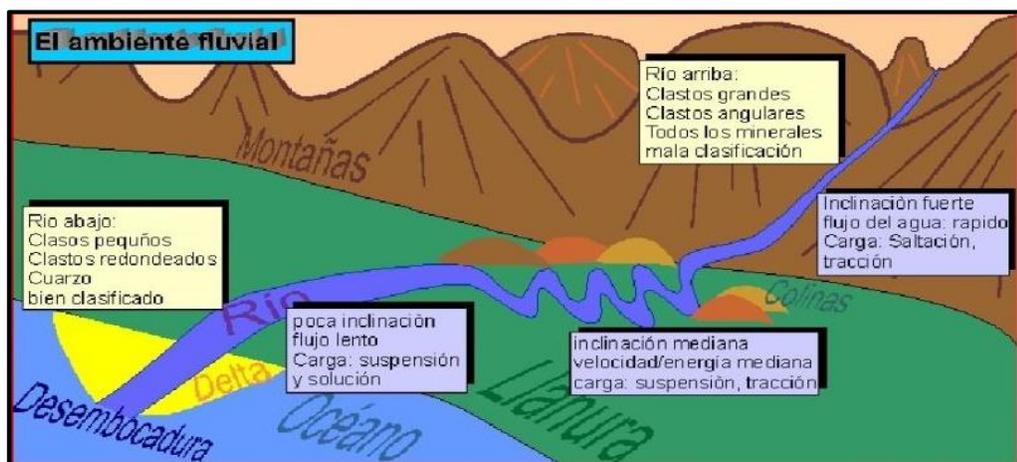


Figura 3.2 Ambiente fluvial donde se origina el transporte de los sedimentos y se deposita en zonas lejas de la roca madre (Macabril, M. y Serrano, A. 2010)

### 3.2.3 Escala de Udden-Wentworth

Refleja factores como la cantidad de transporte que han sufrido las partículas, las condiciones energéticas del medio a las que han sido expuestas, la distancia de la fuente de origen, etc. Por ejemplo, bloques de 3 m, no podrán estar a una distancia muy lejana de su fuente de origen. Por el contrario partículas tamaño arcilla, ya han sufrido bastante desgaste y estarán muy lejos de su fuente. La escala granulométrica de Wentworth ha sido utilizada clásicamente para diferenciar los tipos de sedimentos. Esta clasificación los divide en bloques, guijas, gujarros, gránulos, arenas, limos y arcillas. Términos como fino, medio y grueso son utilizados para subdividir las partículas mencionadas anteriormente, los términos de la escala de Wentworth sólo se refieren al tamaño de las partículas y no a la composición de estas. Es importante aclarar que una partícula tamaño arcilla no será un mineral de arcilla (Pettijohn, F. 1957) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Escala granulométrica de UddenWentworth (Pettijohn, F. 1957).

<i>Tamaño de Grano</i>		<i>Termino Descriptivo</i>	
<i>Phi</i>	<i>Milímetros</i>		
-1	2	<i>Muy Gruesa</i>	<i>Arena</i>
0	1	<i>Gruesa</i>	
	<i>Micrones</i>		
1	500	<i>Media</i>	
2	250	<i>Fina</i>	
3	125	<i>Muy Fina</i>	
4	63 <i>Micrones</i>	<i>Muy Grueso</i>	<i>Limo</i>
5	31	<i>Grueso</i>	
6	16	<i>Medio</i>	
7	8	<i>Fino</i>	
8	4	<i>Muy fino</i>	
9	2	<i>Arcilla</i>	<i>Arcilla</i>

### 3.2.4 Análisis Granulométrico

Los tamaños de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio obvio para la clasificación del mismo. El análisis granulométrico intenta determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de granos presentes en una masa de suelo. Para obtener un resultado significativo la muestra debe ser estadísticamente representativa, como no es físicamente posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente de suelo la práctica solamente agrupa los materiales por rangos de tamaños. Para lograr esto se obtiene la cantidad de materiales que pasa a través de un tamiz con una malla dada pero que es retenido en un siguiente tamiz cuya malla tiene diámetros ligeramente menores al anterior y se relaciona esta cantidad retenida con el total de la muestra pasada a través de los tamices (Bowles, J. 1981) (Figura 3.3).



Figura 3.3 Tamices para análisis granulométrico.

### 3.2.5 Análisis por tamizado

El análisis granulométrico por tamizado se realiza con el fin de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de granos presentes en una masa de suelo dada. Obviamente, para obtener un resultado significativo de la muestra, debe ser estadísticamente representativo de la masa de suelo y por ello es recomendable tomar un mínimo de 500 gramos de la muestra total tomada en el campo, como no es físicamente posible determinar el tamaño real de cada partícula individual el ensayo solo agrupa los materiales por rangos de tamaños. Para lograr esto se obtiene la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con una malla dada pero que es retenido en un siguiente tamiz cuya malla tiene diámetros ligeramente menores al anterior. De esta manera se relaciona esta cantidad retenida con el total de la muestra pasada a través de los tamices (Pettijohn, F. 1957).

Los tamices son mallas hechas de alambre forjado con aberturas rectangulares que varían desde 101,6 mm (4") en la serie más gruesa hasta el número 400 (0,038 mm) en la serie correspondiente a suelo fino. El tamiz N° 200 (0,075) es el tamiz más pequeño en la práctica. Todos los sistemas de clasificación utilizan este tamiz como un punto divisorio, ya que las clasificaciones se basan generalmente en términos de la cantidad retenida o la cantidad que pasa a través del mismo tamiz (Pettijohn, F. 1957).

La información obtenida en el análisis granulométrico, se presenta en forma de curva, para poder comparar suelos y visualizar fácilmente la distribución de los tamaños de los granos presentes. Los suelos típicos que contienen partículas que varían entre tamaños de 2,00 mm y 0,075 mm se consideran pequeñas, por lo cual sería necesario recurrir a una escala muy grande para poder dar el mismo peso y

precisión de la lectura de todas las medidas, es necesario recurrir a una representación logarítmica para los tamaños de partículas (Pettijohn, F. 1957) (Figura 3.4).



Figura 3.4 Baterias de tamices para análisis granulométrico de suelos.

### 3.2.6 Índice de redondez de los fragmentos clásticos

Se relaciona con la agudeza de las aristas y de los vértices de un fragmento clástico, independientemente de la forma. El índice expresa las características de la superficie o contorno de los fragmentos en posición de equilibrio estable proyectada sobre un plano de apoyo (Pettijohn, F. 1957).

Esta expresión es importante cuando se trabaja sólo con granos gruesos (gravas) puesto que a medida que éstos se empequeñecen hasta llegar a arenas la superficie de proyección puede ser muy diferente (Pettijohn, F. 1957).

El índice de redondez se puede medir por estimación visual, y varía asimismo desde 1 (en el caso de granos de superficie completamente lisa) hasta 0 (para los gránulos de superficie muy accidentada) (Pettijohn, F. 1957) (Figura 3.5).

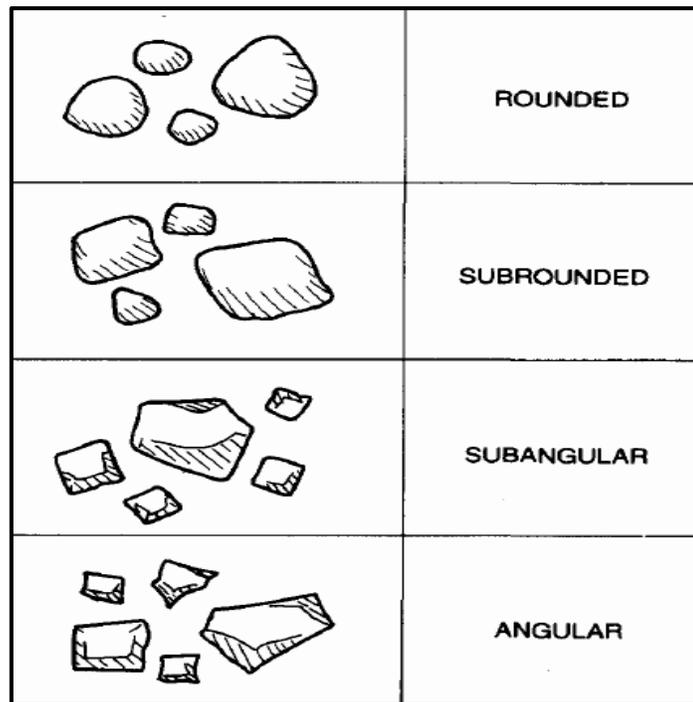


Figura 3.5 Índice de forma y de redondez (Krumein&Sloss 2017).

### 3.2.7 Determinación del grado de redondez de las partículas

Debido a la dificultad de distinguir las ligeras diferencias en la redondez de las partículas pequeñas se han propuesto cinco grados de redondez (Pettijohn, F.J 1.957).

Cada una de las clasificaciones existentes se diferencia cuando se necesita tener una discriminación más afinada y se requieren hacer análisis estadísticos más rigurosos con los resultados.

#### 3.2.7.1 Anguloso (0-0,1.5)

Las aristas y los vértices son agudos y muestran poca o ninguna prueba de desgaste. Los vértices secundarios son numerosos (entre 15-30) y agudos (Pettijohn, F. 1.957).

### **3.2.7.2 Sub-anguloso (0,15-0,25)**

Los fragmentos mantienen aún su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas, pero las aristas y los vértices han sido redondeados en cierto grado mostrando los efectos típicos de desgaste; los vértices secundarios son numerosos (entre 10-20), pero menos que en los angulosos (Pettijohn, F. 1957).

### **3.2.7.3 Sub-redondeado (0,25-0,40)**

Las aristas y los vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas bastante reducida, mostrando considerable desgaste pero manteniendo aún la forma primitiva del grano. Los vértices secundarios están muy redondeados y en números reducidos (Pettijohn, F. 1957).

### **3.2.7.4 Redondeado (0,40-0,60)**

Las caras originales se muestran completamente destruidas pero todavía pueden representar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido públicos hasta curvas suaves y amplias. Los vértices secundarios están muy suavizados y escasos (entre 0 y 5). Con una redondez de 0,6 todos los vértices secundarios desaparecen, y aún se reconoce la forma primitiva reducida (Pettijohn, F. 1957).

### **3.2.7.5 Bien o muy redondeado (0,60- 1,00)**

La superficie consta totalmente de curvas amplias, sin caras originales con aristas y vértices; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano (Pettijohn, F. 1957).

### **3.2.7.6 Transporte de sedimentos**

La lluvia cuando cae sobre el suelo ejerce una fuerza sobre las partículas de este capaz de removerlas de sus posiciones hacia otros lugares, en general, a niveles más

bajos. Esa acción erosiva de lluvias lleva anualmente millones de toneladas de suelos a los ríos de todo el mundo; por otro lado, las corrientes también ejercen una acción erosivas en sus canales. Partículas del lecho arrancadas en este pasan a ser transportadas en suspensión en la corriente por la acción de las componentes verticales en regímenes turbulenta. La acción de gravedad hace que la mayor concentración de partículas este junto al fondo. Así, es común distinguir dos tipos de transporte de sedimentos, uno en suspensión y otro junto al fondo. No existe un límite bien definido entre eso dos tipos de transporte de sedimentos (Martínez, Ferla y Pérez, Eneida, 2007).

