

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-SEDIMENTOLÓGICA DEL  
FUNDO CARATERO Y ALREDEDORES, PARROQUIA  
PANAPANA, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO,  
ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO POR  
LOS BACHILLERES  
MOISES DANIEL BASANTA  
BOLÍVAR Y JESSICA  
MUÑOZ LÓPEZ PARA  
OPTAR POR LOS TÍTULOS  
DE INGENIERO GEOLÓGO  
Y GEÓLOGO  
RESPECTIVAMENTE.**

**CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO 2023**



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

**HOJA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, intitulado **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-SEDIMENTOLÓGICA DEL FUNDO CARATERO Y ALREDEDORES, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR**, presentado por los bachilleres **MOISES DANIEL BASANTA BOLÍVAR Y JESSICA MUÑOZ LÓPEZ**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

<b>Nombre:</b>	<b>Firma:</b>
Prof. Rivadulla Rosario _____ (Asesor)	_____
_____ Jurado	_____
_____ Jurado	_____
_____ Prof. Jefe del Departamento de Ingeniería Geológica	_____ Prof. Rosario Rivadulla Jefe del Departamento de Geología

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

## **DEDICATORIA**

Al Señor providente, en su gracia nos permitió vivir esta experiencia y cumplir esta meta...

## **AGRADECIMIENTOS**

Estoy agradecido enormemente con Dios y todo el equipo que hizo que esto sea una realidad. Gracias a mis padres por sacrificar su vida para que yo pudiera vivir esta experiencia que me hizo crecer como persona, a la profesora Rivadulla por esta larga temporada de paciencia amorosa, más allá de profesora su actitud y cariño fue de una madre preocupada. A mi amada Drigny, gracias por los regaños e impulsarme a ser cada día mejor. Gracias muchachos, Deivis, por estar en ese trabajo de campo y hacerlo como para ti, Adriana, gracias por orientarnos con la metodología en ciertas ocasiones. Cesar, gracias por estos años de exhortaciones, desde que existe nuestra amistad me sacas de mi zona de confort a mejores proyectos, gracias a todos mi familiares y amigos, que si los nombro y digo sus aportes serían varias páginas de agradecimiento a todos mil gracias, Dios los bendiga grandemente.

**Moisés Basanta**

Agradezco a la profesora Rivadulla por tan avocada guía que nos dio para cumplir con excelencia esta meta y a todos nuestro amigos y familiares por tan impresionante apoyo.

**Jessica Muñoz**

## RESUMEN

El área de estudio está ubicada en el sector del fundo Caratero, al sureste de Ciudad Bolívar, en la parroquia Panapana del municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar. Este trabajo tiene como finalidad la caracterización geológica-sedimentológica. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo. Para el logro de los objetivos se recolectó información en 9 estaciones, de ellas 3 ubicadas 2 en el Complejo de Imataca, 3 en la Formación Mesa, 3 en Sedimentos del Reciente y 1 en Suelos Residuales. Se levantaron 6 columnas sedimentológicas, y se recolectaron 8 muestras de sedimentos y 2 de rocas. A las muestras de sedimentos se les realizaron análisis granulométrico por tamizado mecánico y se clasificaron según la escala de Udden-Wentworth; se elaboraron 8 curvas granulométricas e interpretaron por el método de Visher para inferir los mecanismos de transporte de las partículas y determinar los parámetros estadísticos. A las muestras de rocas se les determinó la mineralogía por análisis macroscópico. Se elaboraron diagramas de rosetas para las diaclasas y la foliación. En la zona se identificaron cuatro unidades geológicas: Complejo de Imataca, Formación Mesa, Sedimentos Recientes y Suelos Residuales. De las columnas y la clasificación de Udden-Wentworth, se determinó que los Sedimentos del Reciente, se caracterizan por arenas medias a muy finas limosas y arenas medias a gruesa, la Formación Mesa por arenas medias a fina, marrón grisáceo, arenas medias a fina, marrón amarillento, arenas medias a gruesas, rojizas y arenas gruesas a medias, amarillas rojizas, y los Suelos Residuales por arenas finas limosas, de color marrón claro y arenas gravosas limoarcillosa, marrón rojizo y amarillento. Las rocas se clasificaron como gneises cuarzo feldespáticos de grano medio y de medio a fino, blanco rosáceos y gris; con bandas finas negras, probablemente por los minerales máficos, foliados; y se determinó presencia de cuarzo (30-35%), feldespato (35-40%), plagioclasa (20-25%) y biotita (5-3%). Las rocas del Complejo de Imataca, presentan foliación con rumbo N35°W y diaclasas verticales conjugadas. De los diagramas de rosetas de las diaclasas se determinó que existen 5 familias de diaclasas con rumbos de S80°W, N20°W, N70°W, N30°W y N10°E, y 3 sistemas de diaclasas y que fueron originadas por esfuerzos que actuaron en una dirección NE-SW. Del análisis de los parámetros estadísticos: curtosis, índice de simetría, el coeficiente Uniformidad y coeficiente de selección, se determinó que las curvas de frecuencia de los Sedimentos del Reciente, son mesocúrticas, muy leptocúrtica y leptocúrtica, y para la Formación Mesa, muy leptocúrtica y leptocúrtica; que son simétricas, y que las partículas no son uniformes, y que pueden ser “Bastante bien” y “Bien” seleccionadas. De acuerdo al método de Visher, se determinó que los mecanismos de transporte predominantes para los sedimentos del Reciente, son tracción para partículas > 0,48 mm y saltación para partículas de 0,48 a 0,12 mm; y en las muestras de la Formación Mesa, la tracción para partículas > 0,50 mm y la saltación entre 0,50 mm a 0,10. En la zona de estudio el Complejo de Imataca que ocupa el 9%, la Formación Mesa el 44%, los Sedimentos del Reciente 26% y los Suelos Residuales el 21%

## CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
CONTENIDO .....	V
LISTA DE FIGURAS .....	IX
LISTA DE TABLAS .....	XI
LISTA DE APÉNDICES .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	3
1.1 SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO. ORIGEN Y RELACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
CAPÍTULO II .....	7
GENERALIDADES .....	7
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.2 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO .....	8
2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	8
2.3.1 Clima.....	8
2.3.2 Drenaje .....	12
2.3.3 Vegetación.....	13
2.4 GEOLOGÍA REGIONAL.....	13
5.6.1 Complejo de Imataca.....	14
5.6.2 Formación Mesa.....	15
5.6.3 Sedimentos del Reciente .....	17
2.5 GEOLOGÍA LOCAL.....	18
2.6 GEOMORFOLOGÍA.....	18
2.7 SUELOS.....	19
CAPÍTULO III .....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21

3.2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	23
3.2.1	Clasificación textural de los sedimentos .....	23
3.2.2	Columna estratigráfica .....	25
3.2.3	Parámetros estadísticos de los sedimentos .....	25
3.2.4	Mecanismos de transporte (Visher) .....	30
3.2.4.1	TRANSPORTE POR SUSPENSIÓN .....	30
3.2.4.2	TRANSPORTE POR SALTACIÓN .....	31
3.2.5	Clasificación petrográfica de las rocas metamórficas .....	32
3.2.6	Diagrama de Rosas o Roseta .....	33
3.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	34
3.3.1	Rumbo .....	34
3.3.2	Buzamiento real .....	34
3.3.3	Foliación .....	35
3.3.4	Afloramiento rocoso .....	35
3.2.5	Gneis .....	36
3.2.6	Sills .....	36
3.2.7	Diques .....	36
3.2.8	Diaclasas o juntas .....	36
3.2.9	Sistema de diaclasas .....	38
3.2.10	Mapa geológico .....	38
CAPÍTULO IV .....		39
METODOLOGÍA DE TRABAJO .....		39
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	39
4.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
4.3	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
4.3.1	Población de la investigación .....	40
4.3.2	Muestra de la investigación .....	40
4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
4.4.1	Revisión bibliográfica y cartográfica .....	41
4.4.2	Observación directa .....	41
4.4.3	Instrumentos para la recolección de datos .....	42
4.4.4	Técnicas de la ingeniería a utilizar .....	42
4.4.4.1	Inspección de campo .....	42
4.4.4.2	Chequeo de campo .....	43
4.4.4.3	Mapas geológicos de superficie .....	43
4.4.4.4	Memoria explicativa .....	43
4.5	FLUJOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	44
4.5.1	Etapas 1: Planificación y selección del área .....	44
4.5.2	Etapas 2: Trabajo de campo .....	46
4.5.3	Etapas 3: Análisis de laboratorio .....	50
4.5.4	Etapas 4: Trabajo de oficina .....	50

CAPÍTULO V .....	58
ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	58
5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	58
5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS COLUMNAS SEDIMENTOLÓGICAS LEVANTADAS EN EL FUNDO CARATERO .....	64
5.2.1 Columna sedimentológica de E1.....	64
5.2.2 Columna sedimentológica de E2.....	65
5.2.3 Columna sedimentológica de E6.....	67
5.2.3 Columna sedimentológica de E7.....	68
5.2.4 Columna sedimentológica de E8.....	70
5.2.5 Columna sedimentológica de E9.....	72
5.3 DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS ROCAS AFLORANTES.....	73
5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS DE LOS AFLORAMIENTOS ROCOSOS DEL ÁREA DE ESTUDIO USANDO DIAGRAMAS DE ROSETAS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
5.5 CLASIFICACIÓN TEXTURAL DE LOS SEDIMENTOS POR LA ESCALA UDDEN-WENTWORTH .....	78
5.6 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL FUNDO CARATERO .....	79
5.6.1 Análisis de los valores de los parámetros estadísticos .....	80
5.7 MECANISMOS DE TRANSPORTE DE LAS PARTÍCULAS, UTILIZANDO EL MÉTODO DE VISHER .....	85
5.8 ANÁLISIS DEL MAPA GEOLÓGICO DEL SECTOR DEL FUNDO CARATERO .....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
CONCLUSIONES .....	89
RECOMENDACIONES .....	91
REFERENCIAS.....	92
APÉNDICES.....	94



## LISTA DE FIGURAS

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio. fuente: hoja cartográfica 7439 (Mayagua) a escala 1:100.000. ....	7
2.2 Imagen con ruta de acceso al área de estudio (a) y detalle desde La Gallera al fundo Caratero (b).....	9
2.3 Histogramas de precipitación anual en Ciudad Bolívar (METAR, 2023) .....	10
2.4 Curvas de las temperaturas medias máximas y mínimas diarias mensual en Ciudad Bolívar (METAR, 2023). ....	11
2.5 Histogramas de insolación anual en Ciudad Bolívar (Fuente: METAR).....	11
2.6 Quebrada Caratero, en el fundo Caratero.....	12
2.7 Vegetación del área del fundo Caratero A) herbácea y arbustiva y B) bosque de galería, .....	14
2.8 Mapa geológico del sector central norte de la hoja NB-20-2, a escala 1:100.000 (CVG TECMIN, 1991). ....	16
2.9 Mapa geológico local (Paul C. Hackley y otros, 2006). ....	18
2.10 Sector central norte del mapa geomorfológico de la hoja NB-20-2, a escala 1:100.000 (CVG TECMIN, 1991).....	19
2.11 Suelos de la zona de estudio: A y B suelos asociados a los Sedimentos del Reciente, (C) Suelos de la Formación Mesa y (D) Suelos Residuales. ....	20
3.1 Tipos de curtosis de una curva (Quispe, R. 2014). ....	28
3.2 Dinámica del transporte de sedimentos con las poblaciones y puntos de truncamiento, en una distribución de tamaño de grano. modificado de Visher (1969).....	31
3.3 Roseta de diaclasas (Pdfcoffee, 2022). ....	34
4.1 Flujograma de la investigación. ....	45
4.2 Actividad de apertura de calicatas (A) y descripción (B). ....	47
4.3 Calicata terminada (A) y muestreo (B).....	63
4.4 Muestras recolectadas etiquetadas. ....	48
4.5 Medición de rumbos de las estructuras (A y B), identificación y fotos de rocas (C y D).....	49
4.6 Curva granulométrica realizada en la aplicación Excel. ....	51
4.7 Curva granulométrica interpretada por Visher.....	52
4.8 Curva granulométrica con los cuartiles y percentiles. ....	53
4.9 Columna sedimentológica digitalizada en Powerpoint. ....	54
4.10 Ventana del software Streoneon, para cargar los datos iniciales. ....	55
4.11 Ventana de la izquierda del software Streoneon, para activar la generación del Diagrama de Rosa, en la pestaña “Rose Diagram”.....	55
4.12 Ventana de la izquierda del software streoneon, con la generación del “Diagrama de Rosa” con las etiquetas de los datos. ....	56
5.1 Imagen con las estaciones de trabajo en el área de estudio.....	58

5.2 Afloramientos de gneises: A) Panorámica y B) Detalle. ....	60
5.3 Gneises foliados, con diaclasas, falla y pliegues.....	60
5.4 Gneis foliado, con diaclasas conjugadas (A) y pliegues de flujo (B). estación E5.....	61
5.5 Arenas finas limosas, de color marrón claro, de los suelos residuales, en el sector oeste del fundo Caratero. ....	61
5.6 Arenas media a gruesa, rojiza, de la Formación Mesa, sector este del fundo Caratero. ....	62
5.7 Arenas medias a muy finas limosas, gris claro de la unidad Sedimentos del Reciente bordeando a la quebrada Caratero. ....	63
5.8 Calicata en E1, en la margen derecha de la quebrada Caratero. ....	64
5.9 Columna sedimentológica de E1, en la margen derecha de la quebrada Caratero, fundo Caratero.....	65
5.10 Calicata en la estación E2, sector fundo Caratero.....	66
5.11 Columna sedimentológica de la estación E2, fundo Caratero. ....	66
5.12 Calicata en la estación E6, sector fundo Caratero.....	67
5.13 Columna sedimentológica de la estación E6, fundo Caratero. ....	68
5.14 Calicata en la estación E7, al oeste del fundo Caratero. ....	69
5.15 Columna sedimentológica de E7, al oeste del fundo Caratero.....	70
5.16 Calicata en E8, al SW del fundo Caratero.....	71
5.17 Columna sedimentológica de E8, al suroeste del fundo Caratero.....	71
5.18 Columna sedimentológica de E9, al nw del fundo Caratero.....	72
5.19 Columna sedimentológica de E9, al noroeste del fundo Caratero. ....	73
5.20 Gneis cuarzo feldespático de grano medio a fino, blanco rosáceo y gris (Muestra E4-M2). a: muestra de mano y B y C: muestra con aumento de 10 X.....	74
5.21 Diagrama de rosas de las diaclasas y la foliación de las estaciones E4 y E5.....	76
5.22 Diagrama de Rosas de las diaclasas de las estaciones E4, con la dirección de los esfuerzos.....	77
5.23 Diagrama de Rosas de las diaclasas de la estación E5, con la dirección de los esfuerzos. ....	78
5.24 Clases de curtosis del polígono de distribución de tamaño de granos de las muestras E1-M1 y E2-M2.....	81
5.25 Clases de curtosis del polígono de distribución de tamaño de granos de las muestras E2-M4 y E3-M1.....	82
5.26 Clases de curtosis del polígono de distribución de tamaño de granos de las muestras E6-M1, E6-M3, E8-M2 y E9-M2.....	82
5.27 Curvas granulométricas interpretadas por método Visher, de las muestras E1-M1, E2-M2, E2-M4 y E3-M1. ....	86
5.28 Curvas granulométricas interpretadas por método Visher, de las muestras E6-M1, E6-M3, E8-M2 y E9-M2. ....	86
5.29 Mapa geológico del sector del fundo Caratero. ....	88

## LISTA DE TABLAS

3.1 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (modificada de Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2.001).....	24
3.2 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2.001).....	26
4.2 Minuta para los datos de la curva granulométrica. ....	51
4.3 Ecuaciones para calcular los parámetros estadísticos de los sedimentos.....	53
5.1 Estaciones de trabajo en el área de estudio. ....	59
5.2 Datos de rumbos y azimut de las foliaciones y las diaclasas. ....	75
5.2 Clasificación de los sedimentos por la escala Udden- Wentworth. ....	79
5.3 Valores de los percentiles, mediana y cuartiles. ....	79
5.4 Valores de curtosis, coeficiente y el índice de asimetría, y coeficiente de selección. ....	80
5.5 Valores de curtosis y la clase de curtosis. ....	81
5.6 Clase de asimetría de los sedimentos del fondo caratero. ....	83
5.7 Coeficiente de uniformidad de los sedimentos del fondo Caratero. ....	84
5.8 Coeficiente de selección de los sedimentos del fondo Caratero. ....	84
5.9 Mecanismos de transporte y diámetros de las partículas del fondo Caratero. ....	85

## LISTA DE APÉNDICES

A.1 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E1-M1. ....	96
A.2 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E2-M2. ....	97
A.3 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E2-M4. ....	98
A.4 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E3-M1. ....	99
A.5 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E6-M1. ....	100
A.6 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E6-M3. ....	101
A.7 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E8-M2. ....	102
A.8 análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E9-M2.....	103

## INTRODUCCIÓN

La caracterización geológica de los terrenos es gran importancia para su desarrollo geoeconómico, de allí que se requiere realizar descripciones de las unidades de rocas y de los sedimentos, y así conocer los aspectos relevantes de ellos tales, como litología, estructuras, mineralogía y aspectos estratigráficos.

El estudio de los sedimentos en distintos ambientes permite obtener información relacionada con su origen, transporte y ambiente en la que se depositó, usualmente los geólogos han obtenidos parte de esa información a través del estudio de sedimentos no consolidados, a partir de las características texturales mediante el uso de parámetros granulométricos y morfoscópicos.

Los procesos sedimentarios y los aportes fluviales representan el medio esencial que controla la sedimentación clástica ya que determina la propia existencia de los sedimentos. Todo depósito tiene su origen de una u otra manera en los aportes fluviales todo en función del área de la cuenca fluvial y de la pluviosidad; a mayor sean estos parámetros, mayor es el volumen de estos aportes.

El presente trabajo considera como objeto de estudio la zona del fundo Caratero ubicado geológicamente en la Provincia Geológica de Imataca, donde se encuentran El Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos del Reciente al sureste de Ciudad Bolívar del Municipio Angostura del Orinoco; y tienen como objetivo generar información a nivel de detalle que sirva para enriquecer el conocimiento obtenido hasta ahora por trabajos anteriores hechos a escala regional.

A continuación, se detalla el contenido desarrollado en el siguiente trabajo de investigación:

Empezando por el capítulo I, donde se planteó la situación a investigar, estableciendo el objetivo general y los objetivos específicos, así como la justificación y alcance de la investigación, permitiendo llevar a cabo la caracterización geológica y sedimentológica del sector del fundo Caratero.

En el capítulo II, se determinó la delimitación espacial del área de estudio, así como también toda la información precedente y conocida de la zona, como son las características físico-naturales.

El capítulo III, correspondiente al marco teórico, contiene el fundamento de esta investigación, así como también facilita la comprensión de la misma a través de la inclusión de términos básicos asociados al estudio.

En el capítulo IV, se presenta a detalle toda la metodología seguida para llevar a cabo este proyecto.

El capítulo V, presenta los resultados con sus respectivos análisis, obtenidos a partir de la metodología empleada a las muestras obtenidas en el fundo y el procesamientos de los datos de. Por último, se presenta un conjunto de conclusiones y recomendaciones para futuros investigadores en el área de estudio previamente enmarcada.

Y las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Situación objeto de estudio. Origen y relación

Actualmente en Ciudad Bolívar, Venezuela; no existen instituciones que prosigan las misiones llevadas a cabo hace más de 30 años por la Corporación Venezolana de Guayana Técnica Minera (CVG TECMIN) y el Ministerio de Energía y Minas. Dichas misiones, tenían como resultado final, la elaboración de informes técnicos que contenían información de geología, geomorfología, clima, vegetación, suelos, humedad y mapas temáticos con la yuxtaposición topográfica del territorio nacional.

Por consiguiente, la información geológica se encuentra desactualizada, más allá de las pocas existentes ejecutadas por empresas privadas o partes interesadas. En este caso, el dueño del Fundo Caratero y fundos vecinos, nunca han ejecutado estudios geológicos. Es por ello que, se planea ejecutar una serie de objetivos que permitan caracterizar geológica esta zona.

La investigación tiene como finalidad aportar información sobre los tipos de sedimentos y las estructuras sedimentarias, su morfoscopia, los parámetros estadísticos de los sedimentos y los tipos de mecanismos de transporte que le dieron origen a los depósitos sedimentarios, haciendo uso de las curvas granulométricas, además de presentar un mapa geológico con las unidades sedimentológicas.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización geológica-sedimentológica del fundo Caratero, ubicado en la parroquia Panapana, estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las unidades geológicas presentes en el área de estudio, con apoyo bibliográfico y recopilación de información en campo.

2. Describir los sedimentos del fundo Caratero, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas.

3. Determinar las características litológicas de las rocas que afloran en la zona mediante los análisis macroscópicos de muestras de mano.

4. Clasificar las estructuras geológicas presentes en los afloramientos rocosos del área de estudio.

5. Clasificar texturalmente los sedimentos, mediante la escala Udden-Wentworth, realizando análisis granulométrico por vía mecánica.

6. Determinar los parámetros estadísticos de los sedimentos presentes el fundo Caratero, usando las curvas granulométricas.

7. Determinar los mecanismos de transporte de las partículas, utilizando el método de Visher.



8. Representar en un mapa geológico las unidades sedimentológicas presentes en la zona de estudio.

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

El trabajo de investigación busca incrementar la información geológica tanto como sedimentológica en el área del fundo Caratero y sus alrededores, pues existe poca información a nivel de detalle. La investigación pretende obtener la mayor cantidad de datos geológicos de importancia para posibles usos de los recursos de la zona y aportar nueva información geológica para futuros proyectos.

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

Este trabajo aporta información geológica y sedimentológica específica de la zona del fundo Caratero, obtenida de los datos del levantamiento geológico de campo entre ella la descripción macroscópica de las rocas y las estructuras asociadas, la clasificación textural de los sedimentos de la Formación Mesa y los del Reciente y el análisis de los parámetros estadísticos obtenidos; así como el grado de transporte de los sedimentos inferidos de los análisis morfoscópicos de las partículas, y los mecanismos de transporte determinados del analizando de las curvas granulométricas de acuerdo al método de Visher; y el mapa geológicos del área con las unidades estratigráficas presentes.

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

Para el desarrollo de esta investigación, se tiene como limitante la poca seguridad, la no disponibilidad de laboratorio para realizar análisis de secciones de

rocas, el costo económico del traslado a la zona, y la no disponibilidad de herramientas necesarias para una exploración más efectiva.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El fundo Caratero se localiza al sureste de Ciudad Bolívar, en la parroquia Panapana del municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, el área de estudio se encuentra localizada dentro de las coordenadas UTM REGVEN (WG884) Huso 20: N. 882.070 – E. 439.872 y N. 872.382 – E. 439.025 (Figura 2.1).

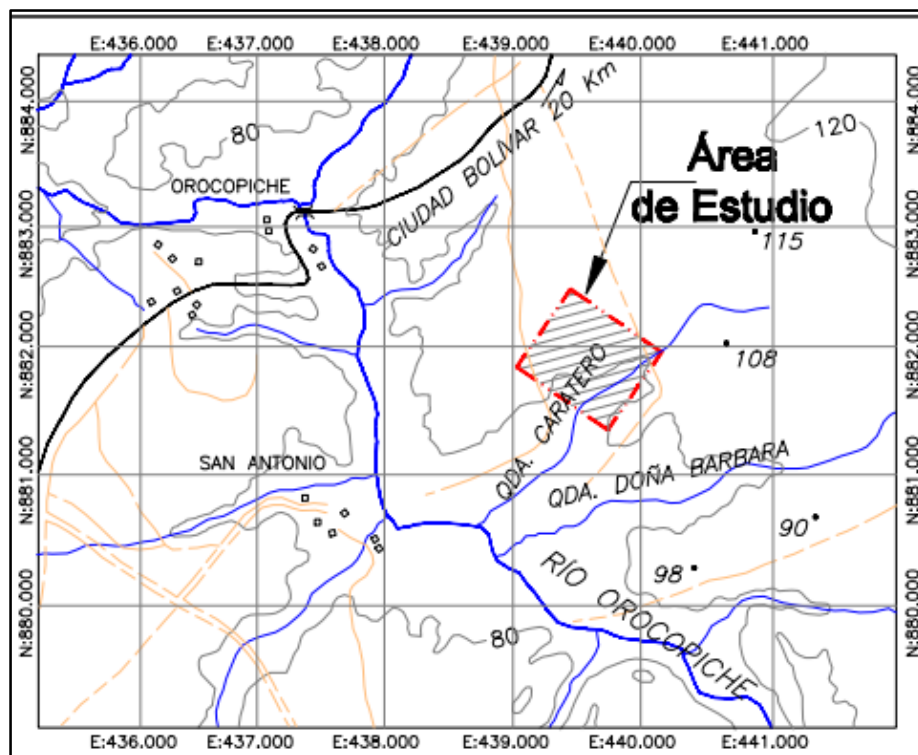


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio. Fuente: Hoja cartográfica 7439 (Mayagua) a escala 1:100.000.

## **2.2 Acceso al área de estudio**

El acceso al área de estudio se puede realizar desde Ciudad Bolívar, hasta llegar al Distribuidor de la Avenida Libertador (La Paragua), vía a Ciudad Piar por la trocal 16, desde de ese distribuidor se recorren 9 km y se llega a la gallería, P1 en la Figura 2.2, desde allí se toma un desvío por una carretera engrazonada en dirección sureste (P2), y se recorren 2 km hasta llegar al fundo Caratero.

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

Según informes de avances realizados por la Gerencia de Proyecto Especial de la Corporación Venezolana de Guayana – Técnica Minera C.A. (1991), en Proyecto de Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, y el Servicio de Meteorología de las Fuerzas Aérea Venezolana (FAV), con sede en el aeropuerto de Ciudad Bolívar, el área de estudio presenta las siguientes características respecto al clima, precipitación, vegetación, fauna, suelo, geología, geomorfología:

### **2.3.1 Clima**

El clima reinante en el área de estudio es de tipo subtropical húmedo, que se divide en: estación lluviosa larga que se extiende desde el mes de mayo hasta octubre, estación lluviosa corta que comprende desde noviembre hasta diciembre y una estación seca que se extiende desde el mes de enero hasta abril (C.V.G – TECMIN 1991).

La precipitación se caracteriza por dos períodos estacionales propios del área que son: una estación lluviosa cuyo período de lluvia inicia en el mes de mayo y termina en el mes de noviembre, en donde los meses de mayor precipitación se encuentran junio con 165 mm, julio con un máximo de 180 mm y agosto con 160 mm y una estación de sequía con una precipitación mínima de 12 mm para el mes de marzo y una máxima de

31,62 mm para el mes de abril como se puede apreciar en la figura 2.3. (METAR, 2023).

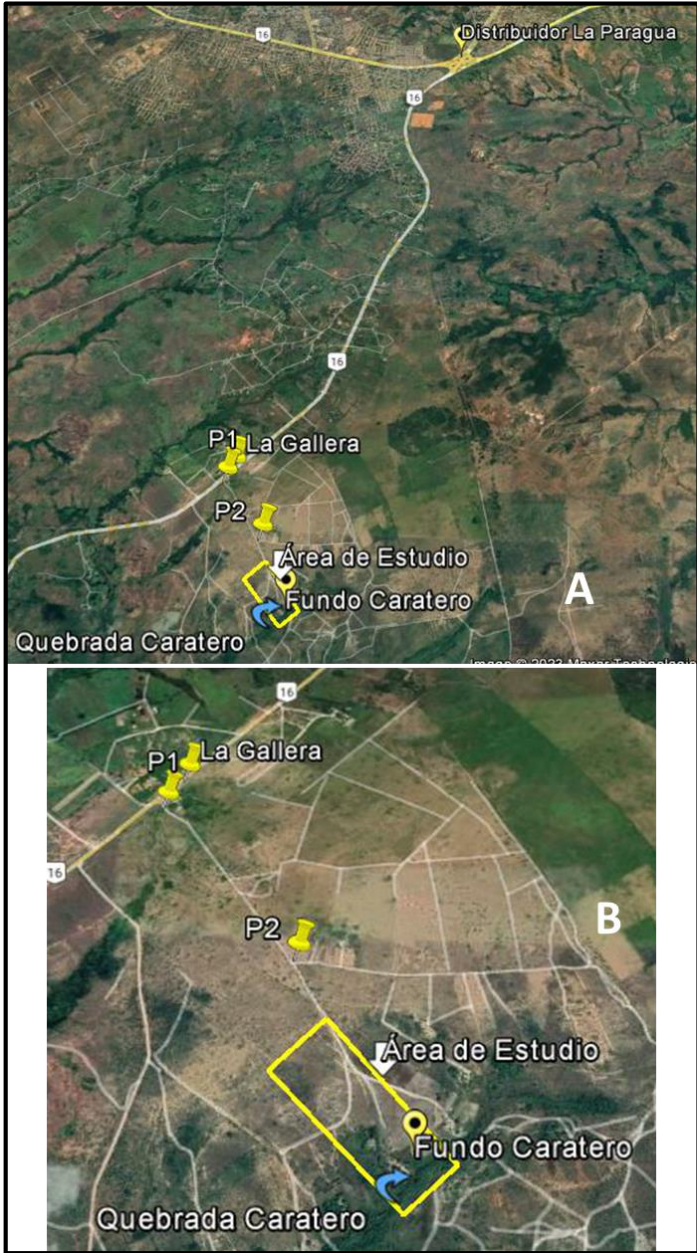


Figura 2.2 Imagen con ruta de acceso al área de estudio (A) y detalle desde la gallería al fundo Caratero (B).

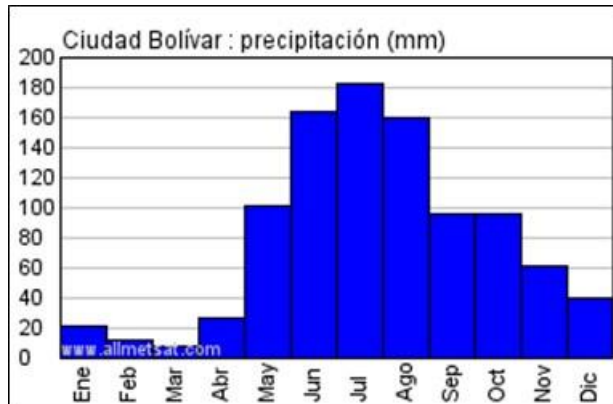


Figura 2.3 Histogramas de precipitación anual en Ciudad Bolívar (METAR, 2023)

La evaporación promedio media anual es de 103,72 mm. Los meses de mayor evaporación van desde enero hasta abril con máximos durante febrero (141,59 mm) y marzo (147,52 mm) y su valor más bajo se registra durante los meses que van desde junio hasta noviembre, con mínimos en julio (72,80 mm) y junio (73,64 mm), esto es debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa, así como también al sensible aumento de la velocidad del viento (C.V.G – TECMIN, 1991).

La temperatura media anual es de aproximadamente 27,72° C y para el período de 2022, las máximas temperaturas se presentaron en el mes de abril con 28,98° C, y las mínimas en el mes de enero con 26,53° C (Figura 2.4) (METAR, 2023).

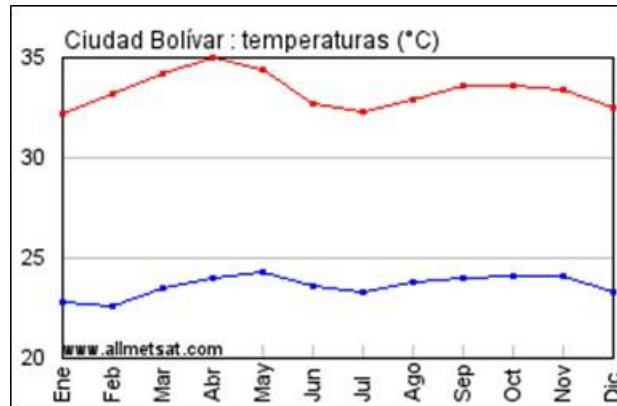


Figura 2.4 Curvas de las temperaturas medias máximas y mínimas diarias mensual en Ciudad Bolívar (METAR, 2023).

La humedad relativa media anual para el período 1994-2007 se registró en 70,85 %, siendo la máxima humedad de 84,71 % para el mes de julio y la mínima en el mes de febrero con 69,64% (C.V.G – TECMIN 1991).

Los valores de insolación media para el año 2022 fueron de 7,89 horas. Los máximos valores se presentan en el mes de marzo con 8,3 horas y la mínima de 7 horas para el mes de junio. Figura 2.5 (METAR, 2023)

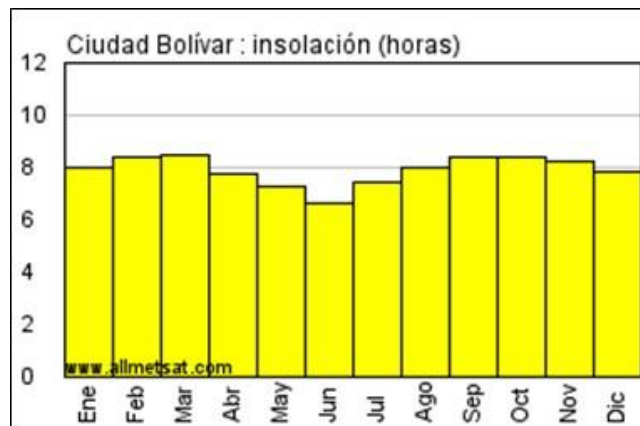


Figura 2.5 Histogramas de insolación anual en Ciudad Bolívar (Fuente: METAR)

### 2.3.2 Drenaje

Del análisis de la hoja cartográfica 7439 (Mayagua) a escala 1:100.000 del año 1970, de Cartografía Nacional del año 1970, se obtuvo que el drenaje es de tipo dendrítico poco denso, y que el principal río en la zona es el Orocopiche que corre en dirección sureste - noroeste, y que los principales afluentes son las quebradas Caratero (Figura 2.6), Doña Bárbara y Tocacinco en la margen derecha y la quebrada San Antonio por la margen izquierda, entre otros afluentes intermitentes.



Figura 2.6 Quebrada Caratero, en el fundo Caratero.



### **2.3.3 Vegetación**

La vegetación presente en el área de estudio es típica de sabana, y prevalecen dos tipos: de sabana con chaparro y bosques de galería.

La vegetación con chaparro se caracteriza principalmente por dos tipos de vegetación: la vegetación herbácea, que está constituida por una cobertura graminiforme de baja altura, entre la cual las especies más abundantes son la paja peluda *Trachypogon plumosus*, escobilla (*Ecoparia dulcis*), dormidera (*Mimosa dorens*) y la vegetación arbustiva que está conformada por árboles de 2 a 4 metros de altura. Entre la vegetación arbustiva se mencionan el chaparro (*Curatella americana*), chaparro manteco (*Bowdichia virgilioides*), mandinga (*Roupals complicata*), y en proporción menor el mango (*Mangifera indica*), etc. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

La vegetación de bosques de galería se encuentra a lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes de los ríos, se presentan una cobertura vegetal; arborescencia de tipo selvático, denominada “Bosque de Galería”. (C.V.G. – TECMIN, 1991) (Figura 2.7).

### **2.4 Geología regional**

La geología regional está representada por lo que se conoce como el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos Recientes.



Figura 2.7 Vegetación del área del fundo Caratero A) Herbácea y arbustiva y B) Bosque de galería.

#### 2.4.1 Complejo de Imataca

El Complejo de Imataca consiste, en orden de abundancia decreciente, de un conjunto alternante de granulitas plagioclásicas-cuarzo-piroxénicas, granulitas microclínicas-cuarzo plagioclásicaspiroxénicas gneis cuarzo-feldespático-cordierítico-granatífero-biotítico-silimaníticografítico y formación de hierro, con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfizada, roca rodonítica-granatífera, roca cuarzo-granatífero-grafítica y esquistos hornabléndico-biotítico. El conjunto está intrusionado por cuerpos de rocas graníticas y de rocas básicas. El complejo se caracteriza por estructuras anticlinales bien desarrolladas y estructuras sinclinales mal definidas con rumbo este-noreste. Hacia la porción occidental del complejo, se desarrollan domos equidimensionales, muchos de ellos con orientación norte-sur. Los conjuntos mineralógicos en el Complejo de Imataca corresponden, en

general, a la subfacies de granulita hornabléndica de la facies granulítica (CHASE 1.965 citado en Léxico Estratigráfico de Venezuela 2021).

De acuerdo a CVG Tecmin, (1991), en la hoja NB-20-2, donde está incluida la zona de estudio, el Complejo de Imataca se ha dividido en dos unidades, 110001 y 110002 de las cuales la última se diferencia por la abundancia de cuarcitas ferruginosas.

La unidad 110001, comprende rocas del Complejo de Imataca, que consiste de una faja con rumbo este – noreste, de gneises con filones pegmatíticos, gneises cuarzo feldespáticos biotíticos anfibólicos foliados, gneises félsicos granulíticos, gneises cuarzo feldespáticos granatíferos, gneises graníticos, granitos, pegmatitas, granulitas félsicas y máficas, cuarcitas ferruginosas.

La unidad 110002, constituida por cuarcitas ferruginosas bandeadas de grano fino a medio, magnetíticas, cuarcitas no bandeadas hematíticas y magnetíticas. Hacia el noreste de la hoja NB-20-2, la unidad se encuentra cubierta por sedimentos de la Formación Mesa (01) conformados por arcillas, limolitas de colores rojizos a violacéas, gravas y arenas poco consolidadas en el tope (Figura 2.8).

#### **2.4.2 Formación Mesa**

La Formación Mesa fue descrita por primera vez en 1944 por Hedberg Pyre, como la formación que constituye la parte superior de las “mesas” que caracterizan fisiográficamente a la Cuenca Oriental de Venezuela. Esta formación cubre amplias áreas del Estado Anzoátegui oriental y sur, sur de los Estados Guárico y Monagas, extendiéndose hacia el sur más allá del río Orinoco, sobre estratos Mio-pliocenos, interrumpida por prominencias del basamento del Escudo de Guayana. Está constituida por depósitos horizontales aluviales y palustres, que consisten de arenas de grueso y gravas, que frecuentemente se encuentran endurecidas formando corazas ferruginosas,

arenas con fuerte estratificación cruzada, coloreadas por óxidos de hierro, lentes discontinuos de arcilla finamente arenosa, lentes de material ferruginoso y madera silicificada (Hedberg, 1994).