Las características que definen los procesos de suspensión, transporte y posterior deposición de sedimentos, depende no solo de las propiedades del mismo, sino también de la velocidad de la corriente, de la inclinación de la pendiente. Estas propiedades pueden caracterizar al sedimento como un conjunto a las partículas que lo forman individualmente. Las propiedades más importantes de una partícula de sedimentos son; tamaño, forma de las partículas de sedimentos, peso específico y velocidad terminal uniforme de las partículas (Martínez, F. y Pérez, E. 2007) (Figura 3.6).

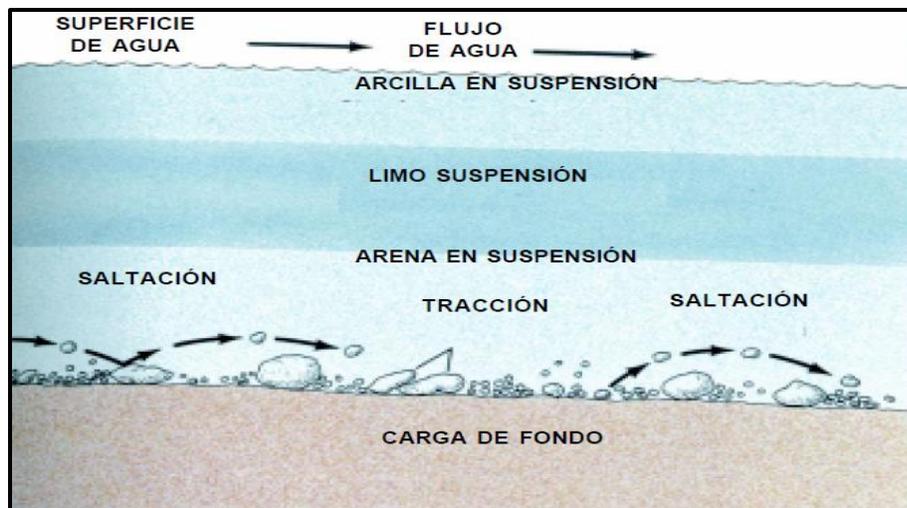


Figura 3.6 Formas de transporte de sedimento en una corriente de agua (INGEOMINAS, 2001)

### **3.2.8 Unidades litoestratigráficas**

Una unidad litoestratigráfica son cuerpos constituidos por rocas sedimentarias, ígneas extrusivas, metasedimentaria o metavolcanicas, el cual es distinguido y delimitado con base en las características litológicas y posición estratigráficas (Gonzales, D. y Hernández, C. 2003).

#### **3.2.8.1 Tipos de unidades litoestratigráficas**

1.Grupo: conjunto de dos o más formaciones contiguas o asociaciones que tienen en común propiedades litológicas significativas.

2.Formación: unidad formal primaria de la unidad litoestratigráfica. Las formaciones son unidades litoestratigráficas que forman con las que la litología de una sucesión debe quedar completamente subdivididas.

3.Miembro: unidad litoestratigráfica formal de menos rango que la formación.

### **3.2.9 Intemperismo**

Se define como los cambios que tienen lugar en los minerales y rocas cerca de la superficie de la tierra por efectos de la atmósfera, del agua, de las plantas y de la vida animal. Existen dos tipos de intemperismo: el mecánico y el químico (Gonzales, D. y Hernández, C. 2003).

### **3.2.10 Transporte de sedimentos**

La lluvia cuando cae sobre el suelo ejerce una fuerza sobre las partículas de este capaz de removerlas de sus posiciones hacia otros lugares, en general, a niveles más bajos. Esa acción erosiva de lluvias lleva anualmente millones de toneladas de suelos

a los ríos de todo el mundo; por otro lado, las corrientes también ejercen una acción erosivas en sus canales. Partículas del lecho arrancadas en este pasan a ser transportadas en suspensión en la corriente por la acción de las componentes verticales en regímenes turbulento (Martínez, F. y Pérez, E. 2007).

La acción de gravedad hace que la mayor concentración de partículas este junto al fondo. Así, es común distinguir dos tipos de transporte de sedimentos, uno en suspensión y otro junto al fondo. No existe un límite bien definido entre eso dos tipos de transporte de sedimentos (Martínez, F. y Pérez, E. 2007).

Las características que definen los procesos de suspensión, transporte y posterior deposición de sedimentos, depende no solo de las propiedades del mismo, sino también de la velocidad de la corriente, de la inclinación de la pendiente (Martínez, F. y Pérez, E. 2007).

Estas propiedades pueden caracterizar al sedimento como un conjunto a las partículas que lo forman individualmente. Las propiedades más importantes de una partícula de sedimentos son; tamaño, forma de las partículas de sedimentos, peso específico y velocidad terminal uniforme de las partículas (Martínez, F. y Pérez, E. 2007).

### **3.2.11 Estudio geológico**

Los estudios geológicos deben proporcionar al proyectista, en cada una de las fases del proyecto, información suficiente sobre las características geológicas del terreno afectado por la carretera, distinguiendo entre el terreno como cimiento de la vía y sus estructuras y el terreno como material a emplear en la construcción de la carretera, así como información sobre las condiciones hidrológicas y de drenaje. (Kalliokoski, J. 1965).

Estos estudios tienen una gran importancia en la fase de proyecto ya que reducen la incertidumbre que siempre existe en la construcción. Los estudios geológicos (y geotécnicos) son la base de un buen proyecto y evitan problemas posteriores durante la ejecución. (Kalliokoski, J. 1965).

### **3.2.12 Geomorfología**

La geomorfología es la rama tanto de la geología como de la geografía, que estudia las formas de la superficie terrestre, para comprender su origen, transformaciones y comportamiento actual. Para ello, acude a menudo a otras ciencias en busca de herramientas y conocimientos. Su objetivo es construir modelos geomorfológicos que detallen, a lo largo del tiempo, los procesos destructivos y constructivos que arrojaron como resultado el paisaje terrestre observable.

Los intereses de la geomorfología en geología es estudiar los procesos dinámicos de la Tierra, como las placas tectónicas, el vulcanismo, la orogénesis entre otros. (Álvarez, J. 2010).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación se clasificó como descriptiva.

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho o fenómeno, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (Arias, F. 2012).

De acuerdo con el autor, esta investigación es de tipo descriptiva, pues consistió en caracterizar desde el punto de vista geológico el Cerro Castillito ubicado en el Sector Castillito, Municipio Independencia del Estado Anzoátegui, tal y como se encuentra en su ambiente natural, con el propósito de verificar las condiciones en el cual se encuentra, además de obtener información importante sobre su calidad para beneficios económicos.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación se catalogó como de campo y documental.

##### **4.2.1 Diseños de campo**

De acuerdo con la manera de enfocar el problema, las estrategias o métodos aplicados en el mismo para la consecución de los objetivos, se puede afirmar que el diseño de la investigación es de campo debido a que se desarrolla a partir de la adquisición directa de datos reales en campo tal como lo expresa Arias, F. 2012 que define: La investigación de campo es 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 variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.

#### **4.2.2 Diseño documental**

Según Arias, F. 2012 define: la investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

Los datos necesarios para llevar a cabo la investigación, fueron tomados de la realidad: muestras exploratoria, levantamiento geológico y topográfico detallado del afloramiento, que justamente forma parte de los objetivos de este trabajo de investigación, tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlo.

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

La población o universo por estudiar, se considera como el espacio de donde se extraerá las muestras que se va a utilizar en la investigación: en este sentido, Balestrini, M. (2006), expresa que: “Una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación”.

Para el estudio en consideración, la población o universo está representada por un área de 63 has + 3355m<sup>2</sup>; área ubicada en el Sector Castillito, sector Carapa, municipio Independencia del estado Anzoátegui.

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

Según Balestrini, M. (2006) define que la muestra puede ser como “un sub-grupo o sub-conjunto de elementos de la población”.

En nuestro estudio se tomaron 5 muestras de sedimentos provenientes del Cerro Castillito; en este caso, estarán representados por muestras alteradas representativas y se realizaron los ensayos correspondientes para sus caracterizaciones.

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

La recolección de datos se realizó mediante diversas técnicas tales como: la consulta o revisión bibliográfica (Suministra información de distintas fuentes referente al tema; entre estos tenemos: Libros, trabajos de grado, publicaciones en internet, leyes, reglamentos, y normativas referentes al mismo), Observación directa (permitió observar e identificar de forma física la situación actual del problema) y Asesorías académicas (a través de asesorías brindadas por el tutor académico), y se podrá evaluar dicha información por los ensayos a realizar para rectificar los aportes proporcionados de acuerdo a los medios de investigación.

Los datos en campo se recolectaron a través de la técnica de muestreo, además de las observaciones, mediciones y descripciones in situ de los eventos o factores geológicos presentes.

### **4.5.1 Técnica de recolección de datos**

La técnica utilizada en la investigación, para la recolección de los datos en campo, se hizo a través de toma de muestra del afloramiento y además de las observaciones, mediciones y descripciones in situ de las muestra para sus análisis en laboratorio y así alcanzar los objetivos trazados.

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

Los instrumentos utilizados fueron: GPS, brújula, cinta métrica, libreta de campo, cámara fotográfica, machete y bolsas para las muestras.

## **4.6 Fases de la metodología**

Para llevar a cabo el análisis desde el punto de vista geomorfológico y sedimentario del Cerro Castillito, se trazaron algunas fases de trabajo representadas en la figura 4.1. Donde estas fases están representada por:

- a) Revisión bibliográfica
- b) Etapa de campo
- c) etapa de oficina
- d) redacción del informe final

Cada una de estas etapas se desglosa en sub-etapas, las cuales se aplicaron para realizar este trabajo de investigación donde cada una se cumplió en tu totalidad.