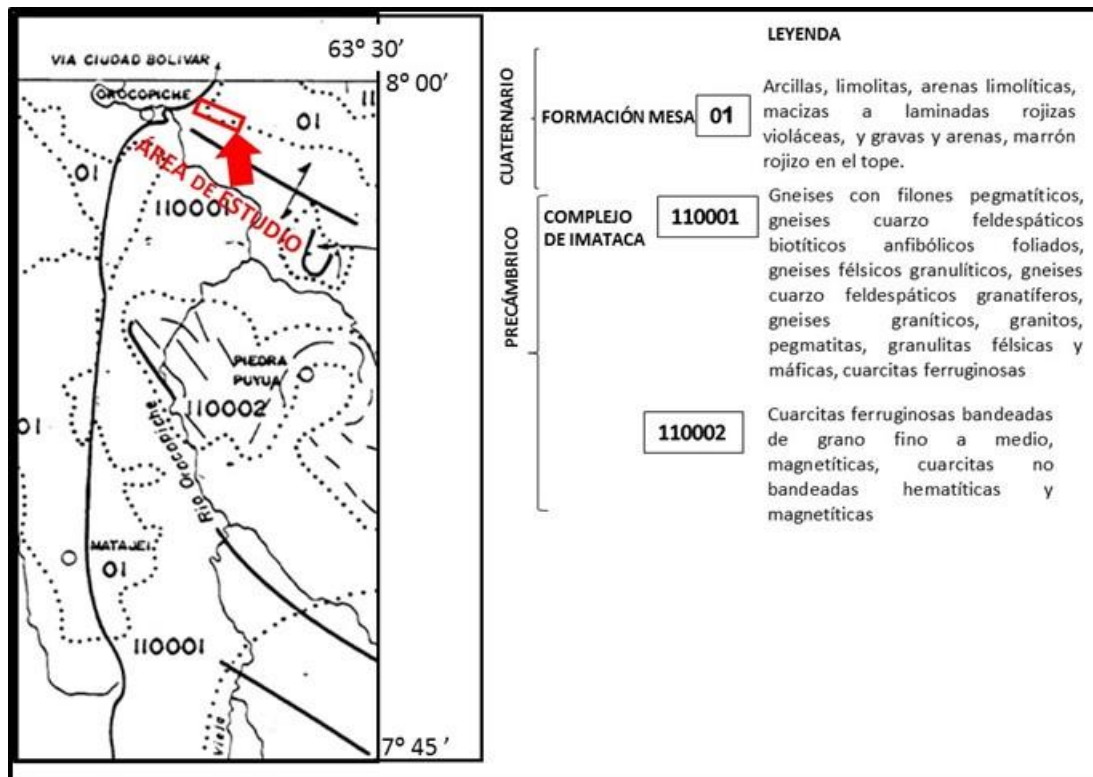


Figura 2.8 Mapa geológico del sector central norte de la hoja NB-20-2, a escala 1:100.000 (CVG Tecmin, 1991).

Descripción litológica: consiste de arenas, algunas de grano grueso con gravas, de color blanco a gris, amarillento, rojo y púrpura, algunas cementadas con cemento ferruginoso, muy duras, con estratificación cruzadas (PDVSA- Intevep, 2005). Conglomerado de color rojo a casi negro, algunas con elementos líticos redondeados, tipo pudinga, de tamaño grande aproximadamente 15 centímetros de diámetros, en una matriz de arcilla-arenoso de color gris claro a amarillo (PDVSA- Intevep, 2005). Arcilla de color gris, rojo y amarillo intenso, algunas moteadas, abigarradas y en lentes discontinuos de arcilla arenosa y lentes de limonita (Gonzales de Juana, 1946 y Furrer

y Castro, 1997 en PDVSA- Intevep, 2005). Los sedimentos de la Formación Mesa gradan de Norte a Sur de más Gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte. Desde la parte central de Monagas al macizo de Guayana, gradan de más finos a más gruesos (PDVSA- Intevep, 2005).

Espeor: es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur como consecuencia de los cambios en la sedimentación fluvial y deltaica, y aumenta de Oeste a Este por el avance de los sedimentos deltaico (González de Juana, et., 1980 en PDVSA- Intevep, 2005). Su espesor máximo puede llegar a alcanzar los 275 metros, mientras que en el Estado Bolívar llega a los 80 metros o más (PDVSA- Intevep, 2005).

Contactos: en el Estado Bolívar la Formación Mesa suprayace en posición discordante a las rocas del Complejo de Imataca (PDVSA- Intevep, 2005). Por debajo de la Formación Mesa, en ocasiones debajo de las capas de suelo y como terraza de inundación se observa la presencia de roca meteorizada del basamento, fracturada y diaclasada.

### **2.4.3 Sedimentos del Reciente**

Los componen materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por aguas de escorrentía y el viento hacia los diferentes ríos de la región. Los materiales comprenden cantos, peñones gravas, arenas, limos, arcillas, coloides y otras partículas en suspensión que se han depositados desde el Holoceno hasta el presente en el fondo de los cauces de los ríos, formando depósitos de cauces, y en épocas de crecidas, originando las barras de meandros y depósitos de inundación.

## 2.5 Geología local

En la porción del mapa geológico de Venezuela de Paul C. Hackley y otros, 2006, donde está incluida la zona de estudio se observan tres (3) unidades estratigráficas de Arqueano a Proterozoico Temprano pertenecientes al Complejo de Imataca, conformadas por migmatitas, rocas silíceas intrusivas y gneises, donde le suprayace la Formación Mesa perteneciente al Pleistoceno (Figura 2.9).

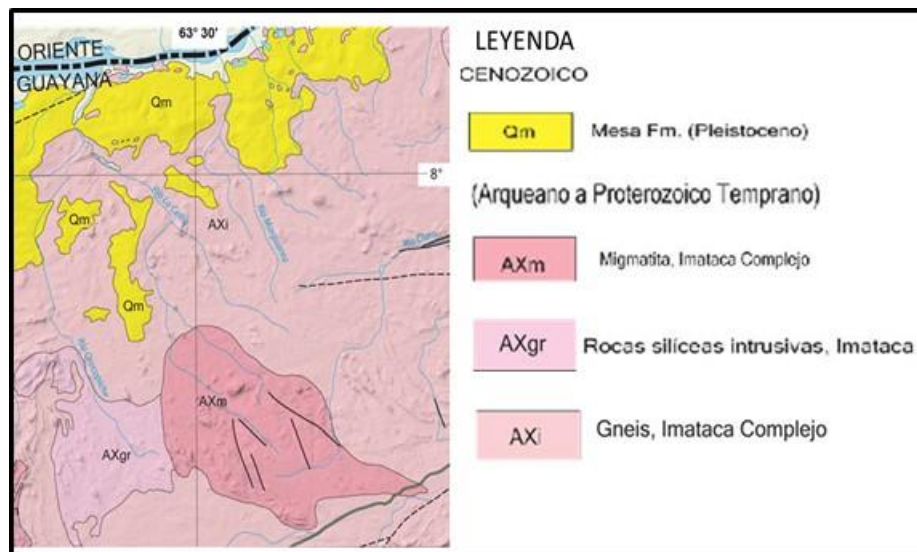


Figura 2.9 Mapa Geológico local (Paul C. Hackley y otros, 2006).

## 2.6 Geomorfología

De acuerdo al mapa geomorfológico de la hoja NB-20-2 de CVG Tecmin, (1991), el área de estudio se encuentran un sistemas geomorfológico erosivo con paisaje de 2 tipos de peniplanicies, uno de llanura aluvial (código Pl 1-11) con topografía plana, pendiente entre 0 a 4%, con ningún o poco grado de disección y bien

drenada; y el otro con relieve de colinas de altura media y vegas con topografía suavemente ondulada, con pendiente de 4 – 8 % (Figura 2.10)

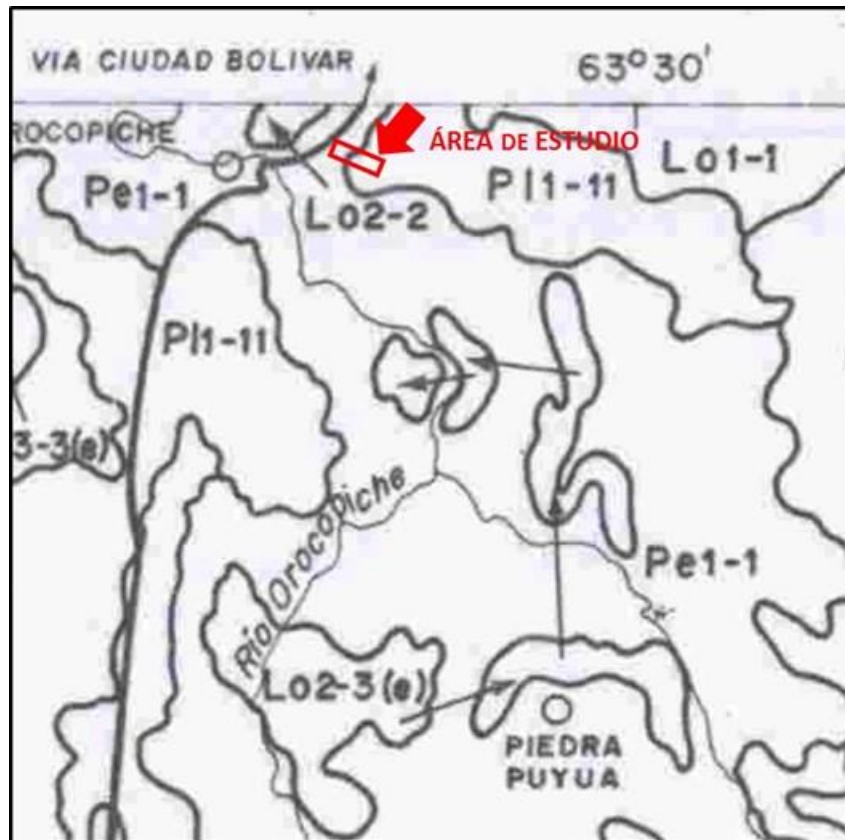


Figura 2.10 Sector central norte del mapa geomorfológico de la hoja NB-20-2, a escala 1:100.000 (CVG Tecmin, 1991).

## 2.7 Suelos

De acuerdo a las observaciones y datos de campo en la zona de estudio, se pudo determinar que los suelos se caracterizan por ser de origen deposicional, desarrollados a partir de la Formación Mesa y de los Sedimentos del Reciente; y también se encuentran suelos residuales producto de la descomposición de las rocas del Complejo de Imataca.. En general son suelos muy profundos, de más de 150 cm; en el caso de los suelos de la

Formación Mesa, en superficie se presentan conformados por arenas medias a finas de colores marrón grisáceo y marrón amarillentos, y por arenas media a gruesa de color rojizo y arenas gruesas a media de color amarillo rojizo. Los suelos a orillas de la quebrada Caratero son arenosos de grano medio a muy fino limosos de color gris claro y más lejos de ella son arenosos de grano medio a grueso de color gris claro. Los suelos residuales se caracterizan por ser areno-limosos de color marrón claro (Figura 2.11).



Figura 2.11 Suelos de la zona de estudio: A y B suelos asociados a los Sedimentos del Reciente, (C) suelos de la Formación Mesa y (D) Suelos Residuales.



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

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

Campos D. y Ramírez C. (2022). Realizaron el trabajo titulado “CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LOS AFLORAMENTOS AL OESTE DE LA QUEBRADA CARDOZO, EN EL SECTOR DEL BALNEARIO CANAÁN, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.”, Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo; que para el logro de los objetivos se realizó la recolección de 5 muestras de sedimento, las cuales fueron procesadas en los laboratorios de la Escuela de Ciencias de la Tierra, para análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico; además las curvas granulométricas. Se determinó mediante las columnas sedimentológicas, que en los suelos predominan las arenas gruesas a medias de colores marrón grisáceo y marrón claro, y no se le observaron estructuras. Los sedimentos son típicos de sedimentos aluviales de las quebradas de la zona de influenciada por cambios de lecho del río. Los espesores de las capas varían entre 15 y 72 cm. Los afloramientos estudiados tienen una orientación NW\_SE, se presentan muy diaclasados, en bloques esféricos muy motorizados con los mayores tamaños en las cotas superiores, que son de 86 msnm con dimensiones superiores a los 2 metros. Las rocas presentes en estos afloramientos son Gneis foliados de granos media a grueso, de color gris claro a oscuro; que presentan zonas de cizallamiento al NW, donde se encuentran fragmentos de cuarzo flotante, asociados a la zona de cizalla. Según el análisis de las muestras de las rocas se determinó que en la zona de estudio predominan Gneis granítico biotítico de grano medio, de colores blancos con bandas negras, con textura granoblástica a gnéisica, débilmente foliada y en menor proporción Granulita máfica, de grano medio de color negro grisáceo, de textura granoblástica y Gneis monzónico de grano medio,

con textura granoblástica, y metamorfismo muy bajo. Los gneises están constituidos mineralógicamente por Mica biotita 30%, Plagioclasa 40%, Cuarzo 15%, Hornblenda 8% y Feldespatos 7%. Las granulitas están constituidas mineralógicamente por Plagioclasa 40%, Mica biotita 5%, Hornblenda 35% y Piroxenos 20%. Los gneises monzónicos están constituidos por los minerales Feldespatos 10%, Plagioclasa 30%, Cuarzo 25%, Biotita 5% y Hornblenda 30%. Las estructuras geológicas presentes en los afloramientos de la quebrada Cardozo son: familias de las diaclasas ortogonales y conjugadas, cizallamiento y foliaciones. Las diaclasas ortogonales tienen un azimut  $20^{\circ}$  y  $280^{\circ}$ , las diaclasas conjugadas tienen azimut  $300^{\circ}$  y  $335^{\circ}$ ; además existe otro patrón de fracturas oblicuas con un azimut de  $70^{\circ}$ . La zona de falla es paralela a la familia de diaclasas de azimut  $N45^{\circ}$ . Las unidades geológicas presentes en la zona de la quebrada Cardozo en el sector del Complejo Turístico Canaán son el Complejo de Imataca<sup>3</sup>, la Formación Mesa, y Sedimentos Recientes. En el mapa geológico-estructural, la Formación Mesa representa aproximadamente el 65% del total de superficie y que se deposita en forma discordante sobre el Complejo de Imataca, que representa aproximadamente el 15% del total de superficie y es donde se identifican diaclasas, zonas de cizalla y foliaciones. Estas unidades son atravesadas por la Quebrada Cardozo la cual va depositando la tercera unidad que son los “Sedimentos Recientes”, los cuales representan aproximadamente el 20% del total de la superficie y cuya exposición está en los márgenes de la quebrada. En las calicatas se determinó que predominan las arenas gruesas a medias de colores marrón grisáceo y marrón claro, sin estructuras; y son sedimentos aluviales de las quebradas de la zona influenciada por cambios en el lecho del río. Los diferentes estratos de suelos presentes en la quebrada Cardozo según la norma ASTM-D2487-00 fueron clasificados como “Arenas medias a gruesas, mal gradadas con pocos finos o sin finos” de simbología SP.

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G)- Técnica Minera C.A. (TECMIN). (1989). PROYECTO INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA. Informes de Avance. Clima, Geología, Geomorfología, Suelos,

Vegetación. Este trabajo se utilizará para recopilar información sobre geología, hidrología, clima y vegetación.

## **3.2 Fundamentos teóricos**

### **3.2.1 Clasificación textural de los sedimentos**

El amplio rango de tamaños de las partículas en los sedimentos y rocas sedimentarias, hace que las escalas logarítmicas o geométricas sean mucho más prácticas que las lineales; debido a esto se han desarrollado gran cantidad de escalas (Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2001).

La Escala de Udden-Wentworth es la escala más usada por los sedimentólogos. Usa el milímetro (mm) como punto de partida para estimar el diámetro promedio de tamaño de cada una de las partículas sedimentarias. Emplea la razón  $\frac{1}{2}$  para obtener los diámetros límites de sus clases de tamaño (1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ , entre otros), por lo que se extiende desde valores menores que 256 mm a mayores que 256 mm (Tabla 3.1). Se obtienen así los términos de la escala granulométrica, divididos en cuatro clases, de más pequeño a más grande: arcilla, limo, arena y grava (Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2001).

Tabla 3.1 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Modificada de Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2.001).

Características Del sedimento		Fragmento	Grado	Tamaño (mm)		Tamizado	Nombre de la roca Consolidada	
				Decimal	Fracción			
Sedimento	Granular (Análisis mecánico)	Canto rodado (Cantos grandes)	Canto o bloque	Muy Grande		4-2m.	Pasa por el tamiz N°3 y es retenida por el tamiz N°4	Conglomerado
				Grande		2-1m.		
				Mediano		1-0,5m.		
				Pequeño		0,5-0,256m.		
		Gujarro (Cantos medianos)	Guijón	Grande		256-128		
				Pequeño		128-64		
		Grava (Cantos pequeños)	Guijarros	Muy Gruesa		64-32		
				Gruesa		32-16		
				Media		16-8		
	Fina				8-4			
		Gránulos	Muy Fina		4-2			
	Cohesivo (Análisis por pipeteado hidrómetro)	Arena	Muy Gruesa	2-1	2-1	Pasa por el tamiz N°4 y es retenida por el tamiz N° 200	Arenisca	
			Gruesa	1-0,5	1-1/2			
			Media	0,5-0,25	1/2-1/4			
			Fina	0,25-0,125	1/4-1/8			
			Muy fina	0,125-0,0625	1/8-1/16			
		Limo	Grueso	0,0625-0,0313	1/16-1/32	Pasa Por el tamiz NO200	Limolita	
			Medio	0,0313-0,0156	1/32-1/64			
Fino			0,0156-0,0078	1/64-1/128				
Muy fino			0,0078-0,0039	1/128-1/256				
Arcilla	Gruesa	0,0039-0,0020	1/256-1/512		Lutitas y Argilitas			
	Media	0,0020-0,0010	1/512-1/1.024					
	Fina	0,0010-0,0005	1/1.024-1/2.048					

### **3.2.2 Columna estratigráfica**

Las columnas estratigráficas son los medios gráficos más útiles y familiares de expresar los datos estratigráficos de las secciones medidas. Las columnas estratigráficas muestran las secuencias verticales, interrelaciones y espesor de unidades estratigráficas e ilustran su litología por símbolos convencionales.

La elaboración de una columna estratigráfica es un proceso que implica el análisis del registro geológico en cualquier tipo de afloramiento sedimentario. Donde se toman en consideración las características litológicas y físicas de un nivel estratigráfico en particular, ya que resultan importantes para conocer los procesos que intervinieron en su formación. Uno de los parámetros más sencillos de apreciar en campo viene a ser sin duda, las estructuras sedimentarias, debido a que se hallan a escala macro y microscópica, además de que son bastante frecuentes en arenisca y calizas, tanto en depósitos sedimentarios antiguos como en recientes. Su identificación, asociada a la litología permite entender la serie de cambios sedimentológicos no solo en un nivel aislado, sino a través de un set completo de la secuencias (Blandón, A, 2002).