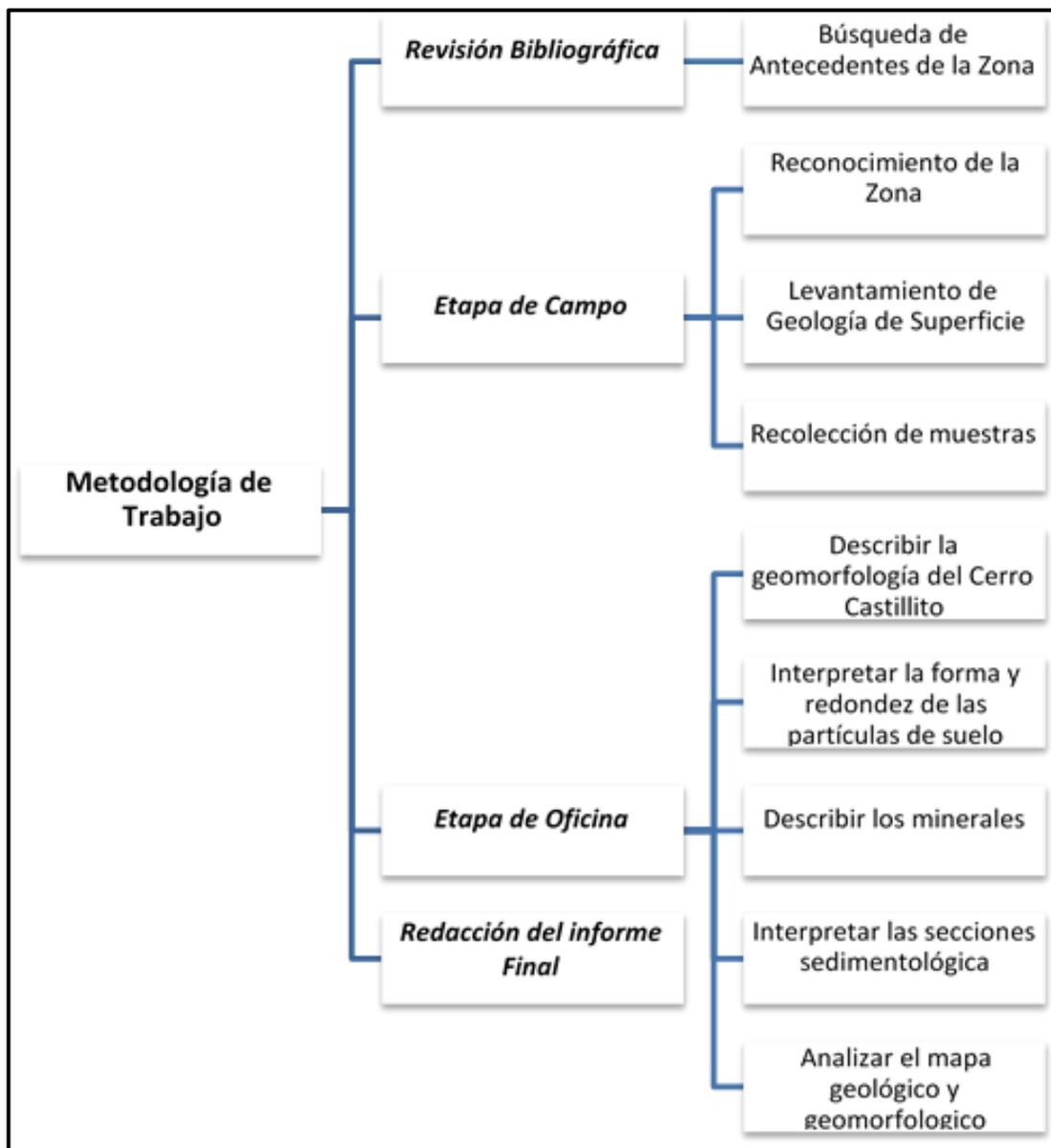


Figura 4.1 Diagrama de flujo de la metodología de trabajo

#### **4.6.1 Etapa 1 Búsqueda de Antecedentes de la Zona**

En esta forma se minimizará la recolección de datos innecesarios y se maximizará la calidad de los datos obtenidos. Esta primera etapa del trabajo es muy importante porque permitió afianzar los conocimientos referentes a la geología del área de estudio

##### **4.6.1.1 Revisión bibliográfica**

La recopilación de información y el muestreo se deben de planear para, que al principio del trabajo, se generen datos que permitan desarrollar una comprensión general del sitio, y así poder dirigir los esfuerzos subsiguientes para obtener sólo los datos que sirvan para llenar las lagunas remanentes de información.

#### **4.6.2 Etapa 2: de campo**

##### **4.6.2.1 Reconocimiento de la Zona**

Esta etapa se desarrolló directamente en las inmediaciones del Cerro Castillito. Durante la misma se realizó el levantamiento topográfico del área, levantamiento de una columna litoestratigráfica, descripción de las unidades geológicas del lugar y la toma de muestras de suelos mediante una trinchera exploratoria, para luego evaluar mediante ensayos de laboratorio sus características físicas y químicas (Figura 4.2).



Figura 4.2 Paisaje de peniplanicie observado durante el reconocimiento de la zona de estudio.

#### 4.6.2.2 Levantamiento geológico de superficie

Para el levantamiento de la columna litoestratigráfica se procedió a medir con la ayuda de un metro, los espesores de cada estrato presente, obteniendo los siguientes espesores: capa horizontal de arena arcillosa de cinco (5) metros de espesor, de color rojiza clara a marrón, capa horizontal de costra ferruginosa de un (1) metro de espesor y capa horizontal de arcilla de dos (2) metros de espesor de tonalidad blanco a tendencia rojiza.

Tabla 4.1 descripción litológica del área de estudio

Capa	Espesor (m)	Descripción:
Arena arcillosa	5m	color rojiza clara a marrón
Costra ferruginosa	1 m	color marrón muy densa
Arcilla	2m	color blanco a tendencia rojiza

Luego la información obtenida se anotó en la libreta de campo para ser procesada.

En la figura 4.3, se observa la diferencia entre el contacto de la arena de color rojiza clara a marrón en la parte superior, y arcilla de tonalidad blanquecina en la parte inferior. Estos fueron los estratos identificados a lo largo de todo el cerro para la elaboración de la columna litoestratigráfica.



Figura 4.3 Levantamiento litoestratigráfico de la columna del Cerro Castillito.

#### 4.6.2.3 Recolección de Muestras

Una vez realizado el reconocimiento del Cerro Castillito se procedió a la selección de los sitios para la apertura de la trinchera y recolección de las muestras. Se recolectaron cinco (05) muestras de (un) 01 metros de profundidad aproximando en toda el área de estudio con una separación entre calicatas de 20 metros de distancia

La recolección de las muestras se realizó en la parte central del cerro y en los bordes donde se evidencia cambios sedimentológicos, describiendo en cada una de ellas (granulometría, color y espesor). Las muestras fueron depositadas en bolsas de polietileno previamente rotuladas.

Las muestras fueron tomadas mediante la apertura de hoyos con profundidades de 60 – 80 cm. En la recolección se utilizó el método del cuarteo o reducción como técnica de muestreo. El cuarteo consiste en su reducción por selección de porciones. La muestra recogida en el campo, en general, es más voluminosa de lo necesario para el análisis. Se precisa por consiguiente, reducir esta cantidad, cuidando que la fracción separada para el análisis (más o menos 500 grs.) que represente lo más exactamente posible la composición media de la muestra original del campo.



Figura 4.4 Toma de muestra en la zona de estudio

### 4.6.3 Etapa 3 de oficina

#### 4.6.3.1 Describir la geomorfología del Cerro Castillito

Se realizaron observaciones directas en campo del relieve y topográfico del cerro, así como también del área circundante, identificando los diferentes tipos de paisajes geomorfológicos de la zona.



Figura 4.5 Domo sedimentarios en el área de estudio donde se observa la resistencia de la erosión de las cuarcitas ferruginosa formando penillanura

#### **4.6.3.2 Interpretar la forma y redondez de las partículas de suelo presentes**

Se utilizó la técnica del conteo para este análisis:

Conteo: Para esta observación, después de haber mezclado bien la muestra, se usó el material retenido en el tamiz 35, se examina bajo la lupa bifocal, teniendo en papel las columnas correspondientes a cada tipo. Cada partícula examinada se nota en su casilla correspondiente. Se repite con distintas porciones de la muestra hasta tener una buena cantidad de granos observados (300 a 500). Se calcula el porcentaje de cada tipo para proceder a la realización del histograma correspondiente. Se dispone de una platina corredera, la operación se facilita haciendo pasar cada grano de la línea elegida por el centro del retículo para su observación.

Se elaboran de la misma forma que los histogramas de tamaño, esto es, tomando sobre uno de los ejes de coordenadas el porcentaje y sobre el otro las cuatro divisiones: redondo, sub-redondo, sub-angulares y angulares

#### **4.6.3.3 Describir los materiales presentes en zona de estudio**

Este análisis se le realizó a la malla #70, ya que presentaba el mayor porcentaje de material retenido. Para alcanzar los objetivos propuestos en la presente investigación, se aplicó el análisis mineralógico tradicional bajo la lupa binocular. La aplicación de esta técnica ofrece datos que al ser procesados e interpretados correctamente profundizan en el conocimiento relacionados con las fuentes primarias de las mineralizaciones existentes en los sedimentos del suelo.

Las muestras fueron colocadas en un porta muestra de cristal y observadas bajo la lupa binocular Marca GS Visión de procedencia japonesa. Se identificaron todas

las fases minerales prestándole especial atención al cuarzo, ilmenita, limonita, mica, circón, entre otros.

Todos los patrones mineralógicos anteriores se emplearon en la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar (UDO), atlas determinativos, diferentes manuales y tratados de mineralogía (Pettijohn, 1976).

#### **4.6.3.4 Interpretar las secciones sedimentológicas de la zona de estudio**

La columna litoestratigráfica se dibujo de acuerdo a cada tramo usando el Software AutoCad 2013, Este formato consta del título de la columna litoestratigráfica, patrón de apilamiento y las litologías presentes ordenadas de acuerdo a una escala granulométrica (de menor a mayor), estructuras sedimentarias, el espesor en metros, y las observaciones presentes (color de roca fresca, color de roca meteorizada y minerales presentes). En total realizaron dos (02) columnas, una por cada sección.

#### **4.6.3.5 Analizar el mapa geológico y geomorfológico de la zona de estudio**

Para la realización del mapa geológico se identificaron con los colores que representan a las formaciones presentes (amarillo para la Formación Mesa y beige de los sedimentos recientes) de las unidades geológicas presente en el área de estudio. Del mapa geomorfológico se realizó a través de imagen satelital LandSat.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **5.1 Reconocer la geología de superficie del Cerro Castillito a través de exploración directa de campo**

En el sector el Castillito donde predomina la planicie aluvial, se caracteriza por la presencia de secciones de arenas de color rojiza a amarillenta, de grano medio a fino, con abundantes partículas finas (limo, arcilla) y fragmentos de cuarzo 2 a 4 mm de diámetro.

Esta secuencia estratigráfica arenosa, se presenta intercalada en los niveles superiores, por delgadas capas de fragmentos de guijarros alargados, la cual indican un proceso de sedimentación dirección preferencial SW – NE (Figura 5.1).



Figura 5.1 Vista de la geomorfología del área de estudio

En la base de la secuencia arenosa rojiza a amarillenta se observa una capa de arena blanquecina a rojiza, de grano medio a grueso, de estratificación laminar y cruzada, con alto porcentaje de partículas finas (limo, arcilla).

Posteriormente, aparece a niveles estratigráficos más profundo, una zona de arcilla limosa moteada, que infrayace a la capa de arena blanquecina a rojiza, la cual marca la transición, de una misma secuencia de arcillas de textura abigarrada (multicolor) compacta, plástica y menos oxidada.

Esta litologías están relacionadas con la Formación Mesa de ambiente fluvio-deltaica progradacional, los cuales predominan grandes zonas potenciales de sedimentos representativas que consiste en arenas de grano grueso de coloraciones blanco-amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada, gravas ferruginosas; conglomerados de diferentes granulometría, infrayace lentes de limos y arcillas moteada de consistencia densas.



Figura 5.2 Depósito de sedimentos potenciales de carácter coluvial en el área de estudio

## 5.2 Levantar secciones sedimentológicas de la zona de estudio, para sus mediciones de espesores y descripción macroscópica de los sedimentos presentes en el área de estudio

Para determinar los espesores de las litologías identificada en el cerro Castillito, se realizaron cinco (05) hoyos exploratorios somero a través de excavación de calicatas hasta dos (02) metros de profundidad, con el fin de delimitar dentro de la poligonal del área de estudio los depósitos de sedimentos coluvional y laterítica que se describe a continuación:



Figura 5.3 Calicata exploratoria donde se observa horizontes lateríticos areno-arcillosos de color rojizo-amarillento

En la parte alta del cerro, se localiza contras ferruginosa de espesor cinco (05) centímetros originada a partir de la precipitación química de minerales ricos en óxidos de hierro por debajo de esta se localiza arena fina de color rojizo-amarillento de grano media a fino de consistencia media de espesor aproximado de un (01) metros.

En la parte media, se posiciona capa horizontal de aproximadamente metro y medio (1,5) metros de espesor, constituida por arena arcillosa de color rojiza de grano

medio, con estratificación laminar y cruzada que se depositaron en un ambiente de baja a alta energía.