### **3.2.3 Parámetros estadísticos de los sedimentos**

Existen diversas maneras para representar los caracteres físicos de un sedimento a partir de:

#### **3.2.3.1 Mediana (Md)**

Es el punto medio de la distribución del sedimento y está determinado por el punto donde se interceptan la curva acumulativa y la línea del 50 por ciento. Indica que

el 50% del material es más grueso y el 50% más fino. El primer y el tercer cuartil (Q1 y Q3, respectivamente) son determinados de manera idéntica mediante la intersección de las curvas acumulativas con las líneas de 25 y 75 por ciento, respectivamente (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

### 3.2.3.2 Coeficiente de sesgo o simetría (Sk)

Demuestra el grado de simetría con respecto a la modalidad de la curva indicando dónde ocurre la mayor concentración de partículas del mismo diámetro con respecto al diámetro medio; en otras palabras, muestra en qué lado del diámetro medio ocurre el mayor escogimiento del material (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

$$SK = \frac{Q1, Q3}{Md^2} \quad (3.1)$$

Si se usa log10 de Sk en vez de Sk, el valor de la simetría perfecta permanece en cero, y todos los otros valores son o positivos o negativos, dependiendo de la dirección en que la curva esté sesgada. (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). Los valores de simetría pueden compararse con la tabla propuesta por Folk, R. y Ward, W. (1957) (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001), para obtener el índice de asimetría (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

Índice de asimetría	Rango
Muy asimétrico positivo	+1.00 a + 0.30
Asimétrico positivo	+0.30 a + 0.10
Simétrico	+0.10 a - 0.10
Asimétrica negativa	- 0.10 a - 0.30
Muy asimétrica negativa	- 0.30 a -1.00

### 3.2.3.3 Curtosis o agudez del pico (K)

Representa la agrupación apretada de las frecuencias en la modalidad. Puede ser expresada por la fórmula:

$$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} \quad (3.2)$$

En la cual, Q1 y Q3 son los cuartiles, P95 indica la coordenada de la abscisa en el punto de la curva acumulativa correspondiente con el 95% y P5 la coordenada de la abscisa en el punto de la curva acumulativa correspondiente con el 5% (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001) (Tabla 3.3)

Tabla 3.3 Escala de curtosis (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

<b>Término o clase</b>	<b>Rango</b>
Muy platicúrtica	< 0,67
Platicúrtica	0,67 – 0,90
Mesocúrtica	0,90 – 1,11
Leptocúrtica	1,11 – 1,50
Muy Leptocúrtica	1,50 – 3,00
Extremadamente Leptocúrtica	> 3,00

Las formas básicas de curtosis pueden observarse en la figura 3.1 donde las curvas leptocúrticas presentan el pico más agudo y las platicúrticas son curvas más achatadas.

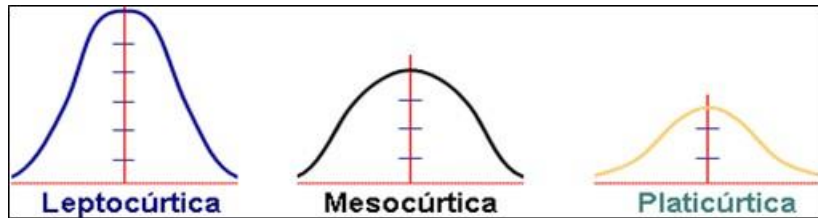


Figura 3.1 Tipos de curtosis de una curva (Quispe, R. 2014).

### 3.2.3.4 Coeficiente de uniformidad (U)

Representa el cociente entre el diámetro del grano, tal que el 60% de la muestra es inferior a él, y aquel diámetro donde el 10% de la muestra es inferior al mismo. Para un sedimento completamente uniforme,  $U=1$  y si  $U \neq 1$  el sedimento no es uniforme. (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). El coeficiente propiamente dicho emplea el P40 y P90 como medida estadística, este se expresa por la fórmula:

$$U = \frac{P_{40}}{P_{90}} \quad 3.3$$

### 3.2.3.5 Coeficiente de selección (So)

Indica la distribución de las partículas a cada lado del diámetro medio (Md), es decir, el grado de uniformidad de los granos. El So mide la desviación de los cuartiles con respecto al diámetro medio. Si los cuartiles están cerca del diámetro medio el sedimento está bien escogido, en caso contrario, lo está pobremente (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

Cuando se clasifica una muestra como bien escogida, significa que todos los granos son relativamente del mismo tamaño, lo que implica a su vez, que la energía se mantuvo constante independientemente si la intensidad es baja o alta (Departamento



de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). El coeficiente de escogimiento es definido por la fórmula:

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} \quad \text{Donde } Q_1 > Q_3 \quad (3.3)$$

De esta fórmula se desprende que a medida que  $Q_1$  se aproxima a  $Q_3$ , el coeficiente se acerca a 1, y mientras más próximo se esté a éste mejor escogido será el sedimento. Así, un valor de  $S_o$  menor que 2,5 indica un sedimento bien escogido, un valor de 3,0 es normal y un valor mayor que 4,5 indica un sedimento mal escogido (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). La tabla 3.4 muestra los rangos de valores según Folk, R. y Ward, W. (1957) correspondientes a los coeficientes de selección.

Tabla 3.4 Rangos de los coeficientes de selección (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

<b>Término o clase</b>	<b>Folk y Wards (1975)</b>	<b>Friedman (1962)</b>
Muy bien seleccionada	<0,35	<0,35
Bien seleccionada	0,36-0,50	0,36-0,50
Bastante bien seleccionada	0,51-0,71	0,51-0,80
Bastante seleccionada	0,72-1,00	0,81-1,40
Mal seleccionada	1,01-2,00	1,41-2,00
Muy mal seleccionada	2,01-4,00	2,01-2,60
Extremadamente mal seleccionada	4,00	>2,60

### **3.2.4 Mecanismos de transporte (Visher)**

Visher (1969), explica que los tres mecanismos de transporte de sedimentos según su criterio son: suspensión, saltación y tracción. Este método utiliza tangentes trazadas en las curvas granulométricas las cuales darán información acerca del tipo de transporte con el que viajan las partículas ya sea de tracción, saltación o suspensión (Figura 3. 2).

Tanto la litología como la granulometría van a depender de la distribución de los granos. La mayoría de las arenas que van hacer depositadas por corrientes unidireccionales, en particular de canales meandriformes van a mostrar dos poblaciones fundamentales: la saltación desde 1.75 a 3 phi (0.313 a 0.125 mm), con quiebre a suspensión de 2.75 a 3.50 phi (0.063 a 0.096 mm) (Visher, 1969). La fracción por tracción ocurre en tamaño más grueso a 0.5 phi (0.625mm).

#### **3.2.4.1 Transporte por suspensión**

El transporte por suspensión es causado por la turbulencia de la corriente donde no se produce un cambio vertical en el tamaño del grano. Estos sedimentos están constituidos por arenas de grano muy fino, típicamente menores de 0,1 mm. El verdadero valor va a depender de la intensidad y turbulencia de la corriente; y podría ser mayor a 0,1 mm.

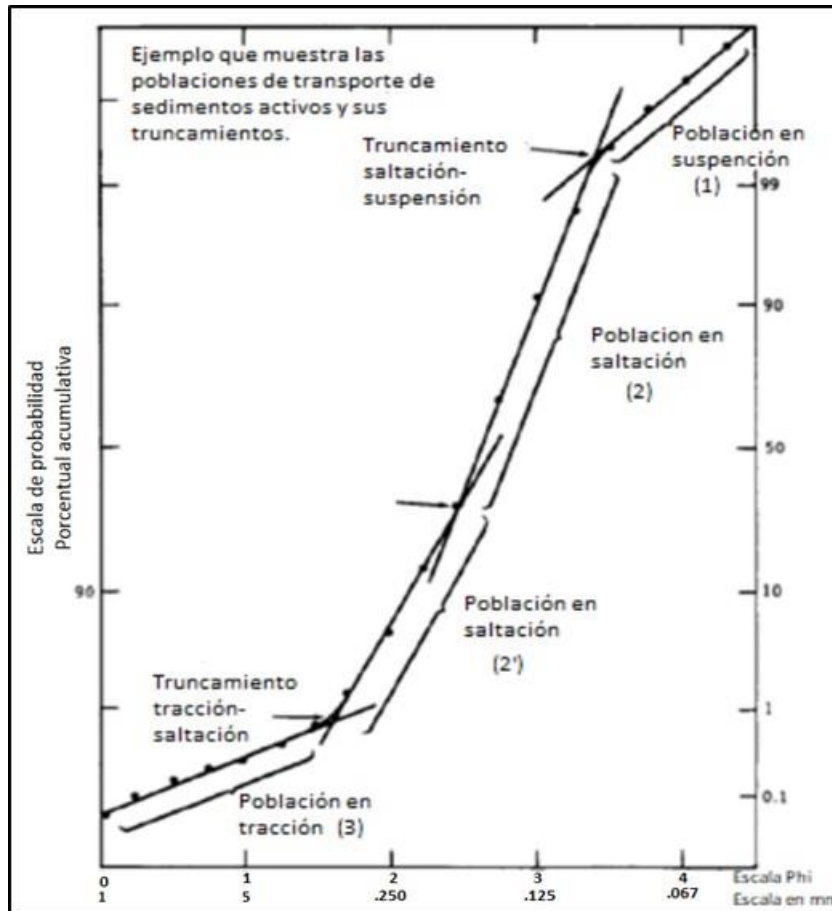


Figura 3.2 Dinámica del transporte de sedimentos con las poblaciones y puntos de truncamiento, en una distribución de tamaño de grano. Modificado de Visher (1969).

### 3.2.4.2 Transporte por saltación

El tamaño máximo de los granos en movimientos por saltación es desconocido; pero de los estudios de la estación experimental de U. S. Waterways (1939), los granos de 0,75 a 1,0 mm han sido muestreado moviéndose dentro de 2 pies del fondo. Granos de este tamaño son depositados por una interacción entre la alfombra de tracción o

fondo y la suspensión graduada. Parcelas log-probabilidad muestran que los granos de este tamaño son el extremo grueso de una sola población.

#### **3.2.4.3 Transporte por tracción o arrastre**

El transporte por arrastre está conformado por granos con una media y un grado de clasificación superior a las otras dos poblaciones. Algunos depósitos fluviales, sin embargo, no muestran esta población, y la población de saltación incluye el material más grueso en la distribución. La razón de esto es desconocida, pero probablemente está relacionado con la remoción de parte de las fracciones más gruesas y al fuerte esfuerzo cortante deposicional en depósitos formados por corrientes continuas.

#### **3.2.5 Clasificación petrográfica de las rocas metamórficas**

La nomenclatura recomendada por la Subcomisión para la Sistemática de las Rocas Metamórficas (SSRM), que es de la IUGS. En este sentido la SSRM recomienda el uso de solo tres nombres raíz: esquisto, gneis y granoblastita (schist, gneiss y grano fels). Al mismo tiempo recomienda el uso de cinco criterios para precisar la terminología (Castro, 2015).

Estos son:

1. La asociación mineral dominante,
2. La estructura de la roca.
3. El tipo de protolito.
4. Las condiciones de metamorfismo
5. la composición química de la roca.

Los dos primeros son los más relevantes en cuanto que son los más directamente observables en el estudio petrográfico preliminar de la roca, incluso en una descripción de campo sin ayuda del microscopio. Un hecho relevante es la implicación de connotaciones genéticas en la terminología usada para las rocas metamórficas. Por lo que es preciso agregar un sexto criterio a los antes mencionados: el grado metamórfico. Por ejemplo, el término esquisto está restringido para rocas de grado muy bajo a medio, De igual modo una roca de grado bajo compuesta por anfíbol y plagioclasa, no podría llamarse anfibolita sino esquisto anfibólico (Castro, 2015).

### **3.2.6 Diagrama de Rosas o Roseta**

Es un histograma circular que muestra los datos de dirección y la frecuencia de cada clase. Los diagramas de rosa son de uso común en la geología sedimentaria para mostrar datos de palaeocorrientes, o la orientación de partículas.

En geología estructural diagramas de rosa se utilizan para trazar la orientación de las diaclasas, fallas, lineaciones y los diques. Las direcciones del viento y frecuencias también se pueden trazar en los diagramas de rosa (Pdfcoffee, 2022).

Una roseta de diaclasas es un diagrama sencillo para visualizar las direcciones de los rumbos generales de estructuras tabulares (diques, vetas) y de planos tectónicos (diaclasas, fallas). En este tipo de diagrama no hay información sobre el buzamiento o la dirección de inclinación. En conclusión, se puede describir este diagrama como un histograma de forma redonda. Con los rangos de azimut al margen del círculo desde arriba (Norte o 0°) hacia abajo (Sur o 180°) en sentido de reloj. La cantidad de los datos a respecto de un rango se encuentra en el eje desde el centro como 0%, y hacia al margen como 100% (Figura 3.3) (Pdfcoffee, 2022).

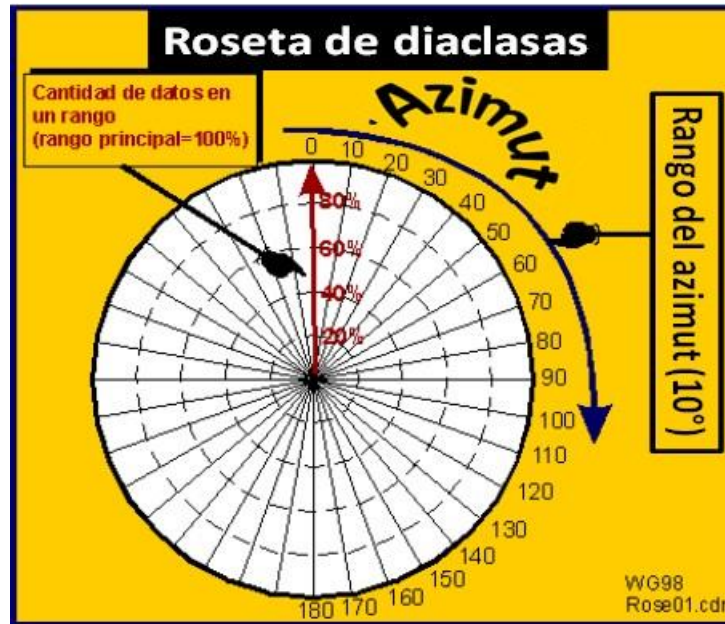


Figura 3.3 Roseta de diaclasas (Pdfcoffee, 2022).

### 3.3 Definición de términos básicos

#### 3.3.1 Rumbo

Línea resultante de la intersección de un plano horizontal ideal y un plano geológico inclinado. Dicha línea de intersección pertenecerá, por tanto, a los dos planos y su orientación se dará por el ángulo horizontal que forma respecto del norte geográfico. Obviamente, un plano horizontal no tiene dirección de capa (Delgado y otros, 2010).

#### 3.3.2 Buzamiento real

Es el ángulo que forma respecto de la horizontal un plano geológico, medido éste en una dirección estrictamente perpendicular a la dirección de capa del mismo plano. Es el ángulo de inclinación máximo que presenta ese plano. Si la dirección en la que

se mide el plano no es perpendicular al rumbo de la capa, obtendremos un ángulo de buzamiento menor, al cual denominaremos buzamiento aparente. Sus valores van de 0 (plano horizontal) a 90° (plano vertical) (Delgado y otros, 2010).

### **3.3.3 Foliación**

Es la persistente estructura planar de las rocas metamórficas derivadas de la alineación paralela de las hojas de minerales como las micas, así como los granos y las capas minerales en escala muy fina. La mayor parte de la foliación es causada por la orientación de los filosilicatos como minerales de arcilla, micas y clorita (Méndez, J. 2006).

### **3.3.4 Afloramiento rocoso**

Un afloramiento o afloramiento rocoso es una exposición visible de roca madre o de depósitos superficiales antiguos en la superficie de la Tierra. Los afloramientos no cubren la mayoría de la superficie terrestre de la Tierra porque en la mayoría de los lugares la roca madre o los depósitos superficiales están cubiertos por un manto de suelo y de vegetación y no se pueden ver ni examinar de cerca. Sin embargo, en lugares donde la cubierta suprayacente se elimina a través de la erosión o por levantamiento tectónico, la roca puede quedar expuesta o recortada. Tal exposición ocurrirá con mayor frecuencia en áreas donde la erosión es rápida y excede la tasa de intemperismo o meteorización, como en las laderas empinadas, las crestas y cimas de montañas, las riberas de ríos y las áreas tectónicamente activas. La roca madre y los depósitos superficiales también pueden quedar expuestos en la superficie de la Tierra debido a las excavaciones humanas como a la extracción y a la construcción de las rutas de transporte (González, I. y Ferrer M. 2002).

### **3.2.5 Gneis**

Rocas cuarzo feldespáticas de grano grueso a medio, con foliación menos marcada que en los esquistos debido a la menor proporción de filosilicatos (Esencialmente moscovita y/o biotita). Para definir una roca como gneis debe contener más de un 20 % de feldespatos. Su origen es diverso, pudiendo derivar tanto de rocas ígneas (ortogneises) como sedimentarias (paragneises); algunos gneises se producen en condiciones de alto grado por fusión parcial de esquistos u otros gneises, denominándose gneises migmatíticos (Bard, P.J., 1985).

### **3.2.6 Sills**

Es una masa tabular de roca ígnea, con frecuencia horizontal, que ha instruido lateralmente entre dos capas antiguas de roca sedimentaria, capaz de lava volcánica o toba volcánica, o a favor de la foliación en rocas metamórficas (Mattauer, Maurice 1973).

### **3.2.7 Diques**

Son extensiones tabulares verticales o fuertemente inclinadas que atraviesan las rocas encajantes (Mattauer, Maurice, 1973).

### **3.2.8 Diaclasas o juntas**

Soriano G. (2013) cita que las diaclasas son fracturas, discontinuidades, en las que, a diferencia de las fallas, no ha habido un desplazamiento significativo entre los dos bloques.



Se reconocen en cualquier tipo de roca (ígneas, metamórficas o sedimentarias) y suponen una evidencia clara de la rotura frágil del macizo rocoso en alguna etapa de su historia deformacional. Dependiendo de las rocas en que se produzcan, las diaclasas tienen una orientación general determinada. Por ejemplo, en las rocas sedimentarias, las diaclasas son, por lo general, perpendiculares a la superficie de estratificación, mientras que en las rocas ígneas pueden tener cualquier orientación. Así en rocas sedimentarias se puede decir que su mayor dimensión es siempre horizontal, mientras que, en rocas ígneas, por lo general no tienen una dimensión preferente.

Las diaclasas se propagan durante un proceso de fractura continuo o mediante una serie de rupturas sucesivas. A menudo se reconocen en familias con espaciados regulares que pueden ser reconocidos en áreas con poca deformación, aunque en otras ocasiones, pueden tener un espaciado irregular.

### **3.2.8.1 Tipos de diaclasas**

Entre los tipos de diaclasas más comunes tenemos según Ramsay J. (1987):

#### **➤ Diaclasa vertical**

Se forman cuando las rocas ígneas se enfrían y se desarrollan fracturas de retracción que producen columnas alargadas en forma de pilares. También recordemos que el alejamiento produce un modelo de diaclasas suavemente curvadas que se desarrollan más o menos en paralelo a la superficie de los grandes cuerpos ígneos, como los batolitos. En estos casos, la formación de diaclasas es consecuencia de la expansión gradual que se produce cuando la erosión elimina la carga supra yacente. En rocas sedimentarias las diaclasas se forman debido a presiones de sobrecargas cuando estratos supra yacentes tienden a fracturar la roca.

### ➤ **Diaclasas conjugadas**

Las diaclasas tienen distintas direcciones y buzamiento, por lo tanto, se cortan en determinados puntos. En el caso más común cuando existen dos o más familias de diaclasas que se interceptan formando ángulos más o menos constantes entre 30 y 60 grados, se denominan sistema de diaclasas conjugadas.