A mayor profundidades de dos punto cinco (2,5) metros se localizan sedimentos lateríticos caolinitizados de color blanco, que forma parte de un depósito de caolín de origen residual, producto de la descomposición y lixiviación de roca plutónica (Figura 5.4).

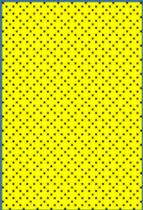
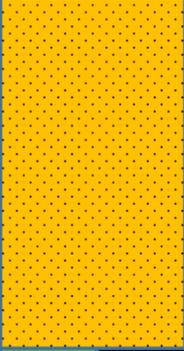
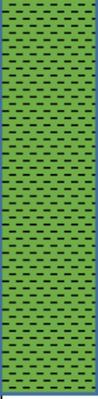
Descripción	Litología	Espesor (m)	Observaciones
Grava fin a media		0,00 - 0,5	Poco vegetación
Arenal de grano fino a fin de variables colores y consistencia media el cual presenta una estratificación laminar		0,5 - 1,00	Arena fina suelta considerada "arena de mina"
Material de arena de granulometria media arcillosa de color rojizo con presencia de estratificacion cruzada		1, 00 - 1,50	Arena media se sigue considerando "arena de mina" contaminada de limo y arcilla
Limo arcilloso de consitencia dura de color grisaceo con traza de oxido de hierro		1,50 - 2,50	Se considera Caolin limoso

Figura 5.4 Perfil litológico del Cerro Castillito

### **5.3 Interpretar la geomorfología del Cerro Castillito a través de imágenes satelitales RASTER**

En el Cerro Castillito se interpretaron cuatro (04) unidades geomorfológicas las cuales se describe a continuación:

#### **5.3.1 Valles aluvionales**

Valles formada por deposición de materiales aluviales erosionados en zonas de cota superior. Este valle aluvial es inundado en ciertas estaciones del año. Es la parte orográfica de fondo plano que contiene un cauce intermitente, El transporte de sedimentos es corto, los clastos representan la litología del sector. Predominan movimientos gravitacionales

#### **5.3.2 Planicies**

Planicies se localizan sin ondulaciones y en la parte baja de la meseta, muchas veces se encuentran delimitadas por erosiones donde se forma los valles aluvionales, erosión provocada por el viento y los fluidos que se desprenden de diversas prominencias, en esta zona se depositan gran cantidad de sedimentos (arenas y gravas) aprovechable al sector de construcción.

#### **5.3.3 Colinas**

Relieves de perfil convexo el cual esta rebajados debido a la actividad de los procesos erosivos que los han afectado. Estas características físico ambientales determinan cambios en el porcentaje de cobertura, encontrando que hacia las colinas

con abundantes nódulos de hierro y pisolitas con un porcentaje de cobertura que varía entre 20% y 30%.

### 5.3.4 Lomerío

Lomeríos bajos de topografía ondulada, muy quebrada y pendientes de 8% - 16%; igualmente, está relacionada con paisajes similares, y finalmente domina a paisajes de peniplanicie, bajas a medias, suavemente onduladas, con 4 - 8% y 8 - 16% de pendientes, respectivamente.

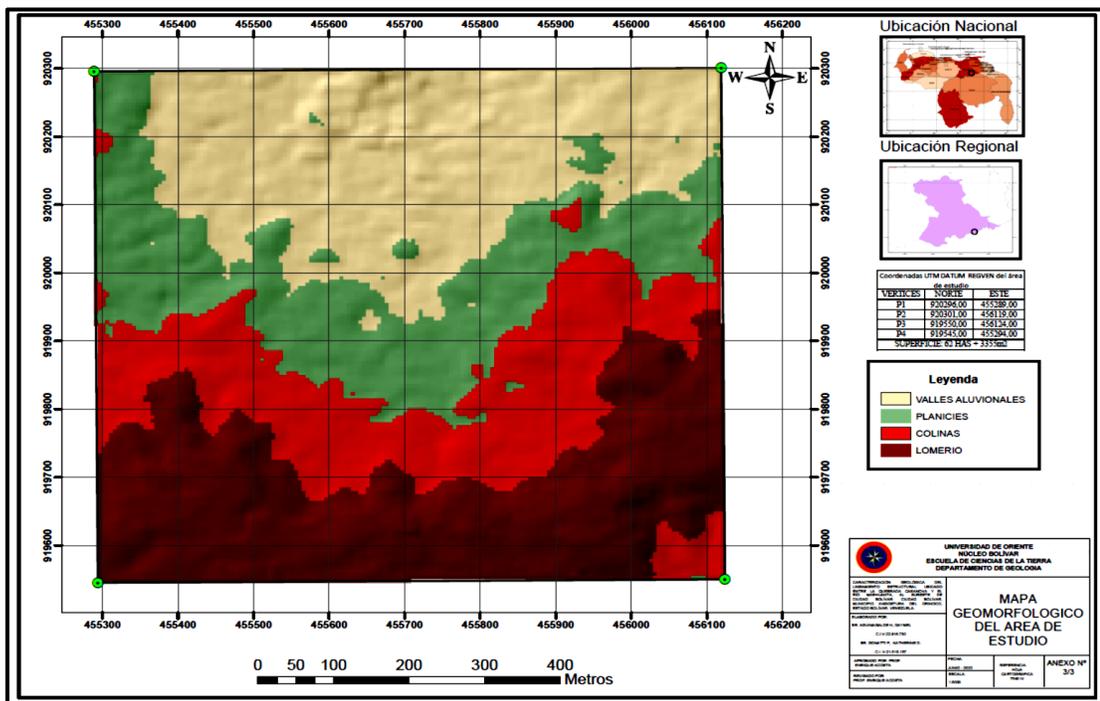


Figura 5.5 Mapa geomorfológico del Cerro Castillito

### 5.3.5 Análisis del grado de transporte de los sedimentos a partir de la descripción de la forma o redondez de las partículas del Cerro el Castillito

El análisis morfoscóptico permitió determinar el grado de desgaste de las partículas minerales de las dieciséis (16) muestras, de las malla 35; 70 y 100. En este caso fue tomado el producto de la malla 70, ya que representa más del 39 % del total de todas las muestras.

La Figura 5.6 muestra los resultados obtenidos de este análisis de la muestra M1, el resto de los análisis se localiza en apéndices A

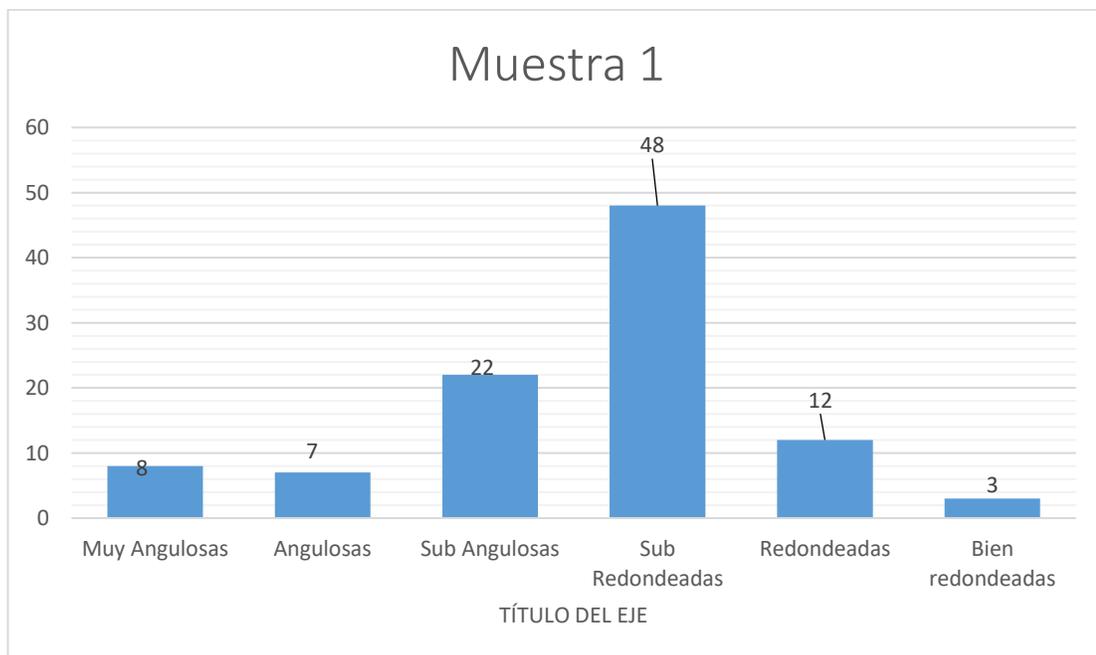


Figura 5.6 Análisis morfoscóptico de la muestra del área de estudio

Después de haber obtenido las gráficas de las muestras, se puede determinar que el 48% del material es Sub-redondeada y el 24% es Sub-angulosa, por lo que se puede evidenciar que el comportamiento de los sedimentos, de acuerdo a su grado de redondez, proviene de una fuente de origen medianamente cercana.

En el área de estudio como se dijo anteriormente, se realizaron cincos (05) sondeos exploratorios a través de excavaciones de calicatas, de los cuales se eligieron 3 sondeos del universo total para analizar las características físicas, aplicando la técnica de análisis granulométrico.

A continuación se muestra la Figura 5.7 correspondiente a los resultados de los análisis granulométricos de la muestra 01, del resto de los análisis localiza en el apéndice B.

Figura 5.7 Resultados análisis granulométrico muestra 01

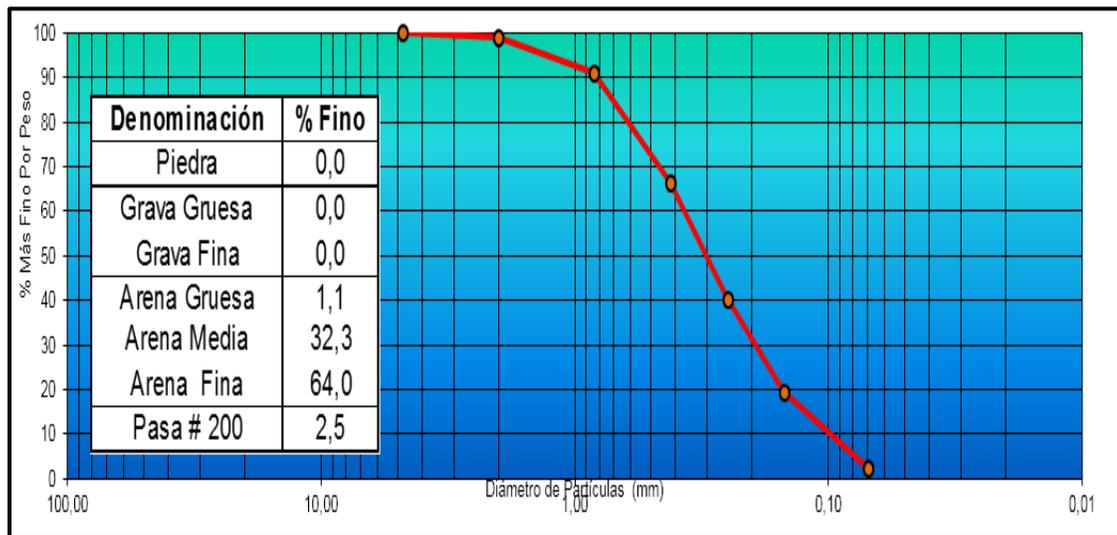


Tabla 5.1 Curva granulométrica muestra 01.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de suelo retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
10	2	1,6	1,13	1,13	98,87
18	1	11,2	7,88	9,01	90,99
35	0,5	34,7	24,42	33,43	66,57
50	0,3	37,5	26,39	59,82	40,18
100	0,15	29,7	20,90	80,72	19,28
200	0,075	23,8	16,75	97,47	2,53
210	0,063	3,6	2,53	100	0
		142,1			

De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el material perteneciente a la muestra uno (01), se determinó que el tamaño de las partículas más predominante es arena fina (64,0%) a media (32,30%) y se clasifica por (S.U.C.S.) como arena SP, arenas mal gradada con presencia de material grueso (10,60%) de color pardo claro de consistencia suelta.