### ➤ **Diaclasas ortogonales**

Las diaclasas tienen iguales dirección de buzamiento, por lo tanto; se cortan en determinados puntos en el caso más común cuando hay un conjunto de familias de diaclasas que afectan el mismo volumen de roca y se interceptan formando ángulos más o menos constante y geométrico semejantes a 90 grados.

## **3.2.9 Sistema de diaclasas**

Se define como dos o más familias de diaclasas que se intersectan a un ángulo aproximadamente constante. Son ortogonales, si entre ellas tienen un ángulo de 90° y si hacen un ángulo de 30° o 60° se habla de sistema conjugado de diaclasas (Van Der Pluijm, B.A. and Marshak, S., 2004).

## **3.2.10 Mapa geológico**

Un mapa geológico es la representación, sobre un mapa topográfico, de los diferentes tipos de rocas que afloran en la superficie terrestre y los tipos de contactos entre ellas. Para distinguir las rocas se utilizan colores. En un mapa geológico también

se reflejan las estructuras tectónicas (pliegues y fallas), yacimientos fósiles, fuentes, recursos minerales, etc. (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, 2011).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo descriptiva según Arias, F. (2012) “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su escritura y comportamiento.”

Basado en esto se define esta investigación como descriptiva, ya que se establecen características litológicas, sedimentológicas y estructurales, a través de exploración en campo; obteniendo así las características del área para el estudio de su comportamiento.

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

Arias, F. (2012), 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 variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.

Por último, esta investigación se define según la estrategia empleada para la recopilación de información como documental y a su vez de campo. Definiendo la investigación documental como aquella cuya estrategia está basada en el análisis de datos obtenidos de diferentes fuentes de información, tales como informes de

investigaciones, libros, monografías y otros materiales informáticos; la investigación de campo es el tipo de investigación basado en métodos o técnicas que permiten recoger datos en forma directa de la realidad donde se presentan (Montilla B. Juan C.,1992).

### **4.3 Población y muestra de la investigación**

#### **4.3.1 Población de la investigación**

Arias, F. (2012) “la población es el conjunto finito o infinito de unidades de análisis, individuos objetos o elementos que se someten a estudio; pertenecen a la investigación y son la base fundamental para obtener la información.”

En el presente caso se considerará como población de la investigación todos los sedimentos y afloramientos presentes en la zona del Fundo Caratero.

#### **4.3.2 Muestra de la investigación**

Arias, F. (2012) “la muestra es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido.

La muestra de esta investigación es de 7 muestras de sedimentos que se recolectaron en 7 calicatas; y 3 muestras de los afloramientos rocosos.

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

Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (Arias, F. 2012).

Ahora bien, la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina un instrumento (Arias, F. 2012).

#### **4.4.1 Revisión bibliográfica y cartográfica**

En cuanto a la revisión bibliográfica se consultaron libros y páginas Web sobre definiciones de términos y clasificaciones técnicas, que se sirvieron de ayuda para obtener datos relacionados con la geología, sedimentología, y antecedentes de estudios previos.

Además se recopiló la cartografía existente, entre ella la hoja cartográfica Mayagua (7439) del año 1971, a escala 1:1000.000, los mapas geológicos y geomorfológicos de la hoja NB-20-2, a escala 1:100.000 de CVG Tecmin, (1991) y las imágenes satelitales de Google Earth.

#### **4.4.2 Observación directa**

Para Arias, F. (2012), la observación directa “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”.

En este trabajo se visitó la zona de estudio durante un asemana para describir las características del área y realizar anotaciones sobre ella.

### **4.4.3 Instrumentos para la recolección de datos**

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó la siguiente instrumentación:

- 1) GPS, calculadora, equipos informáticos (computador, impresora, memoria portátil y teléfono).
- 2) Programas de diseño y estadística asistidos por el computador.
- 3) Libreta de campo, pico, pala, peinilla, brújula, bolsas para muestras, cinta métrica y lupa de geólogo de 10x

### **4.4.4 Técnicas de la ingeniería a utilizar**

#### **4.4.4.1 Inspección de campo**

En esta etapa se realizó la inspección o reconocimiento del área, para conocer las vías de acceso al área, ubicar las estaciones de trabajo y analizar toda la información necesaria sobre la zona de estudio, que permitió posteriormente realizar el levantamiento de campo. Entre las actividades que se realizaron después de realizar esta etapa fueron:

El levantamiento de campo con el fin de obtener observaciones y mediciones que permitan elaborar un mapa geológico, recolección de muestras a través de levantamiento geológico y estudios petrográficos.

#### **4.4.4.2 Chequeo de campo**

La ejecución de las labores de campo implicará realizar la recopilación de datos sobre las características físico-naturales; la descripción de las unidades sedimentarias tales como Sedimentos del Reciente y la Formación Mesa, a través de la apertura de calicatas, coordenadas U.T.M. de los sitios de esas excavaciones y recolecciones de muestras de cada estrato identificado en ellas; y la descripción de los afloramientos anotando datos sobre las coordenadas U.T.M., los tipos de litologías y las estructuras geológicas asociadas, y mediciones de datos de rumbo y buzamiento de las estructuras.

#### **4.4.4.3 Mapas geológicos de superficie**

El mapa geológico es un documento bidimensional pero constituye la representación de unos objetos espaciales que tienen tres dimensiones. Resulta de expresar la intersección de los volúmenes litológicos sobre la superficie de la Tierra.

Ésta última es también una superficie tridimensional, lo que va a permitir extraer datos sobre la disposición espacial de las unidades geológicas debido a las variaciones topográficas.

#### **4.4.4.4 Memoria explicativa**

Interpretación de resultados de campo y análisis de laboratorio de las muestras seleccionadas y analizadas para diferentes propósitos cartográficos.

Procesamiento e integración de información cartográfica, de imágenes satelitales y de levantamiento de campo para representar en un mapa geológico de superficie de las unidades estratigráficas aflorantes y las estructuras asociadas observadas en el campo.

## **4.5 Flujograma de la investigación**

Este trabajo se realizó en 4 etapas que son: 1) Planificación y selección del área. 2) Trabajo de campo, 3) Análisis de laboratorio y 4) Trabajo de oficina. A continuación, se presenta el flujograma (Figura 4.1) correspondiente a las actividades planteadas, en el cual se pueden apreciar los pasos a seguir para la validación del estudio realizado.

### **4.5.1 Etapa 1: Planificación y selección del área**

Esta etapa constituye el inicio de la investigación y es de vital importancia. Para la selección del área se tomaron varios aspectos, la ubicación del área y que hubieran vías de acceso, que estuviera relativa cerca de Ciudad Bolívar debido a los costos del traslado, la seguridad del área en cuanto a maliantes, e información cartográfica y bibliográfica; posteriormente se realizó un reconocimiento de la zona para planificar el trabajo de campo, y ubicar las estaciones.

#### **4.5.1.1 Recopilación bibliográfica y cartográfica**

Para la elaboración de esta investigación se revisaron fuentes bibliográficas para documentar metodologías a utilizar en el procesamiento de los datos de campo tales como la clasificación de los sedimentos según Udden- Wentworth, la clasificación de las partículas de sedimentos según Power, los mecanismos de transporte de los sedimentos según Visher y clasificación de las rocas metamórficas, entre otros términos geológicos complementar la información acerca del tema en estudio. Obteniendo la información mediante la revisión de material bibliográfico como: tesis, textos, e informes técnicos sobre temas geológicos.



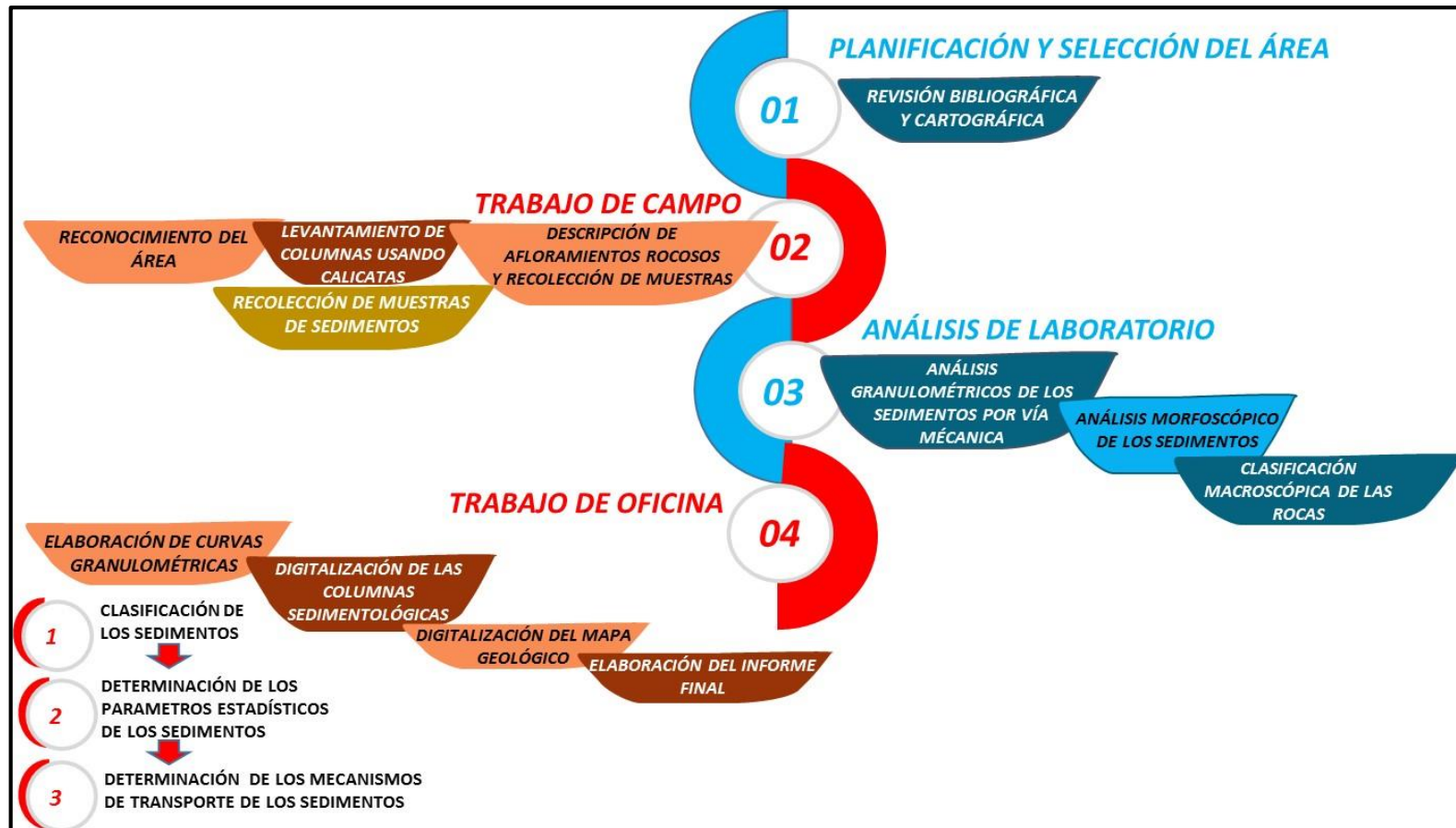


Figura 4.1 Flujo de la investigación.

Para este trabajo se revisó e interpretó el material cartográfico a escala 1:100.000, específicamente la Hoja Mayagua (7439) de Cartografía Nacional del año 1971, los mapas geológicos y geomorfológicos de la hoja NB-20-2, a escala 1:100.000 de CVG Tecmin, (1991) y las imágenes satelitales de Google Earth.

#### **4.5.2 Etapa 2: Trabajo de campo**

Los pasos para esta actividad fueron:

- 1) Reconocimiento del área
- 2) Levantamiento de columnas sedimentológica realizando calicatas y recolección de muestras.
- 3) Descripción de los afloramientos rocosos y recolección de muestras.

##### **4.5.2.1 Reconocimiento del área**

Consistió en realizar un recorrido de la zona realizando caminatas y recorrido con un vehículo para conocer las vías de acceso al área, ubicar las estaciones de trabajo y anotar las características sobre la zona de estudio y toma de fotografías del paisaje, que permitió posteriormente realizar el levantamiento de campo.

En esta fase se establecieron 9 estaciones de trabajo de ellas 6 en la unidad de Sedimentos del reciente, 2 en afloramientos del Complejo de Imataca y 1 en la unidad de Suelos Residuales.

#### 4.5.2.2 Levantamiento de columnas sedimentológicas a partir de calicatas

Lo primero que se hizo fue y asignarle un número a cada estación y determinar con el GPS las coordenadas U.T.M., luego se hicieron las calicatas para observar y medir con la cinta métrica los espesores de los diferentes estratos, seguidamente se realizó la descripción de las litologías y el color de los sedimentos, se observó si tenían estructuras sedimentarias; y se tomaron de fotografías de las calicatas (Figura 4.2, 4,3).

Posteriormente se recolectaron las muestras de sedimentos de cada estrato, que fueron de 1Kg, aproximadamente, y que se colocaron en bolsas plásticas con sus respectivas etiquetas (Figura 4.4).



Figura 4.2 Actividad de apertura de calicatas (A) y descripción (B).

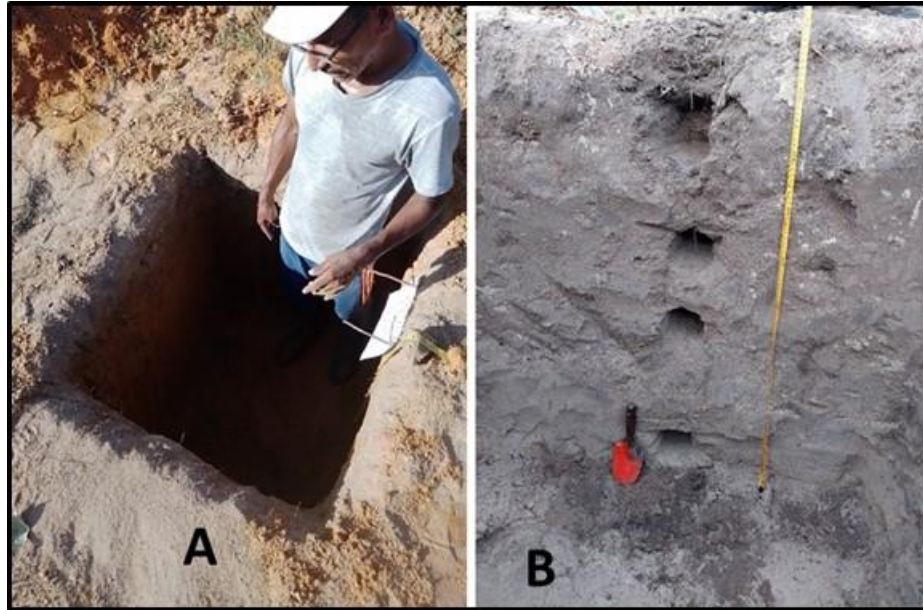


Figura 4.3 Calicata terminada (A) y muestreo (B).



Figura 4.4 Muestras recolectadas etiquetadas.

### 4.5.2.3 Descripción de los afloramientos rocosos, medición de rumbo y buzamiento de las estructuras y recolección de muestras de rocas

Lo primero que se hizo fue determinar con el GPS las coordenadas U.T.M de las estaciones ubicadas en los afloramientos rocosos, luego se midieron los rumbos y buzamientos de la foliación y las diaclasas, y posteriormente la recolección y etiquetado de las muestras y la toma de fotografías (Figura 4.5).

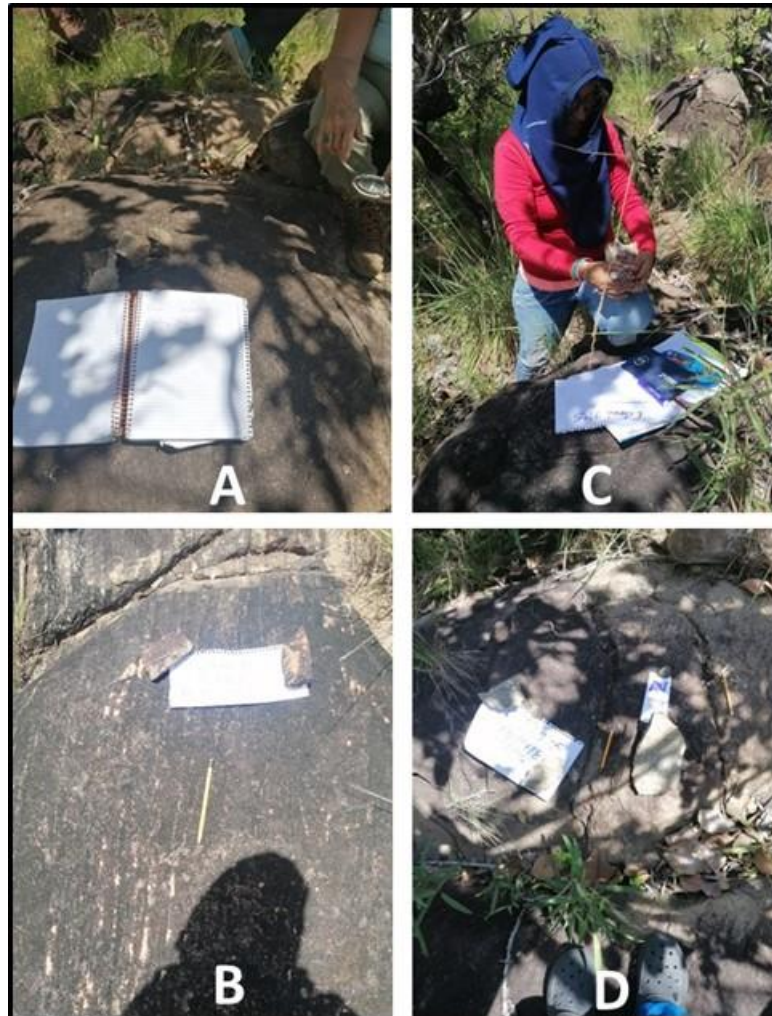


Figura 4.5 Medición de rumbos de las estructuras (A y B), identificación y fotos de rocas (C y D).

### **4.5.3 Etapa 3: Análisis de laboratorio**

Se realizaron 2 tipos de análisis granulométrico por tamizado y morfosκόpico.

#### **4.5.3.1 Análisis granulométrico por vía mecánica (tamizado)**

A las 8 muestras de sedimentos se les realizó el análisis por tamizado y se utilizaron los tamices 10,18, 35, 60, 120, 200 y el pan. Que consistió, primero en pesar cada tamiz en la balanza electrónica, pesar una porción de cada muestra entre 500 a 600 gr, se seleccionaron tamiz por tamiz desde el mayor diámetro al menor diámetro, se colocó la muestra en el primer tamiz conjuntamente con el pan, y se inició el tamizado manual sacudiendo los tamices uno por uno conjuntamente con el pan, se anotaron los pesos del material retenido más el pan y el peso del pan con la muestra. Todos esos datos se anotaron en una tabla identificada con el sector de estudio la estación y la muestra con las coordenadas U.T.M-Huso 20.

### **4.5.4 Etapa 4: Trabajo de oficina**

En esta etapa se realizaron las curvas granulométricas, la clasificación de los sedimentos, la inferencia del mecanismo de transporte por método de Visher, la digitalización de las columnas sedimentológicas, la digitalización del mapa geológico y la redacción del informe final.

#### **4.5.4.1 Elaboración de las curvas granulométricas**

Se elaboraron las 8 curvas granulométricas, utilizando Excel de la aplicación Office 2016, con los datos del % retenido y el diámetro de las partículas de acuerdo a la tabla del análisis granulométrico (Tabla 4.2) (Figura 4.6).

Tabla 4.2 Minuta para los datos de la curva granulométrica.

E1-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	646,60	47,00	9,06	9,06	90,94
35	0,5	556	698,00	142,00	26,74	35,80	64,20
60	0,25	289,4	489,40	200,00	38,54	74,33	25,67
120	0,125	494,1	584,10	90,00	17,34	91,67	8,33
200	0,075	502,2	522,20	20,00	3,85	95,53	4,47
PAN		479,3	499,30	20,00	3,85	99,38	0,62
				<b>Peso Final</b>	<b>519,0</b>	<b>99,38</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>531,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-12,0</b>		

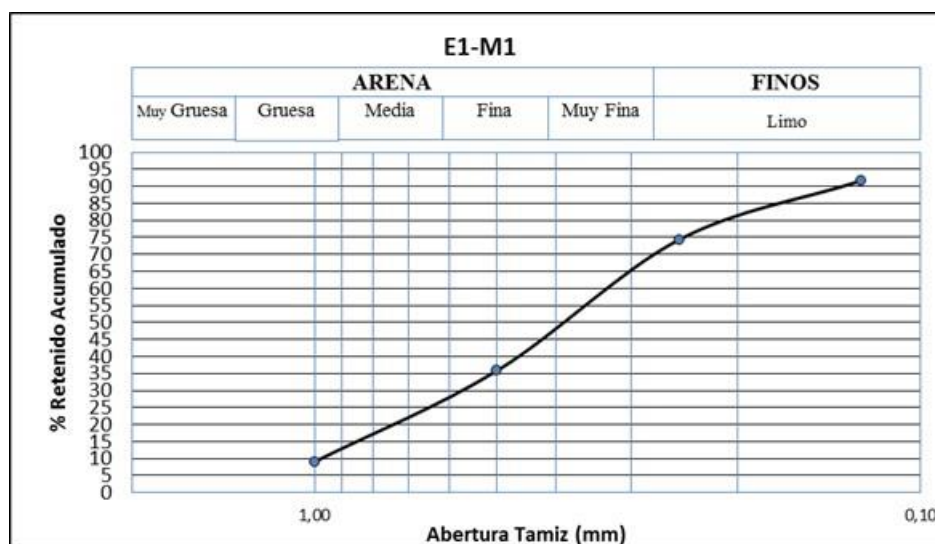


Figura 4.6 Curva granulométrica realizada en la aplicación Excel.

#### 4.5.4.2 Clasificación de los sedimentos

Las curvas granulométricas de las 8 muestras fueron analizadas, para clasificar a los sedimentos de acuerdo a la clasificación por tamaño de partículas de Udden – Wentworth, que posteriormente fueron incluidas en una tabla resumen elaborada en Excel con las texturas de cada una de las muestras.

#### 4.5.4.3 Inferencia del mecanismo de transporte por método de Visser

A cada curva granulométrica se les trazaron tangentes para separar las diferentes subpoblaciones de mecanismo de transporte, en la aplicación PowerPoint, y luego se determinaron los diámetros de las partículas de cada una de ellas. Para así inferir los mecanismos que depositaron o transportaron a las partículas de sedimentos.

Para determinar los mecanismos de transporte se analizaron las 5 muestras que son representativas de las estaciones estudiadas (Figura 4.7).

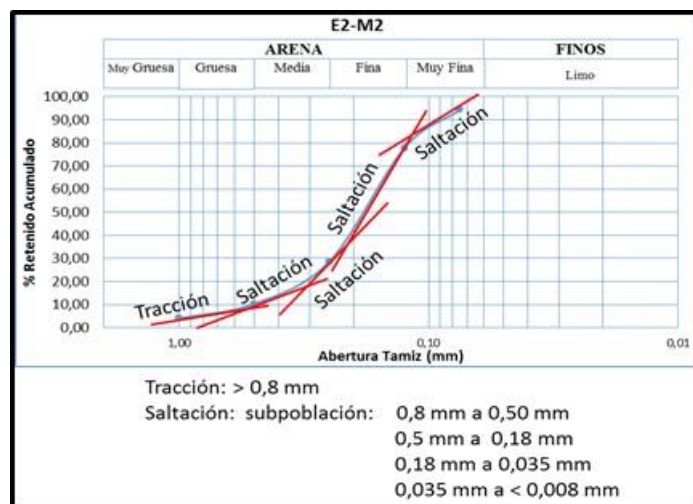


Figura 4.7 Curva granulométrica interpretada por Visser.

#### 4.5.4.4 Cálculo de los parámetros estadísticos de los sedimentos

Los parámetros estadísticos de los sedimentos como la Mediana (Md), el coeficiente de sesgo o simetría (Sk), la curtosis (K), el coeficiente de Uniformidad (U) y el Coeficiente de Selección (So), se calculan por las ecuaciones presentadas en la Tabla 4.3, utilizando los diámetros de las partículas para los cuartiles de 25% y 75%



(Q<sub>1</sub> y Q<sub>3</sub>), la Mediana (Md), y los percentiles 5, 40, 90 y 95 (P<sub>5</sub>, P<sub>40</sub>, P<sub>90</sub> y P<sub>95</sub>), que se obtienen a partir de la curva granulométrica elaborada con los porcentajes retenidos acumulados (Figura 4.8).

Tabla 4.3 Ecuaciones para calcular los parámetros estadísticos de los sedimentos.

<b>Simetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Coefficiente de Uniformidad</b>	<b>Coefficiente de Selección</b>
$Sk = \frac{Q_1, Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$

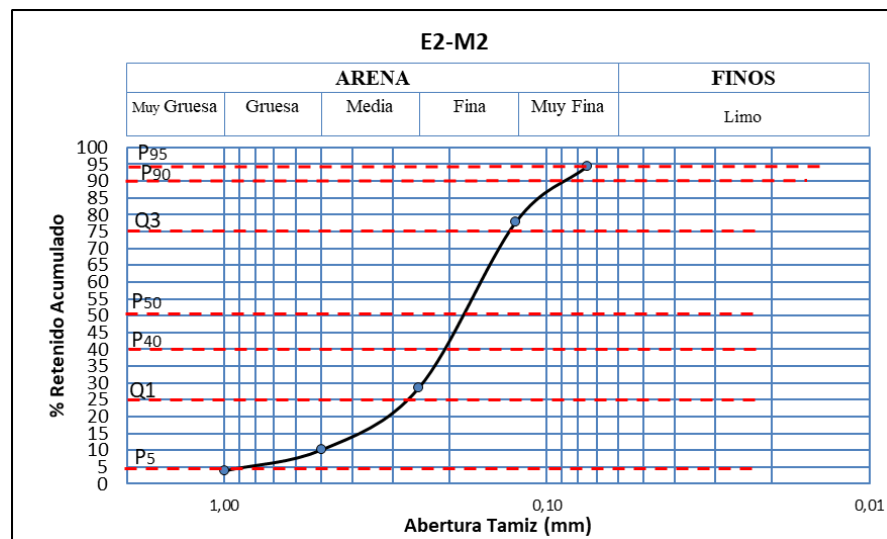


Figura 4.8 Curva granulométrica con los cuartiles y percentiles.

#### 4.5.4.5 Digitalización de las columnas sedimentológicas

Se utilizó la aplicación de PowerPoint de Office 2016, para digitalizar las 7 columnas sedimentológicas de las estaciones 1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9, utilizando tablas y

formatos de tramas, y los datos de espesor, litología y muestras, a escala 1:10 (Figura 4.9).

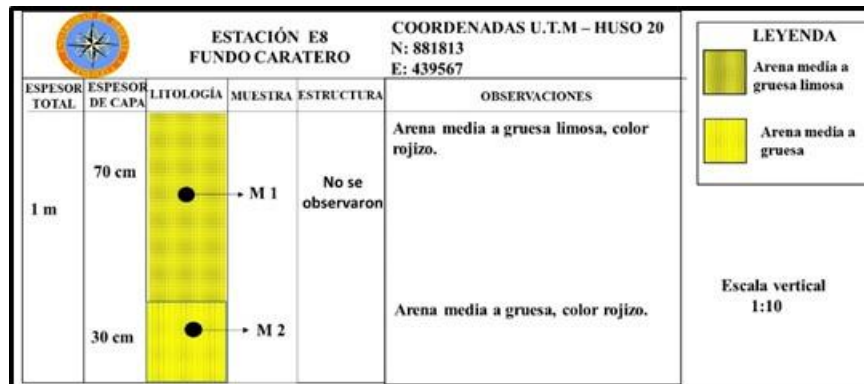


Figura 4.9 Columna sedimentológica digitalizada en PowerPoint.

#### 4.5.4.6 Elaboración de los diagramas de rosas

Para identificar las estructuras y los patrones presentes en la zona de estudio, se elaboraron diagramas de rosas utilizando los datos obtenidos en campo, como lo son los rumbos de las diaclasas y foliaciones.

Se realizó con la ayuda de un software especializado en diagrama de rosas (Stereonet), primeramente, se convirtieron los datos de rumbo a azimuth para poder ingresarlos a la data del software y así obtener el diagrama, para posteriormente, analizarlo.

En la ventana de la derecha en seleccionar New DataSet y colocar el nombre del proyecto, en la parte de abajo de esa ventana seleccionar Add Datum para escribir cada dato copiando el azimuth y el nombre de la línea a trazar en el diagrama. Para borrar algun dato se selecciona y se hace clip en Delete (Figuras 4.10, 4,11 y 4.12)

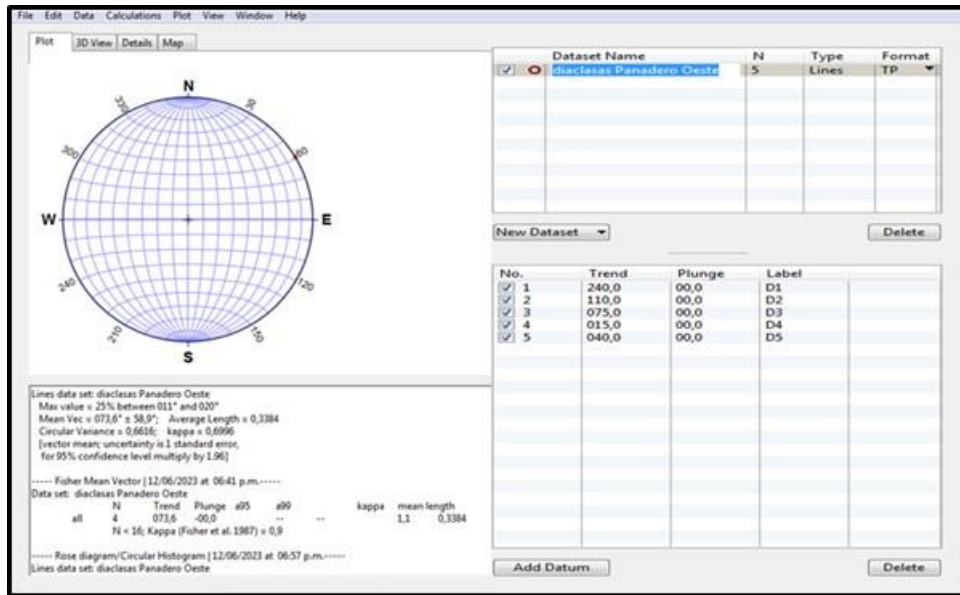


Figura 4.10 Ventana del software Stereonet, para cargar los datos iniciales.

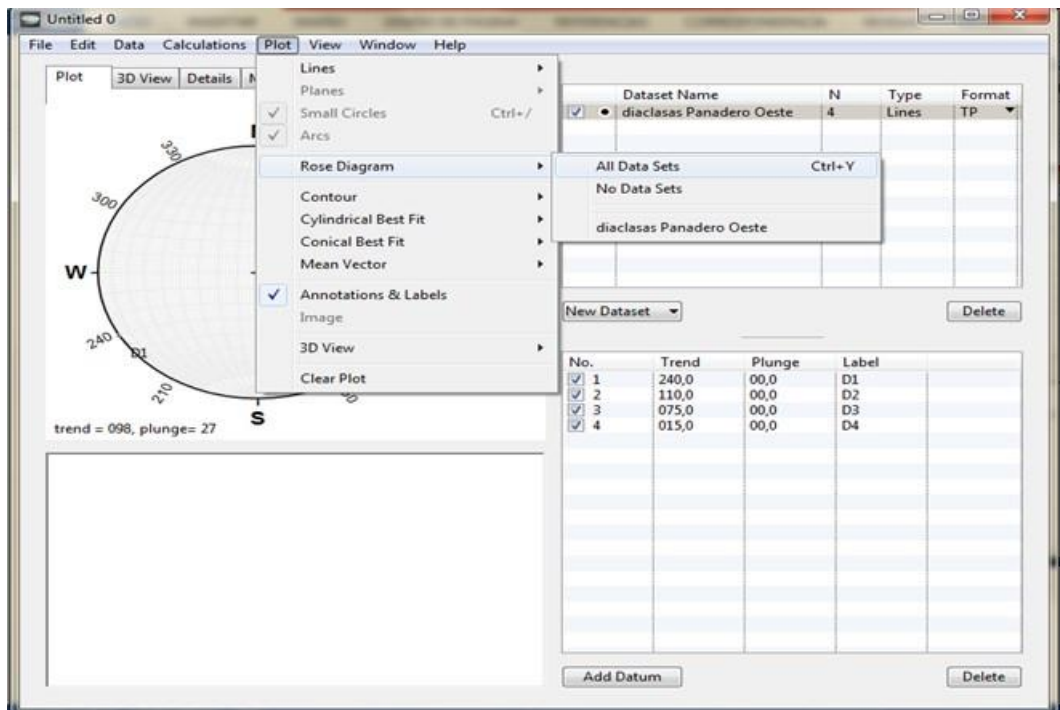


Figura 4.11 Ventana de la izquierda de software Stereonet, para activar la generación del Diagrama de Rosa, en la pestaña "Rose Diagram".

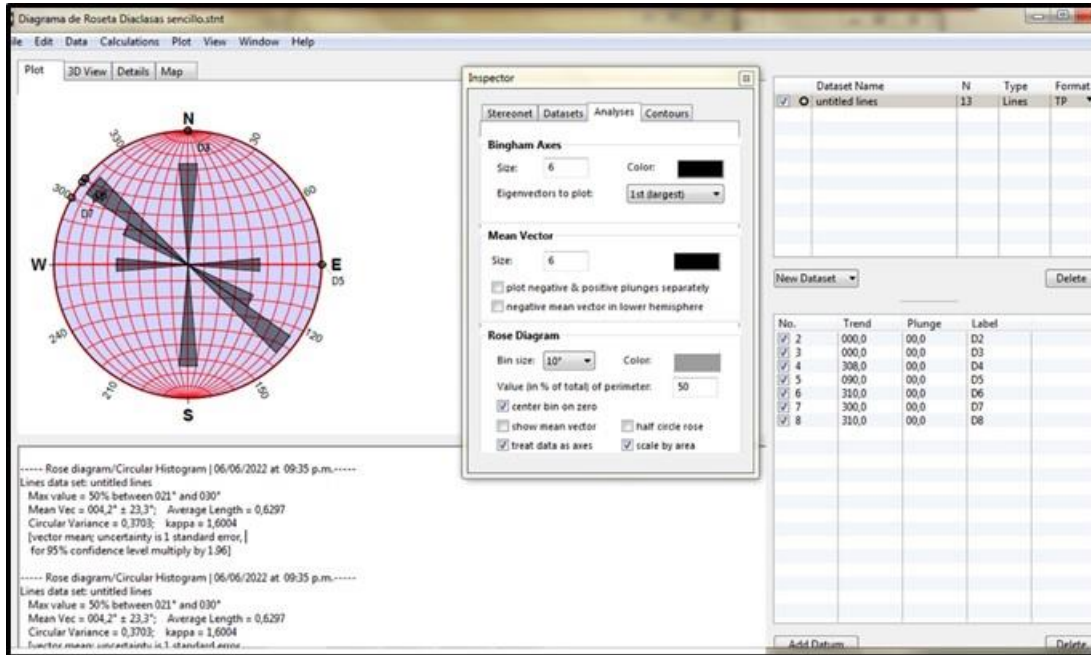


Figura 4.12 Ventana de la izquierda de software Stereonet, con la generación del “Diagrama de Rosa” con las etiquetas de los datos.

#### 4.5.4.7 Digitalización del mapa geológico

Para el mapa geológico se utilizó la información de la imagen satelital de Google Earth con la ubicación de las estaciones con las coordenadas U.T.M, la hoja cartográfica a escala 1:10000 de cartografía y los datos del levantamiento de campo; el cual fue digitalizado utilización la aplicación de PowerPoint del Office 2016 y AutoCAD 2008. En este mapa se colocó la información de la ubicación relativa del área y la leyenda de la litología y símbolos geológicos.

#### **4.5.4.8 Redacción del informe final**

El informe final fue elaborado en Word de la aplicación Office 2016, con toda la formación de campo y los resultados de los diferentes análisis. Utilizando el formato establecido por la Escuela de Ciencias de la Tierra.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 Descripción de las unidades geológicas presentes en el área de estudio

Para realizar el estudio de las diferentes unidades estratigráficas presentes en el área de estudio se ubicaron varias estaciones, a las cuales se les determinaron las coordenadas y se ubicaron inicialmente en una imagen usando Google Earth (Tabla 5.1 y Figura 5.1)

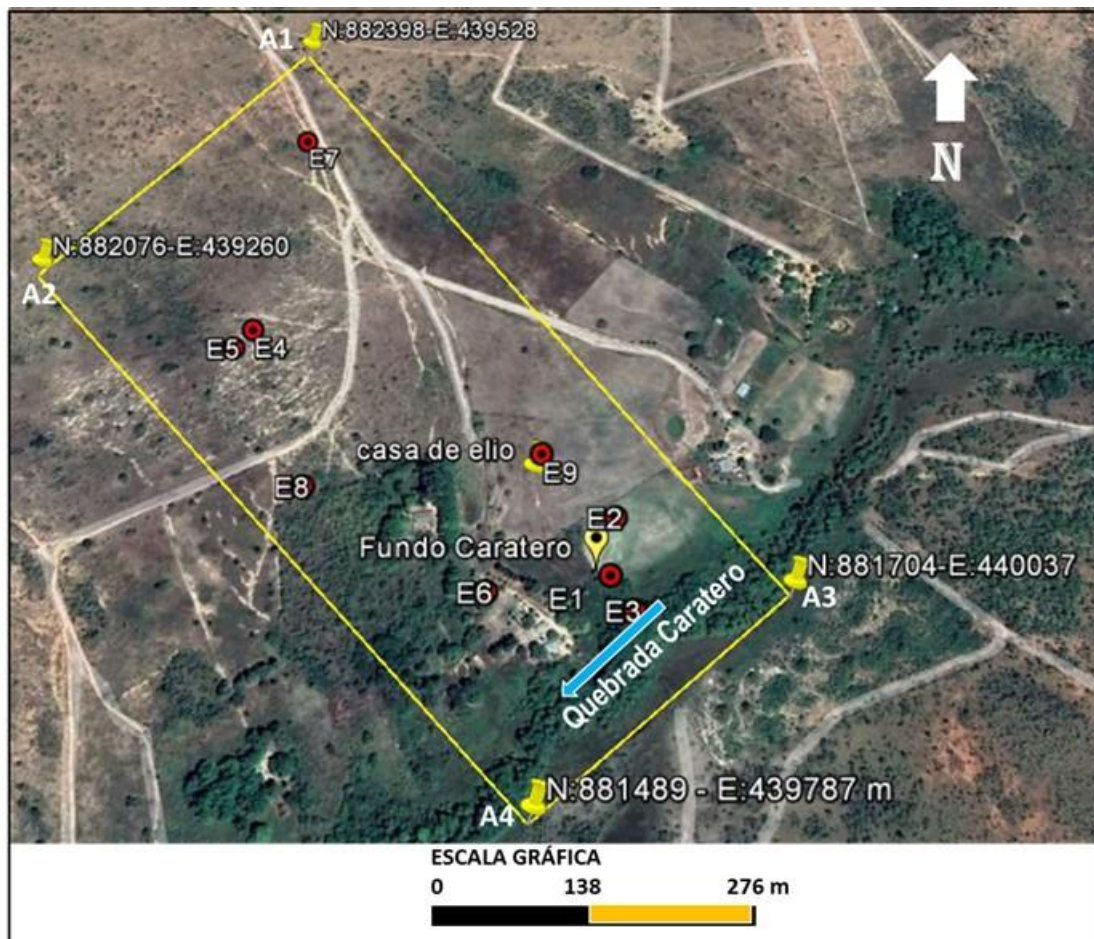


Figura 5.1 Imagen con las estaciones de trabajo en el área de estudio.