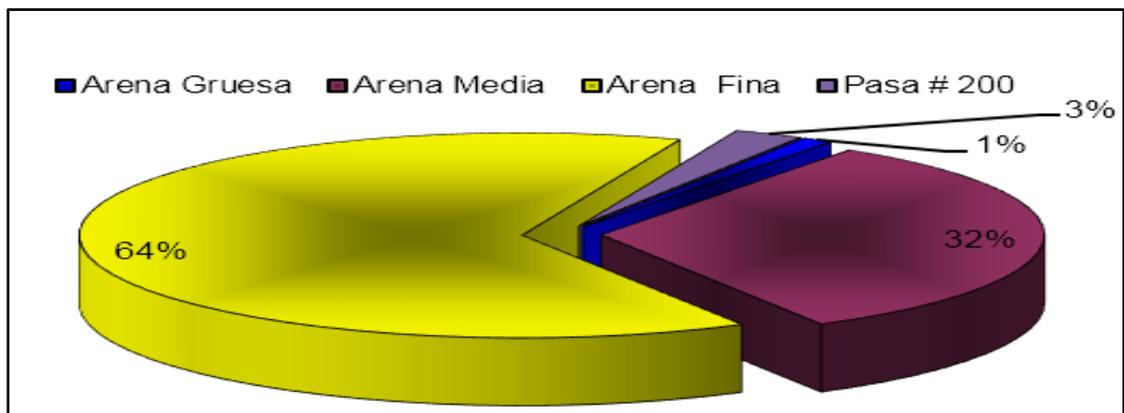


Figura 5.8 Distribución porcentual de las partículas de arena según su tamaño

### 5.3.6 Elaborar mapa topográfico y geológico del Cerro Castillito, para la actualización de cartografía local del municipio Independencia

Para la elaboración del mapa topográfico se consideró el área en estudio que consta de una extensión superficial de 63 Has + 3355 m<sup>2</sup> delimitada por una poligonal de figura regula de cuatro (04) vértices, la topografía del área corresponde a una zona escarpada con pendiente de 70% de cota máxima 90 y mínima 64 metros m.s.n.m, donde predominan zonas de relieve bajo, las cuales están irrumpidas por elevaciones de mayor relieve representadas por la loma sedimentaria estudiado.

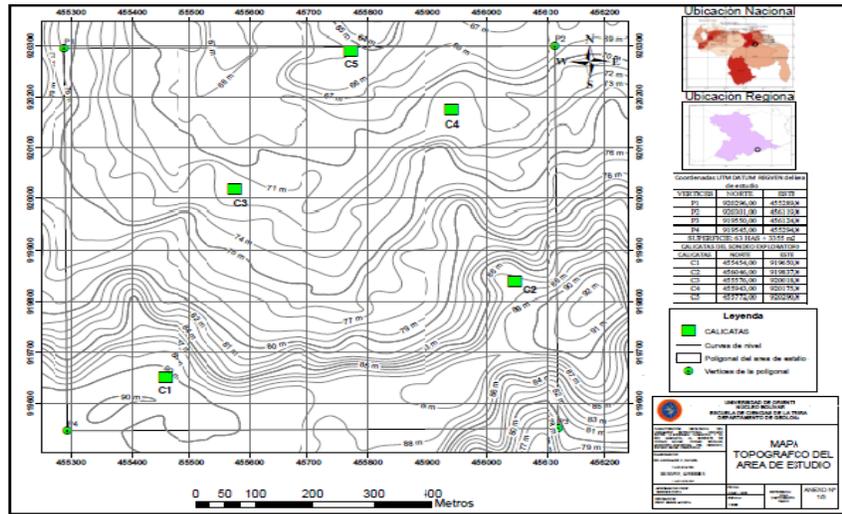


Figura 5.9 Mapa topográfico del área de estudio

En esta área de estudio se interpretaron dos unidades geológicas representativas, las Formación Mesa, de edad Pleistoceno, constituidas por arenas, arcillas y gravas en menor proporción, provenientes de la disgregación de roca meteorizada y sedimentos provenientes de la erosión del Complejo Geológico de Imataca, y los Sedimentos del Reciente de edad Holoceno, constituidos por arenas, y gravas de diferente granulometría transportada por afluente, en la figura 5.9 se muestra el mapa geológico interpretado del Cerro Castillito

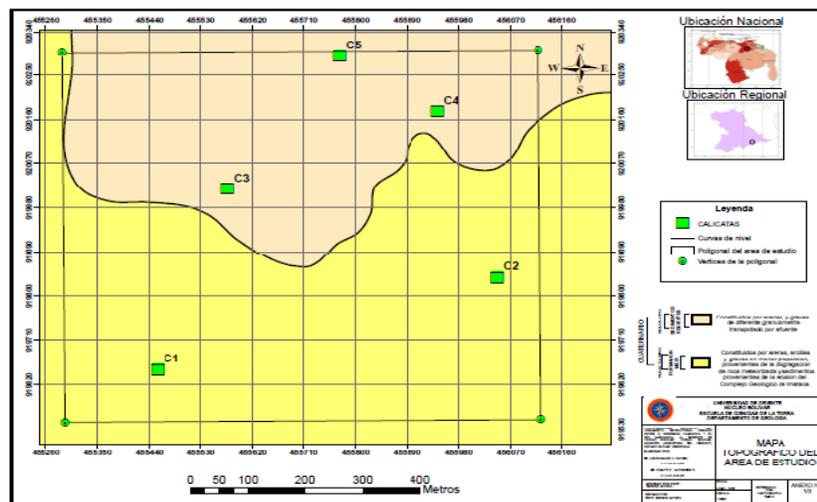


Figura 5.10 Mapa geológico del área de estudio

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusión

1. En la zona de estudio se determinaron cuatro (04) unidades geomorfológicas comprendida en Valles aluvionales en la zona más baja del área y donde se deposita gran cantidad de sedimentos no consolidados proveniente de las otras unidades geomorfológicas producto de erosión y agua torrenciales intermitente, a cota superiores se forma las planicies muy poco undulada con gravas y arenas gruesas a finas con un avance de erosión por valles aluvionales y delimitada por colinas de pendiente moderada con una altura no mayor de 15 metros, estas colina está controlada y delimitada por erosión de un estado joven a estado madurez y por encima lomerío presentado una resistencia a la erosión por costras ferruginosas.
2. De la interpretación de la formar y redondez de las partículas se determinó que el 48% del material es Sub-Redondeada y el 24% es Sub-Angulosa, por lo que se puede evidenciar que el comportamiento de los sedimentos, de acuerdo a su grado de redondez, proviene de una fuente de origen medianamente cercana.
3. En otro sentido, el análisis granulométrico de las muestras que se clasificaron por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), como arena SP, arenas mal gradada con presencia de material grueso (10,60%) de color pardo claro de consistencia suelta.
4. De la interpretación de la secciones sedimentológica realizada en campo se describió horizontes lateríticos areno-arcillosos de color rojizo-amarillento, ricos en Hierro (Fe), se observaron costras ferruginosas y presencia de pisolitas

cercanas a las faldas del Cerro Castillito. Seguido de este horizonte laterítico, se encuentra un espesor saprolítico caolinizado de color blanco, que forma parte de un depósito de caolín de origen residual, producto de la descomposición y lixiviación de la roca gnéisica. En campo se pudo evidenciar el proceso de caolinización y blanqueo de la roca, mediante la observación de trazas de caolín en la superficie, así como también, los niveles de alteración del feldespato con la presencia de caolinita en los horizontes lateríticos.

5. De los mapas topográfico y geológicos correspondiente a una zona escarpada con pendiente de 70% de cota máxima 90 y mínima 64 metros m.s.n.m y dos unidades geológica predominante en la zona, Formación Mesa y Sedimentos del Reciente.

### **Recomendaciones**

1. Realizar un estudio geológico más amplio y detallado extendiéndose hacia el noroeste del Cerro Castillito, en la zona sabana, para confirmar la extensión de los depósitos de caolín.
2. Programar un plan perforaciones mediante un mallado cerrado que abarque la zona evaluada y la zona de planicie del sector noreste del Cerro Castillito. Para este programa de evaluación geológica se debe utilizar un equipo de roto percusión con punta de diamante, para conocer los verdaderos espesores de los depósitos localizados.
3. Realizar análisis químicos de las muestras en diferentes laboratorios para confirmar la confiabilidad de los resultados obtenidos.
4. Realizar análisis para determinar otras características fisicoquímicas que condicionan su calidad y uso, como brillo, viscosidad, granulometría y finura, plasticidad, absorción, cono pirométrico equivalente, entre otras.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2012) *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, INTRODUCCIÓN CIENTÍFICA*. Caracas: Editorial Episteme. pp. 24; 25; 27.

Balestrini, M. (2006) *CÓMO SE ELABORA UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. BL consultores asociados. Servicio Editorial. Caracas, Venezuela.

Bowles, J. (1981) *MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS DE INGENIERÍA CIVIL*. Segunda Edición. Editorial Mc Graw-Hill Latinoamérica S.A. Bogotá, Colombia, pp. 11-59, 69-96, 175-183.

C.V.G TECMIN C.A. (2002) *INFORME DE AVANCE DE LA HOJA DE RADAR NB-20-2, TOMO II: CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN*. Ciudad Bolívar – Venezuela. pp. 634 -637,643 - 647,684 - 685, 902 - 905, 919, 942 - 943.

Chase, Richard L. (1965). *EL COMPLEJO IMATACA, LA ANFIBOLITA DE PANAMÁ Y TRONDJEMITA DE GURI*. Bol. De Geología, Vol. VII, N°13, Caracas, PP. 178-20.

García, José. 2017 *ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO REALIZADO EN LA ISLA OROCOPICHE*. Tesis de grado. Escuela de Ciencias de la Tierra. U.D.O. Bolívar. P. 26.

González de Juana, C. (1980) *-GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS*. Iturralde de Arozena, J.M y PicardCadilla. T Caracas, Venezuela.

Hernández, Fernández. y Batista. (2003) **METODOLOGIA 02**. BLOGSPOT. COM/P/OPERALIZACION-DE-VARIABLES.HTM 11/11/2016.

Kalliokoski, J. (1965) **GEOLOGY OF NORTH-CENTRAL GUAYANA SHIELD, VENEZUELA**. En: Geol. Soc. Of América. Bull., Vol. 76, Núm. 9, pp. 1.027-1.050.

Léxico estratigráfico de Venezuela (PDVSA). **COMISIÓN VENEZOLANA DE ESTRATIGRAFIA Y TERMINOLOGIA**. Caracas. Editorial Sucre. 1970. pps.756 Boletín Geológico Publicación N°4

Macabril, M. y Serrano, A. (2010). **ESTUDIO SEDIMENTOLÓGICO COMPARATIVO ENTRE EL PROCESO ACTIVO DEL RÍO ORINOCO Y LA BARRA OROCOPICHE**. Trabajo de grado. Escuela de Ciencias de la Tierra. Bolívar. pp. 60-85

Martínez, F. y Pérez, E. (2007). **CURSO DE SEDIMENTOLOGÍA**. 07 de Abril de 2017. Universidad de Uruguay. [[http://cuencas.fcien.edu.uy/Transporte de sedimentos](http://cuencas.fcien.edu.uy/Transporte%20de%20sedimentos)].

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**. Patrocinado por Hecla, pp. 22, 39; 42, 46-48.

Pettijohn, F. (1957). **SEDIMENTARY ROCKS**. Tercera Edición Harper&Row, New York.

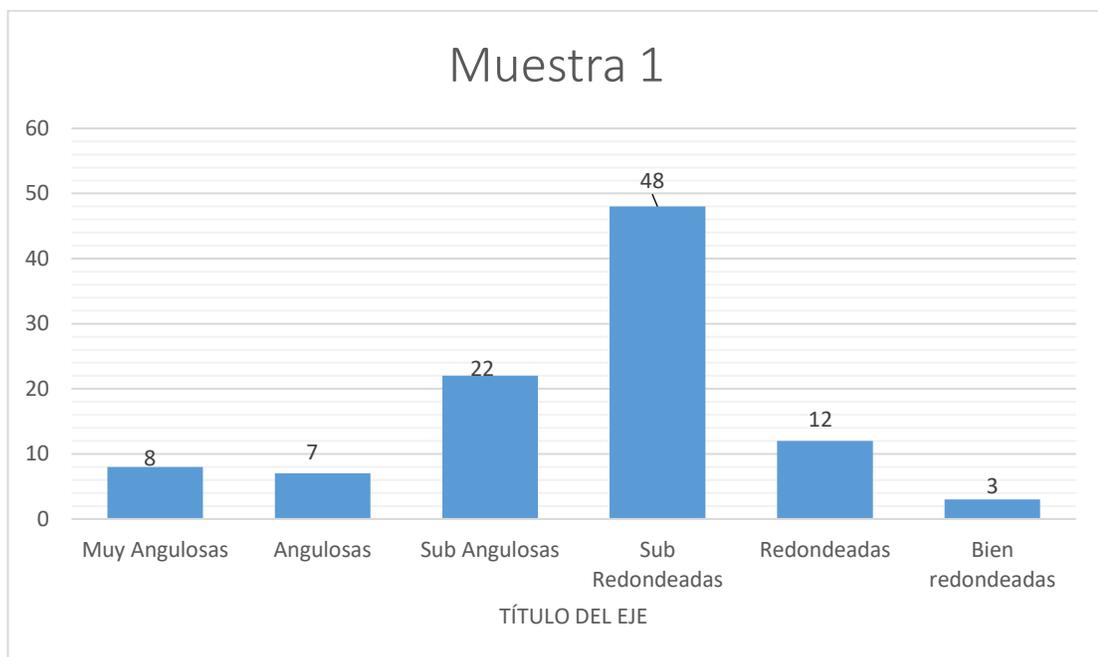
Ratmiroff, G. (1965) **ORIGEN Y MATAMORFISMO DEL PARAGÉNESIS PRINCIPAL DEL COMPLEJO PRECÁMBRICO DE IMATACA. CUADRILÁTERO DE UPATA**, Estado Bolívar, Venezuela. Bol. Geol, Caracas.

## APÉNDICES

**APÉNDICE A**  
**ANÁLISIS MORFOSCÓPICO**

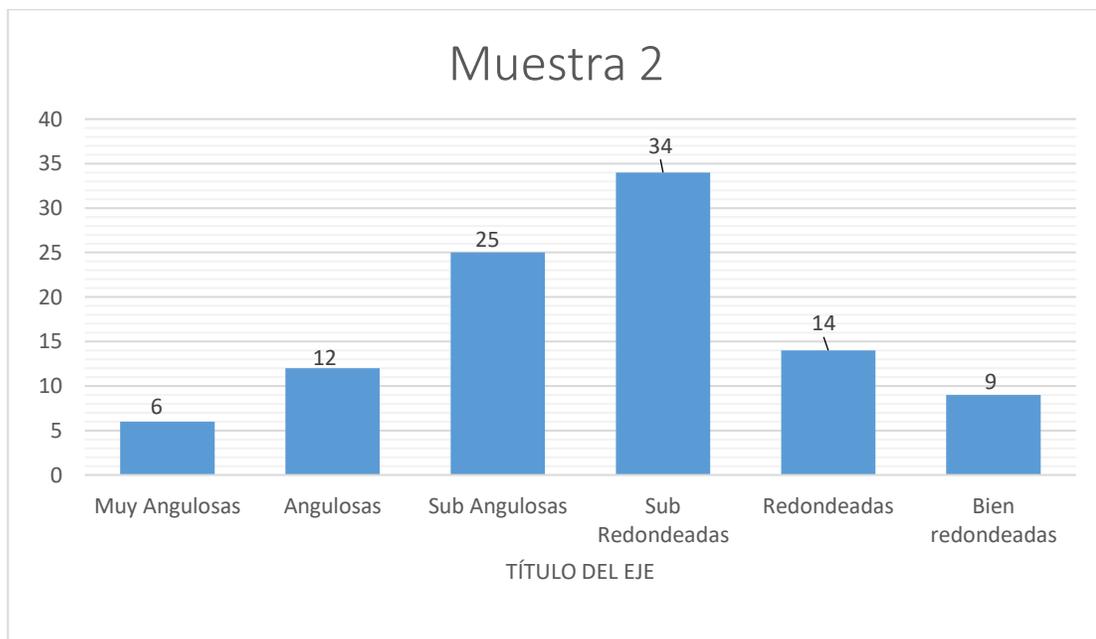
## A.1 Análisis morfoscopico de la muestra 1

Morfología de las partículas	Numero de partículas
Muy Angulosas	8,00
Angulosas	7,00
Sub Angulosas	22,00
Sub Redondeadas	48,00
Redondeadas	12,00
Bien redondeadas	3,00



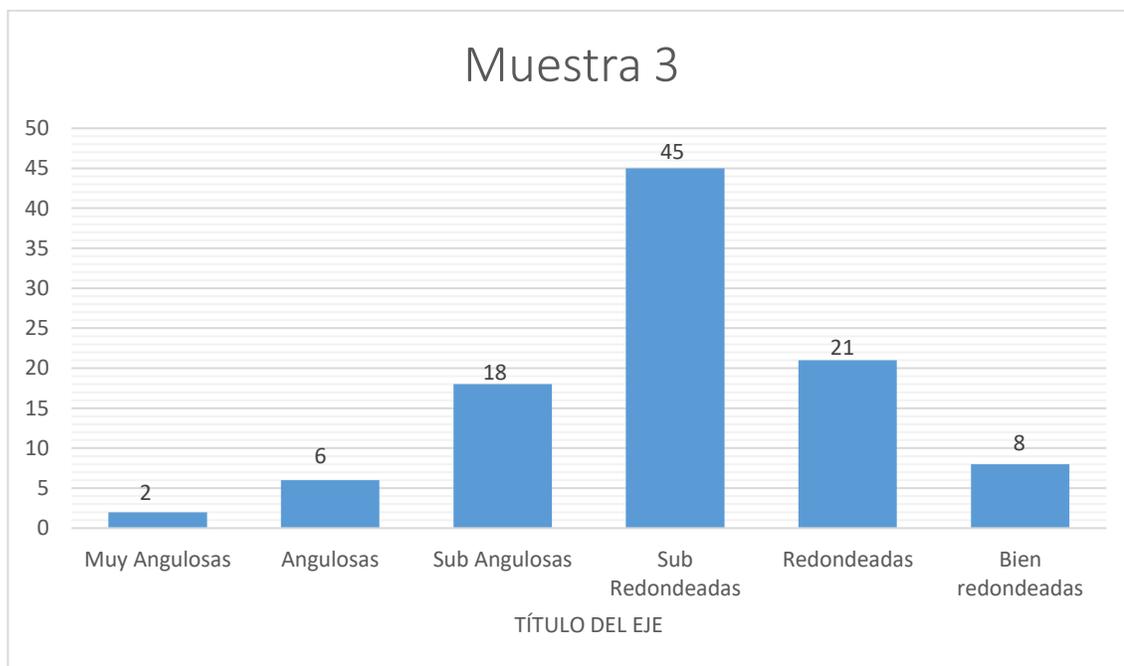
## A.2 Análisis morfoscopico de la muestra 2

Morfología de las partículas	Numero de partículas
Muy Angulosas	6,00
Angulosas	12,00
Sub Angulosas	25,00
Sub Redondeadas	34,00
Redondeadas	14,00
Bien redondeadas	9,00



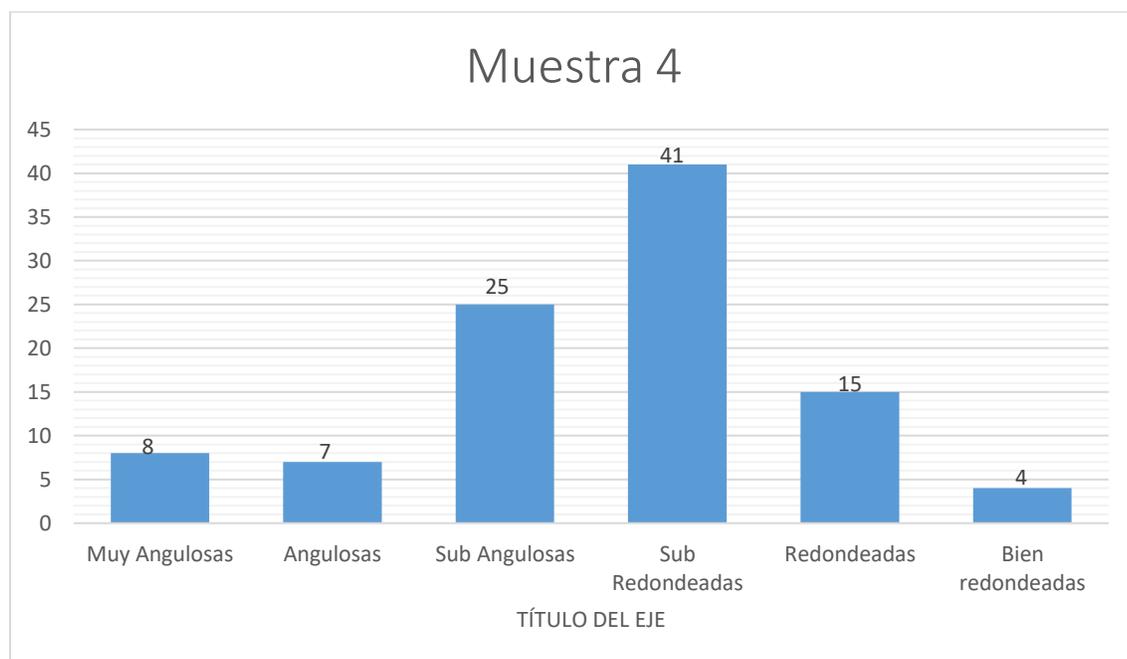
## A.3 Análisis morfoscopico de la muestra 3

Morfología de las partículas	Numero de partículas
Muy Angulosas	2,00
Angulosas	6,00
Sub Angulosas	18,00
Sub Redondeadas	45,00
Redondeadas	21,00
Bien redondeadas	8,00