Tabla 5.1 Estaciones de trabajo en el área de estudio.

ESTACIÓN	COORDENADAS U.T.M REGVEN (WG884) HUSO 20		COTA (m.s.n.m)	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA
	NORTE	ESTE		
E1	881718	439868	87	Sedimentos del Reciente
E2	881780	439875	88	
E3	881682	439890	86	
E4	882000	439500	95	Complejo de Imataca
E5	881977	439482	94	
E6	881700	439749	89	Formación Mesa
E7	882256	439539	104	Suelos Residuales
E8	881813	439567	92	Formación Mesa
E9	881851	439803	90	
CASA DEL FUNDO	881829	439789	88	

En la zona del fundo Caratero, se identificaron 4 unidades estratigráficas, que son rocas del Complejo de Imataca, Suelos Residuales, la Formación Mesa y Sedimentos del Reciente.

Los afloramientos del Complejo de Imataca se encuentran al suroeste del sector del fundo Caratero, se caracteriza por gneises de grano medio y de grano medio a fino, de colores blancos rosáceos y grises, con finas bandas negras y blancas, foliados y diaclasados, con pliegues flujo (Figuras 5.2 y 5.3).

La foliación en la estación E4 tiene un rumbo N35<sup>0</sup>E, y las diaclasas rumbo S80<sup>0</sup>W, N20<sup>0</sup>W y N70<sup>0</sup>W; y en la estación E5, la foliación también tiene un rumbo N35<sup>0</sup>E, y las diaclasas rumbo S30<sup>0</sup>W y N10<sup>0</sup>E (Figura 5. 4).

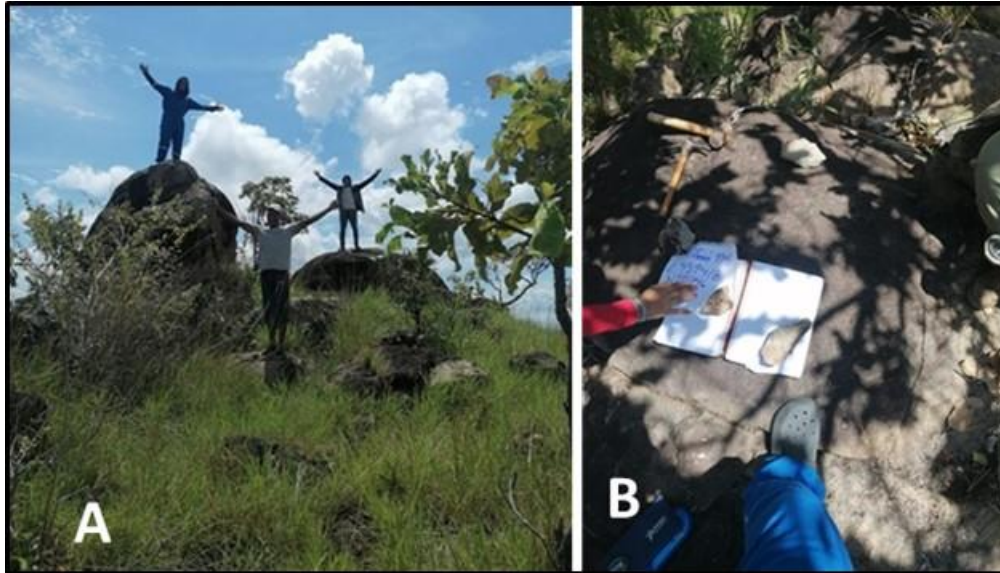


Figura 5.2 Afloramientos de gneises: A) Panorámica y B) Detalle.

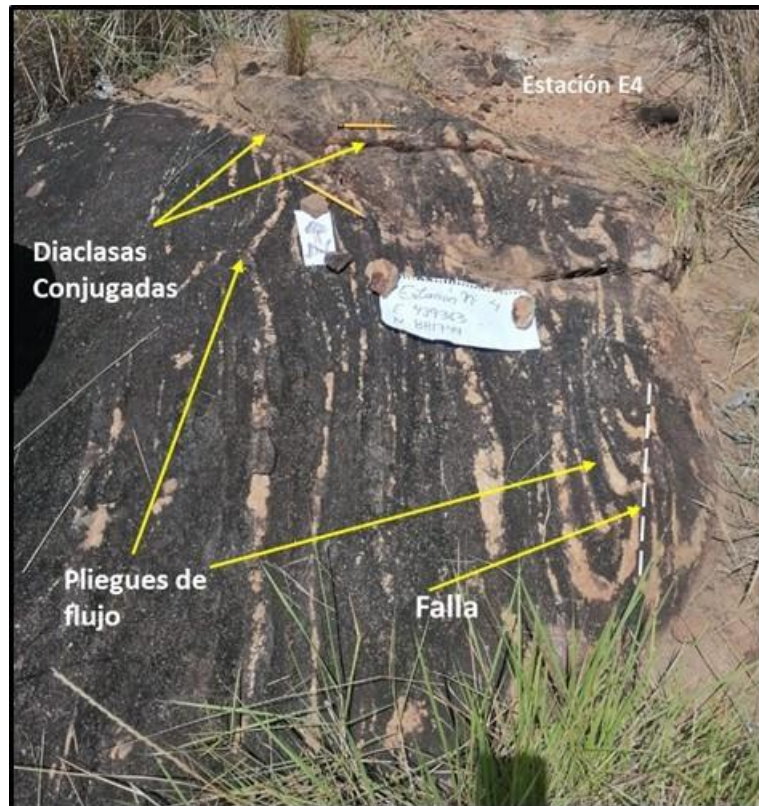


Figura 5.3 Gneises foliados, con diaclasas, falla y pliegues.



La unidad de suelos Residuales se encuentra al oeste del Fundo Caratero y se caracteriza por arenas finas limosas, de color marrón claro y arenas gravosas limoarcillosa, marrón rojiza y amarillenta (Figura 5.5).



Figura 5.5 Arenas finas limosas, de color marrón claro, de los Suelos Residuales, en el sector oeste del fundo Caratero.

La Formación Mesa se caracteriza por sedimentos tales como arena media a fina, marrón grisáceo, arenas medias a fina, marrón amarillento, arenas medias a gruesas, rojizas y arenas gruesas a medias, amarillas rojizas (Figura 5.6).

Figura 5.4 Gneis foliado, con diaclasas conjugadas (A) y pliegues de flujo (B). Estación E5.

Los Sedimentos del Reciente se caracterizan por arenas medias a muy finas limosas y arenas medias a gruesa, de color gris claro, que se encuentran bordeando las márgenes de la quebrada Caratero y sus afluentes (Figura 5.7).



Figura 5.6 Arenas media a gruesa, rojiza, de la Formación Mesa, sector este del fundo Caratero.



Figura 5.7 Arenas medias a muy finas limosas, gris claro de la unidad Sedimentos del Reciente bordeando a la quebrada Caratero.

## 5.2 Descripción de las columnas sedimentológicas levantadas en el fundo Caratero

En la zona de estudio se recolecto información de los sedimentos en 6 estaciones, de ellas 2 que en la unidad de Sedimentos del Reciente, en las estaciones son E1 y E2; 2 en la Formación Mesa que son las estaciones E8 y E9 y 1 en la unidad de suelos Residuales que es la de la estación E7.

### 5.2.1 Columna sedimentológica de E1

La estación E1 se encuentra ubicada, en la margen izquierda de la quebrada Caratero río y tiene una profundidad de 1m, y a esa profundidad se encontró el nivel freático (Figura 5.8)



Figura 5.8 Calicata en E1, en la margen derecha de la quebrada Caratero.

En la figura 5.8 se presenta la columna digitalizada de la estación E1, donde se observan un estrato, de arena media a muy fina limosa, gris claro, a la que no se le observaron estructuras sedimentarias (Figura 5.9)



Figura 5.9 Columna sedimentológica de E1, en la margen derecha de la quebrada Caratero, fundo Caratero.

### 5.2.2 Columna sedimentológica de E2

La estación E2 se encuentra ubicada a unos 10 metros al norte de la estación E1, en la margen derecha de la quebrada Caratero, la calicata realizada tiene una profundidad 1,18 m (Figura 5.10).

En la figura 5.10 se presenta la columna digitalizada de la estación E2, donde se observa un solo estrato constituido por arenas medias a gruesas, color gris claro.



Figura 5.10 Calicata en la estación E2, sector fundo Caratero.



		<b>ESTACIÓN E2 FUNDO CARATERO</b>			<b>COORDENADAS U.T.M – HUSO 20</b> N: 881780 E: 439875		<b>LEYENDA</b>  Arena media a gruesa
ESPESOR TOTAL	ESPESOR DE CAPA	LITOLOGÍA	MUESTRA	ESTRUCTURA	OBSERVACIONES		
1,18 m	1,18 m	● → M 1 ● → M 2 ● → M 3 ● → M 4		No se observaron	Arena media a gruesa, color gris claro.		
							Escala vertical 1:10

Figura 5.11 Columna sedimentológica de la estación E2, fundo Caratero.

### 5.2.3 Columna sedimentológica de E6

La estación E6 se encuentra ubicada a unos 100 metros al oeste de la estación E1, en la margen derecha de la quebrada Caratero, la calicata realizada tiene una profundidad 1 m (Figura 5.12).



Figura 5.12 Calicata en la estación E6, sector fundo Caratero.

En la figura 5.13 se presenta la columna digitalizada de la estación E6, donde se observa un solo estrato constituido por arenas finas limosas, color marrón grisáceo claro.

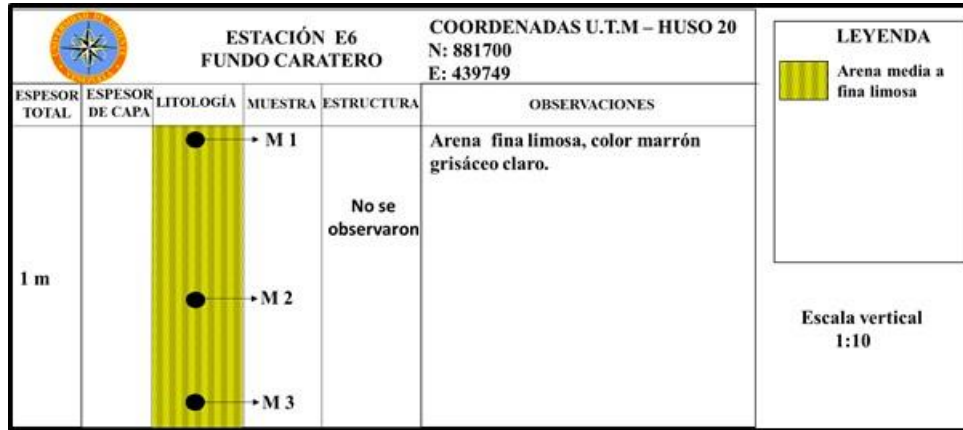


Figura 5.13 Columna sedimentológica de la estación E6, fundo Caratero.

### 5.2.3 Columna sedimentológica de E7

La estación E7 se encuentra ubicada en la Unidad de Suelos Residuales, hacia el noroeste del fundo Caratero, la calicata realizada fue de un metro de profundidad (Figura 5.14).





Figura 5.14 Calicata en la estación E7, al oeste del fundo Caratero.

En la columna digitalizada de la estación E7, se observan 3 estratos arenosos. En la base de la columna se encuentran 1 estrato de roca meteorizada caracterizada por una arena fina limoarcillosa, marrón amarillenta rojiza, de 10 cm; hacia la parte media roca meteorizada caracterizada por un arena gravosa a limoarcillosa, marrón rojiza y amarillenta se presenta 1 estrato de 20 cm de espesor, y en el tope 1 estrato arena fina limosa, color marrón claro, de 70 cm. de espesor (Figura 5.15).

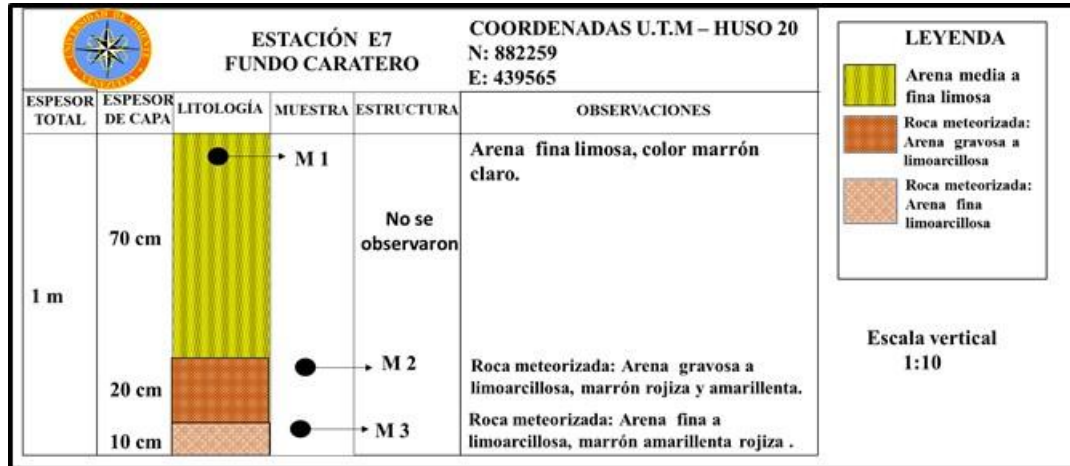


Figura 5.15 Columna sedimentológica de E7, al oeste del fundo Caratero.

### 5.2.4 Columna sedimentológica de E8

La estación E8 se encuentra ubicada al suroeste del fundo Caratero, y la calicata tiene una profundidad de 1 m (Figura 5.16).

En la figura 5.14 se presenta la columna digitalizada de la estación E8, donde se observan 2 estratos pertenecientes a la Formación Mesa, en la base se encuentra una Arena media a gruesa, rojizo, con un espesor de 30 m, y en el tope arenas medias a gruesas limosas, de color rojizo, con un espesor de 70 cm (Figura 5.17).



Figura 5.16 Calicata en E8, al SW del fundo Caratero.

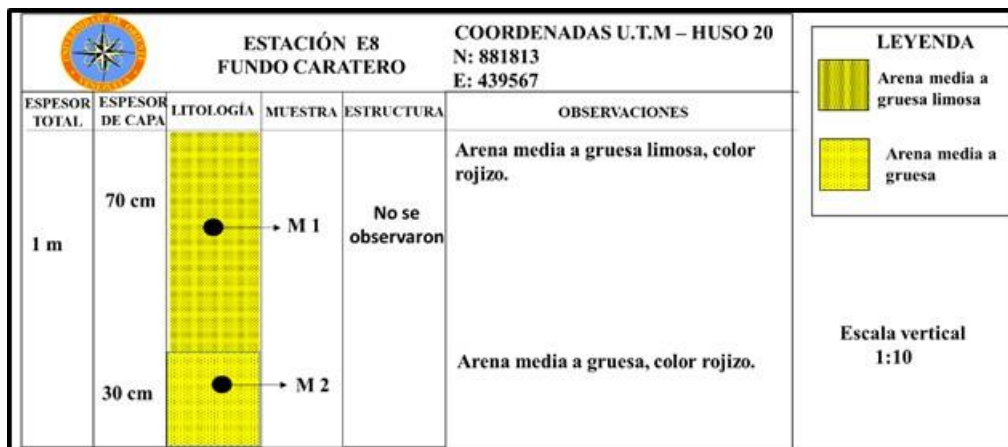


Figura 5.17 Columna sedimentológica de E8, al suroeste del fundo Caratero.

### 5.2.5 Columna sedimentológica de E9

La estación E9 se encuentra ubicada al noroeste del fundo Caratero, y la calicata tiene una profundidad de 1 m (Figura 5.18).



Figura 5.18 Columna sedimentológica de E9, al NW del fundo Caratero.

En la figura 5.19 se presenta la columna digitalizada de la estación E9, donde se observan 2 estratos pertenecientes a la Formación Mesa, en la base se encuentra una arena gruesa a media gravosa, de color rojo amarillento, con un espesor de 20 m, y en

el tope arenas gruesas a medias limosas, de color marrón grisáceo, con un espesor de 80 cm.

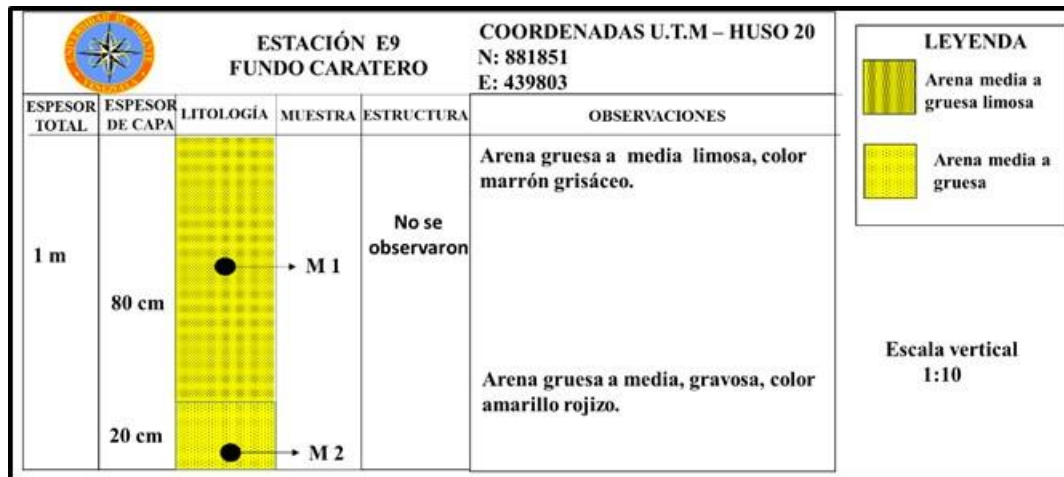


Figura 5.19 Columna sedimentológica de E9, al noroeste del fondo

### 5.3 Descripción macroscópica de las rocas aflorantes

En la zona de estudio se recolectaron 2 muestras de rocas en la estación E4 y E5, identificadas como E4-M1 y E5-M1.