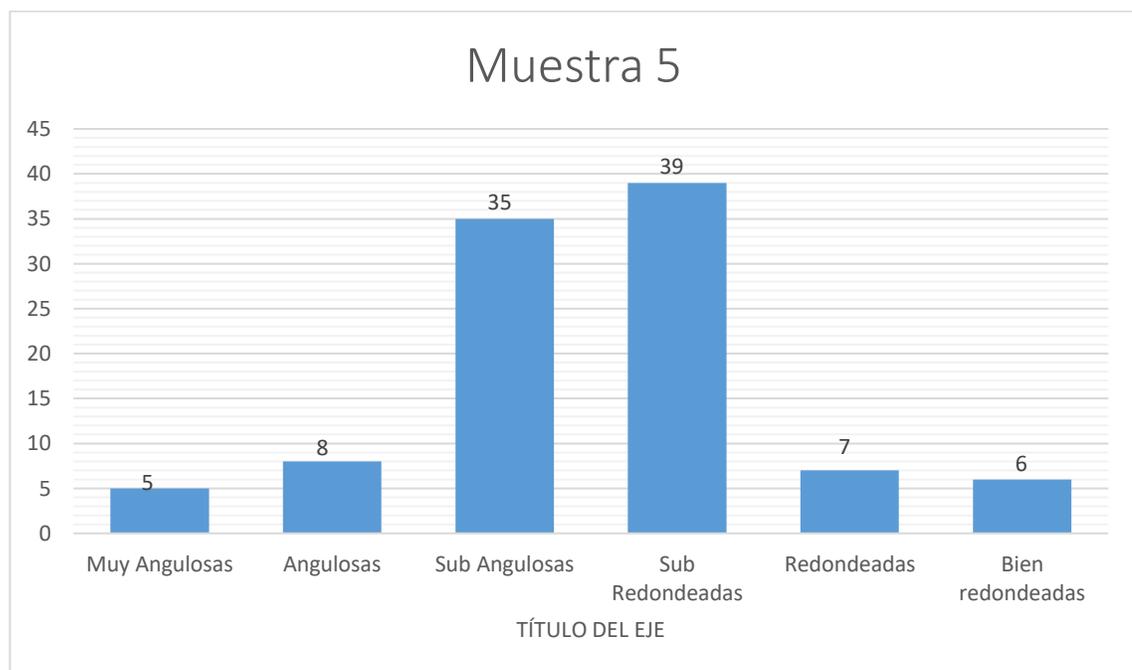
## A.4 Análisis morfoscopico de la muestra 4

Morfología de las partículas	Numero de partículas
Muy Angulosas	8,00
Angulosas	7,00
Sub Angulosas	25,00
Sub Redondeadas	41,00
Redondeadas	15,00
Bien redondeadas	4,00



## A.5 Análisis morfoscopico de la muestra 5

Morfología de las partículas	Numero de partículas
Muy Angulosas	5,00
Angulosas	10,00
Sub Angulosas	35,00
Sub Redondeadas	39,00
Redondeadas	7,00
Bien redondeadas	6,00



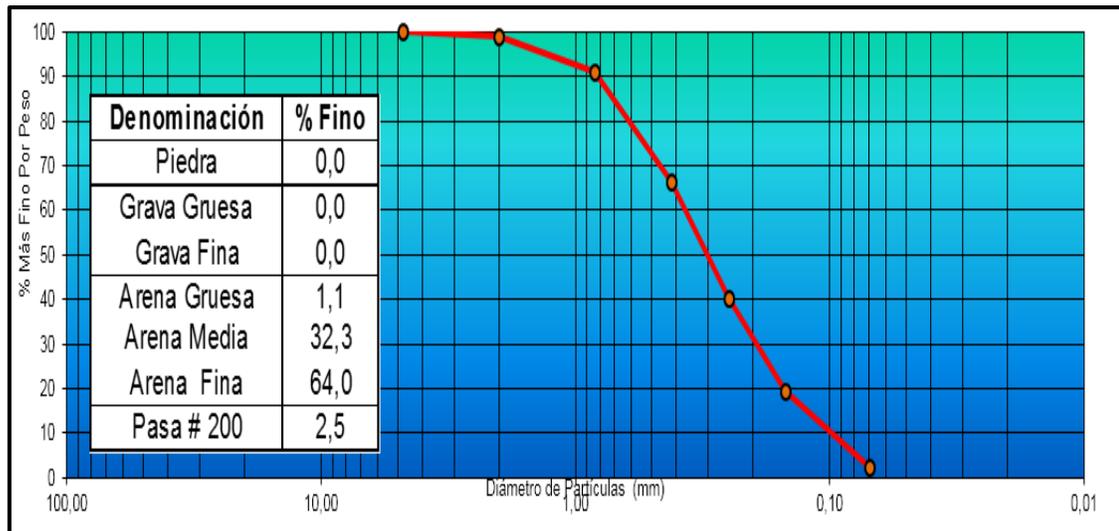
## **APÉNDICE B**

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

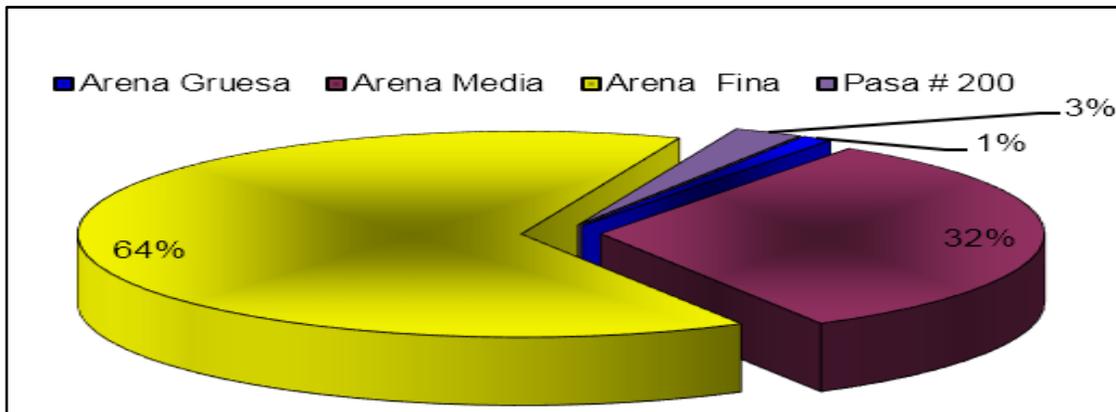
## B.1 Curva granulométrica muestra 01

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de suelo retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
10	2	1,6	1,13	1,13	98,87
18	1	11,2	7,88	9,01	90,99
35	0,5	34,7	24,42	33,43	66,57
50	0,3	37,5	26,39	59,82	40,18
100	0,15	29,7	20,90	80,72	19,28
200	0,075	23,8	16,75	97,47	2,53
210	0,063	3,6	2,53	100	0
		142,1			

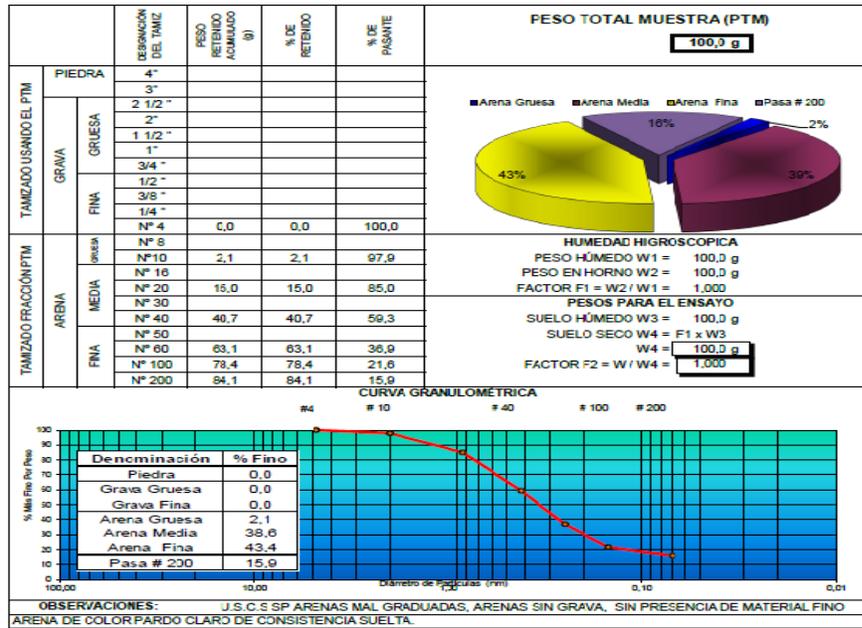
## B.2 Resultados análisis granulométrico muestra 01



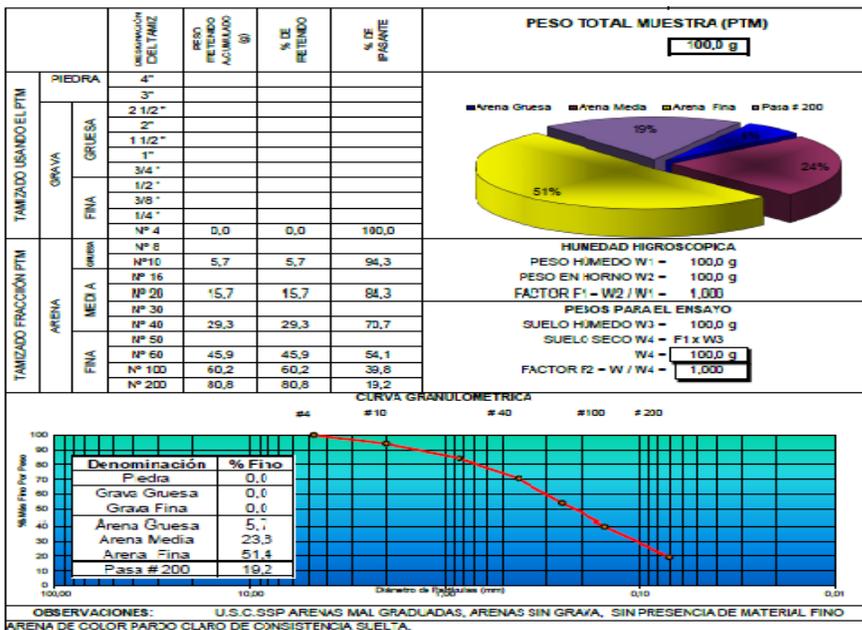
### B.3 Distribución porcentual de las partículas de arena según su tamaño



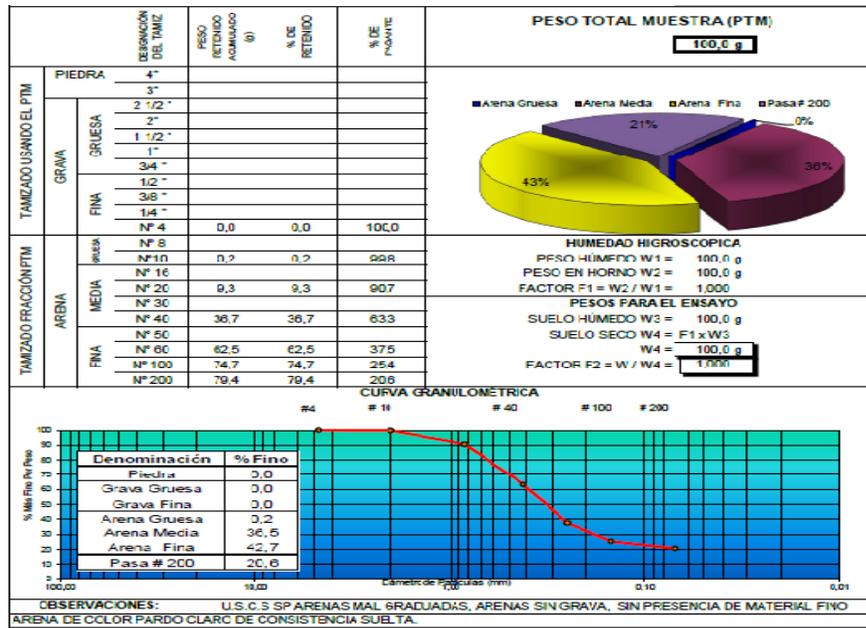
B.4 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 02



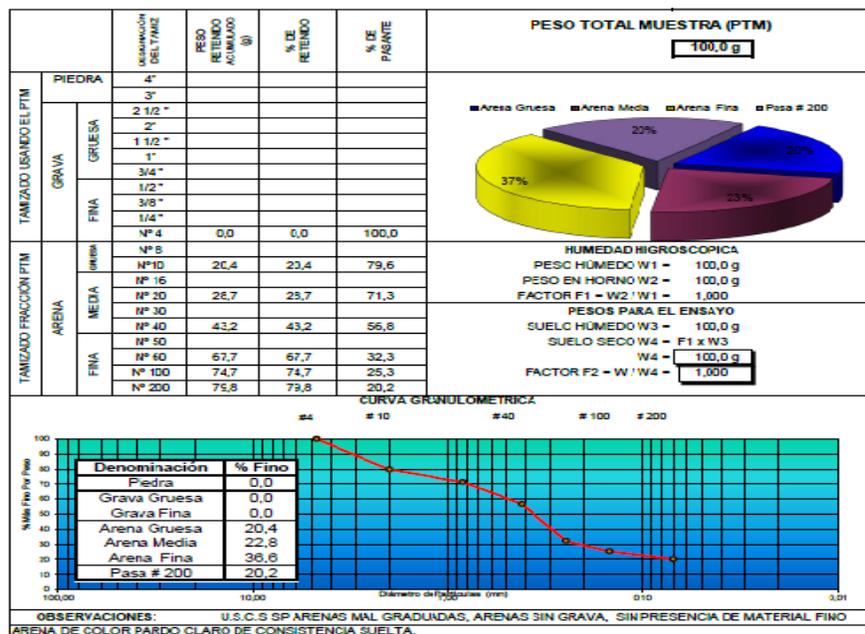
B.5 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 03



B.6 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 04

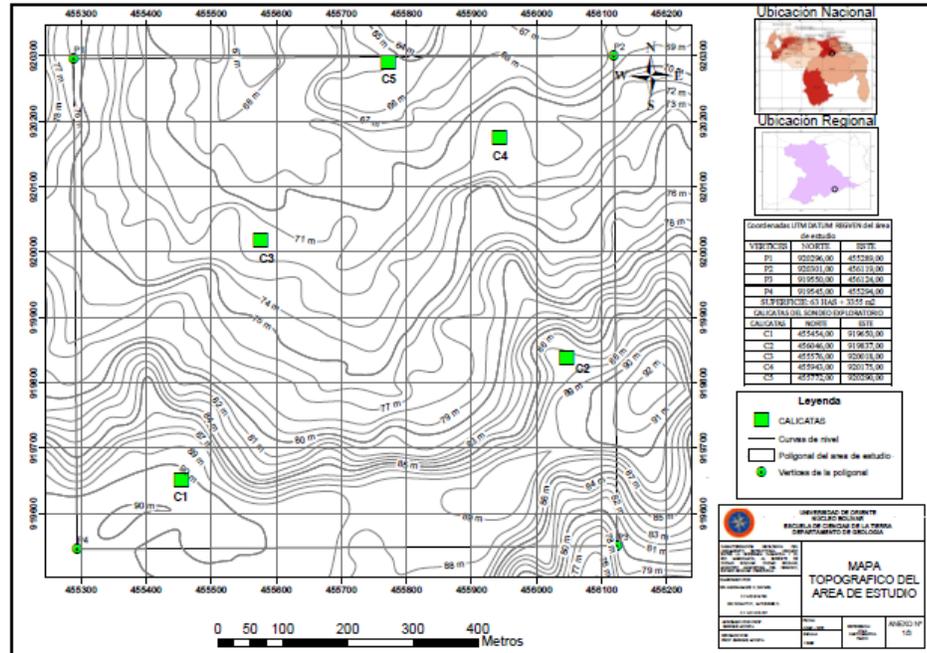


B.7 Curva y Resultados de análisis granulométrico muestra 05

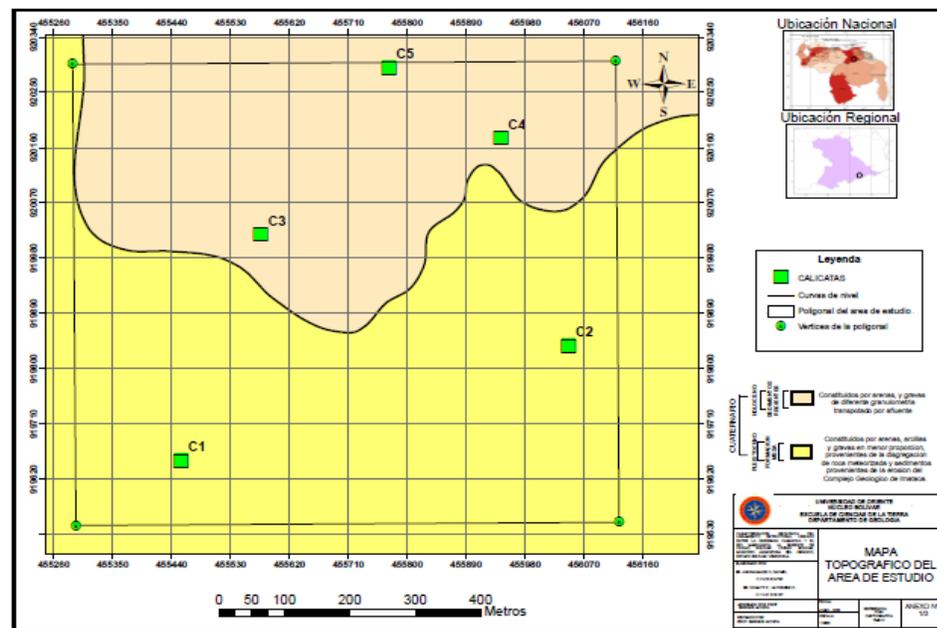


## **ANEXOS**

# 1 Mapa Topográfico del área de estudio



# 2 Mapa Geológico del área de estudio



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

<b>Título</b>	Caracterización Geomorfológica y sedimentológica de un área del Cerro Castillito Ubicado en Soledad, Municipio independencia del Estado Anzoátegui.
<b>Subtítulo</b>	

**Autor(es)**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Aguinagalde Hidalgo, Daymel Fabilenni</b>	<b>CVLAC</b>	<b>22.816.730</b>
	<b>e-mail</b>	<b>daymelhidalgo@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Donatti Pacheco, Katherine de las Mercedes</b>	<b>CVLAC</b>	<b>21515157</b>
	<b>e-mail</b>	<b>k-atty1509@hotmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	

**Palabras o frases claves:**

<b>caracterización</b>
<b>geomorfología y sedimentología</b>
<b>domo sedimentario</b>
<b>sector castillito</b>

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

**Líneas y sublíneas de investigación:**

Área	Subárea
<b>CIENCIAS</b>	<b>MINAS</b>
	<b>GEOTECNIA</b>
	<b>GEOLOGIA</b>

**Resumen (abstract):**

En el municipio Independencia del estado Anzoátegui, a 25 kilómetros, al sur de la población de Soledad, se localiza un afloramiento denominado Cerro Castillito, el cual no ha sido evaluado de manera geológica, sedimentológica, topográfica y geomorfológica por profesionales de Ciencias de la Tierra para su aprovechamiento geoeconómico. Este trabajo de grado pretende describir la geología y cartografía de la zona ya que se cuenta con poca información. Para tal fin se plantean una serie de objetivos específicos para desarrollar la presente investigación con el fin de proporcionar información geológica sobre las condiciones actuales del cerro. El área de interés representa territorialmente 63 has + 3355m<sup>2</sup>. El tipo de investigación se consideró como descriptiva y el diseño es de campo y documental. El estudio de desarrolló en 2 etapas, además de la recopilación de información y la redacción del informe final. La etapa de campo, se inició con una visita técnica a la zona, para obtener información directa de la geológica y geomorfología a través de un levantamiento geológico de superficie que constó de descripción de litologías, color, espesores y estructuras sedimentarias, seguido con la excavación de una trinchera exploratoria, donde se tomaron cinco (5) muestras de sedimentos para sus posterior análisis de laboratorio. La otra etapa fue de oficina, donde se desarrollan todos los objetivos específicos los cuales contemplan la geomorfología del Cerro Castillito, Interpretar la forma y redondez de las partículas de suelo presentes, describir los minerales presentes en zona, Interpretar las secciones sedimentológica y la elaboración de los mapas geológico y geomorfológico. Para esto se contó con el apoyo de los resultados de laboratorio. Se concluye que la topografía corresponde a una zona escarpada con pendiente de 70%, de cota máxima 90 msnm y mínima 64 metros m.s.n.m. También se identificaron 04 unidades geomorfológicas, las cuales son los valles aluvionales, las planicies, la colina y los lomeríos todas ellas controlada por la erosión de aguas torrenciales intermitente donde los sedimentos tiene un grado de redondez sub-redondeada, proveniente de una fuente de origen cercana. Desde el punto de vista geológico se observaron dos unidades geológica predominante en la zona, Formación Mesa y Sedimentos del Reciente. Las muestras de sedimentos se clasificaron según el SUCS como arena SP, arenas mal gradadas con presencia de material grueso, en la sección sedimentológica en su parte somera se evaluó como perfiles latericos de arena mezclada con arcilla moteada y en su parte basal como una saprolitacaolinitizado.

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

**Contribuidores:**

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail				
<b>ENRIQUE ACOSTA</b>	<b>ROL</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>5.082.874</b>			
	<b>e-mail</b>	<b>acosta.enrique176@gmail.com</b>			
	<b>e-mail</b>				
	<b>ROL</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<b>CVLAC</b>				
	<b>e-mail</b>				
	<b>e-mail</b>				
	<b>ROL</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<b>CVLAC</b>				
	<b>e-mail</b>				

**Fecha de discusión y aprobación:**

Año Mes Día

2023	03	01
------	----	----

Lenguaje Spa

**Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>
<b>Tesis-Nombre Archivo.Doc</b>
Tesis-Characterización Geomorfológica y sedimentológica, de un área del Cerro Castillito.Doc

**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: (Opcional)**

\_\_\_\_\_

**Temporal: (Opcional)**

\_\_\_\_\_

**Título o Grado asociado con el trabajo: GEÓLOGO E ING GEÓLOGO**

**Nivel Asociado con el Trabajo: UNIVERSITARIO**

**Área de Estudio: DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA E ING. GEOLÓGICA.**

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: UNIVERSIDAD DE ORIENTE**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN° 0975

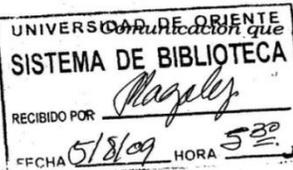
Cumaná, 04 AGO 2009

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 Cautara, 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"**.

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



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

  
**JUAN A. BOLANOS CURRELO**  
Secretario



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

JABC/YGC/maruja

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

**Derechos:**

**De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado de Pregrado “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**

---

**AUTOR 2**

---

**TUTOR**

---

**JURADO 1**

---

**JURADO 2**

---

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:**