La muestra E4-M1 es un gneis cuarzo feldespático de grano medio, de color blanco y gris, con bandas finas negras, probablemente por los minerales máficos, foliado; y de acuerdo a la observación macroscópica se determinó la presencia cuarzo (30-35%), feldespato (35-40%), plagioclasa (20-25%) y biotita (5-3%).

La muestra E4-M2 es un gneis cuarzo feldespático foliado, en la descripción macroscópica de la muestra de mano: a simple vista es una roca dura, alterada, homogénea, de tamaño de grano medio a fino, en general la muestra es de color blanco con tonos rosáceo, probablemente producto de la meteorización, y se observan finas

bandas paralelas y orientadas de color negro a gris oscuro probablemente por la presencia de minerales máficos. y de acuerdo a la observación macroscópica se determinó la presencia cuarzo (30-35%), feldespato (35-40%), plagioclasa (20-25%) y biotita (5-3%) (Figura 5.20).



Figura 5.20 Gneis cuarzo feldespático de grano medio a fino, blanco rosáceo y gris (Muestra E4-M2). A: Muestra de mano y B y C: Muestra con aumento de 10 X.

#### 5.4 Descripción de las estructuras geológicas de los afloramientos rocosos del área de estudio usando diagramas de rosetas

En las rocas aflorantes del Complejo de Imataca en las estaciones E4 y E5, se encuentran foliadas y presentan 5 familias de diaclasas verticales conjugadas con rumbos de S80<sup>0</sup>W, N20<sup>0</sup>W, N70<sup>0</sup>W, N30<sup>0</sup>W y N10<sup>0</sup>E, y la dirección de la foliación en ambas estaciones es N35<sup>0</sup>W (Tabla 5.2). Del análisis del Diagrama de rosetas de las diaclasas, se determinó que existen 2 sistemas de diaclasas conjugadas en la estación E4 y un sistema para la estación E5 (Figura 5.21).

Tabla 5.2 Datos de rumbos y azimut de las foliaciones y las diaclasas.

ESTACIÓN	DATOS DE RUMBO	AZIMUT
E4	FOLIACIÓN N35 <sup>0</sup> E, DIACLASA 1 (D1) RUMBO: S80 <sup>0</sup> W, DIACLASA 2 (D2) RUMBO: N20 <sup>0</sup> W DIACLASA 3 (D3) RUMBO: N70 <sup>0</sup> W	N35 <sup>0</sup> N260 <sup>0</sup> N340 <sup>0</sup> N290 <sup>0</sup>
E5	FOLIACIÓN RUMBO: N35 <sup>0</sup> E, DIACLASA 4 (D4) RUMBO: N30 <sup>0</sup> W, DIACLASA 5 (D5) RUMBO: N10 <sup>0</sup> E	N35 <sup>0</sup> N330 <sup>0</sup> N10

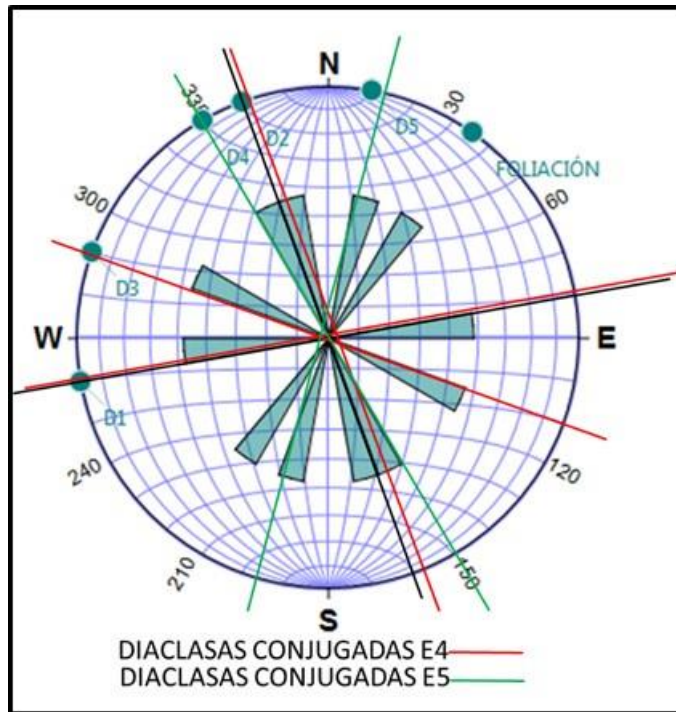


Figura 5.21 Diagrama de rosas de las diaclasas y la foliación de las estaciones E4 y E5

El análisis de los datos de azimut de las diaclasas de la estación E4, indican que existen 2 sistemas de diaclasas conjugadas, conformados por las diaclasas D2 con D3 y D2 con D3, con una dirección de esfuerzos NE-SW; y en el caso de los afloramientos en la estación E5, las diaclasas también son conjugadas con la misma dirección de los esfuerzos (Figuras 5.22 y 5.23).



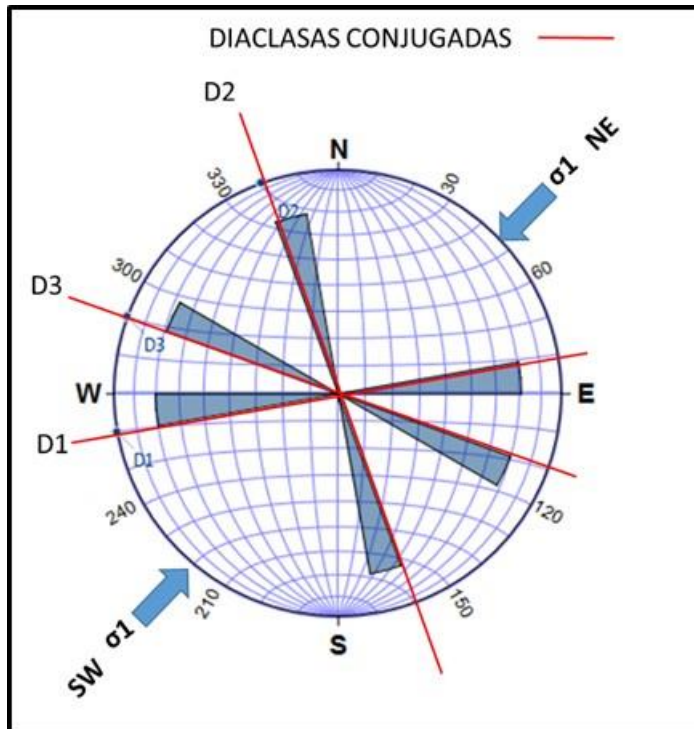


Figura 5.22 Diagrama de rosas de las diaclasas de las estaciones E4, con la dirección de los esfuerzos.

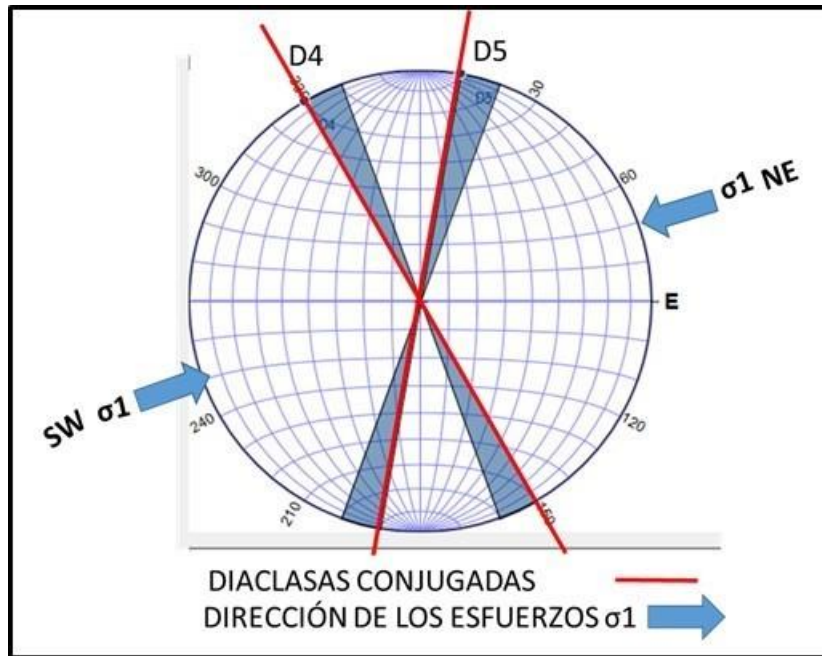


Figura 5.23 Diagrama de rosas de las diaclasas de la estación E5, con la dirección de los esfuerzos.

### 5.5 Clasificación textural de los sedimentos por la escala Udden-Wentworth

De las 8 muestras de sedimentos clasificadas por la escala de Udden Wentworth, recolectadas en el sector del fundo Caratero, se obtuvo que en la unidad de los Sedimentos del Reciente encuentran arenas medias a gruesas, arenas medias a muy finas limosas y gruesas a medias; en la Formación Mesa arenas medias a finas, medias a gruesas y gruesas a medias (Tabla 5.2) (Apéndice A).

Tabla 5.2 Clasificación de los sedimentos por la escala Udden- Wentworth.

ESTACIÓN	MUESTRA	CLASIFICACIÓN TEXTURAL	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA
1	E1-M1	ARENA MEDIA A MUY FINA LIMOSA	SEDIMENTOS DEL RECIENTE
2	E2-M2	ARENA MEDIA A GRUESA	
	E2-M4	ARENA MEDIA A GRUESA	
3	E3-M1	ARENA GRUESA A MEDIA	
6	E6-M1	ARENA MEDIA A FINA	FORMACIÓN MESA
	E6-M3	ARENA MEDIA A FINA	
8	E8-M2	ARENA MEDIA A GRUESA	
9	E9-M2	ARENA GRUESA A MEDIA	

### 5.6 Parámetros estadísticos de los sedimentos del fondo Caratero

En la Tabla 5.3 se presentan los valores de los parámetros estadísticos de las muestras determinados de las curvas granulométricas entre ellos los percentiles P95, P90, P40 y P5, la media Md y los cuartiles Q3 y Q1.

Tabla 5.3 Valores de los percentiles, mediana y cuartiles.

MUESTRA	P95	P90	Q3 (75%)	MEDIA (Md) 50%	P40	Q1 (25%)	P5
E1-M1	0,120	0,130	0,24	0,385	0,56	0,645	1,2
E2-M2	0,075	0,090	0,145	0,19	0,18	0,26	0,75
E2-M4	0,150	0,195	0,295	0,405	0,18	0,67	1,2
E3-M1	0,180	0,230	0,315	0,47	0,55	0,75	1,2
E6-M1	0,120	0,170	0,27	0,355	0,395	0,48	0,95
E6-M3	0,085	0,15	0,27	0,38	0,42	0,58	1,3
E8-M2	0,135	0,155	0,23	0,37	0,445	0,62	1,4
E9-M2	0,25	0,27	0,33	0,38	0,47	0,8	1,55

Usando los parámetros antes citados se determinaron los otros valores de los parámetros estadísticos de las 8 muestras de sedimentos, recolectadas en el fundo Cartero, usando las ecuaciones presentadas en el Capítulo III de la Curtosis (K), el Coeficiente de Asimetría (Sk), el Índice de Asimetría (Log Sk), el Coeficiente de Uniformidad (U) y el Coeficiente de Selección (So), y que se presentan en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Valores de Curtosis, Coeficiente y el Índice de Asimetría, y Coeficiente de Selección.

<b>MUESTRA</b>	<b>Curtosis (K)</b>	<b>Coeficiente de asimetría (Sk)</b>	<b>Índice de asimetría Log Sk</b>	<b>Coeficiente de uniformidad (U)</b>	<b>Coeficiente de selección (So)</b>
E1-M1	1,093	1,044	0,019	0,462	0,612
E2-M2	2,406	1,044	0,019	0,143	0,433
E2-M4	1,148	1,205	0,081	0,486	0,207
E3-M1	0,961	1,069	0,029	0,564	0,529
E6-M1	1,620	1,028	0,012	0,337	0,640
E6-M3	1,606	1,084	0,035	0,494	0,675
E8-M2	1,329	1,042	0,018	0,518	0,592
E9-M2	1,134	1,828	0,096	0,589	0,533

#### 2.4.1 Análisis de los valores de los parámetros estadísticos

A continuación se presenta el análisis de las variables Curtosis, el Índice de Asimetría (Log Sk), el Coeficiente de Uniformidad (U) y el Coeficiente de Selección (So).

### 5.6.1.1 La curtosis (K)

Del análisis de los valores de la Curtosis (Tabla 5.5), para las muestras de Sedimentos del Reciente, de las estaciones E1-M1 y E3-M1 las curvas de distribución de frecuencia son Mesocúrtica, y para las muestras E2-M2 y E2-M4, Muy Leptocúrtica y Leptocúrtica, respectivamente; y para las muestras de la Formación Mesa, de las muestras E6-M1 y E6-M3 son Muy Leptocúrtica y para las muestras E8-M2 y E9-M2, Leptocúrtica (Figuras 5.24 , 5.25 y 5.26).

Tabla 5.5 Valores de Curtosis y la clase de Curtosis.

MUESTRA	Curtosis (K)	Clase de la Curtosis	Unidad Estratigráfica
E1-M1	1,093	Mesocúrtica	SEDIMENTOS DEL RECIENTE
E2-M2	2,406	Muy Leptocúrtica	
E2-M4	1,148	Leptocúrtica	
E3-M1	0,961	Mesocúrtica	
E6-M1	1,620	Muy Leptocúrtica	FORMACIÓN MESA
E6-M3	1,606	Muy Leptocúrtica	
E8-M2	1,337	Leptocúrtica	
E9-M2	1,134	Leptocúrtica	

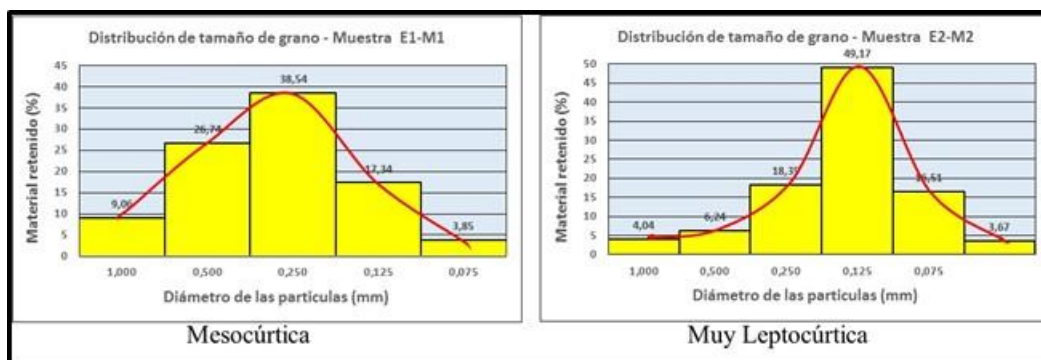


Figura 5.24 Clases de Curtosis del polígono de distribución de tamaño de grano de las muestras E1-M1 y E2-M2.

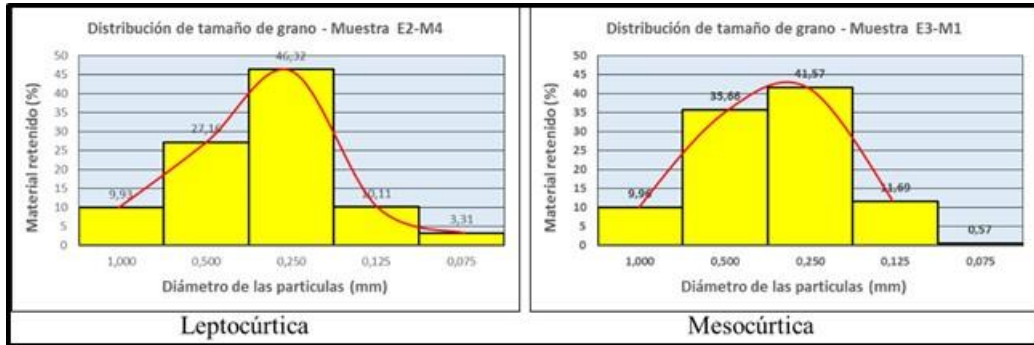


Figura 5.25 Clases de Curtosis del polígono de distribución de tamaño de granos de las muestras E2-M4 y E3-M1.

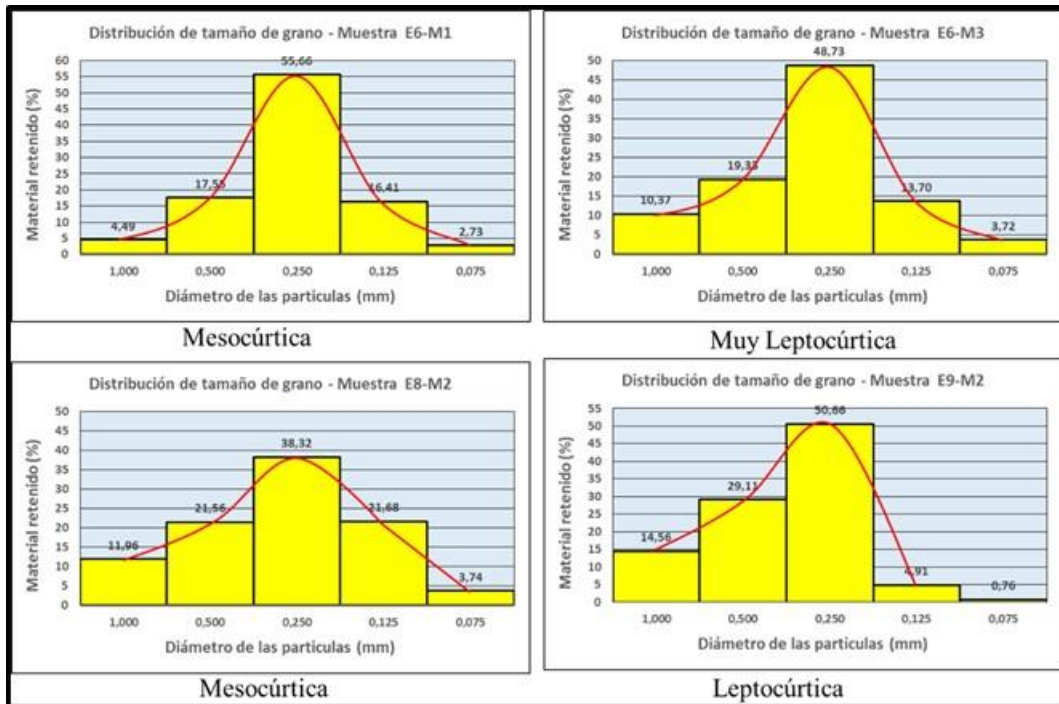


Figura 5.26 Clases de Curtosis del polígono de distribución de tamaño de granos de las muestras E6-M1, E6-M3, E8-M2 y E9-M2.

### El Índice de Asimetría (Log Sk)

Utilizando la escala del Índice de Asimetría (Log SK) de Folk, R. y Ward, W. (1957), a los valores obtenidos para las muestras del fondo Caratero, se determinó que todas las curvas de la distribución de frecuencia de los tamaños de los granos, son simétricas, tanto para los sedimentos del Reciente como para los de la Formación Mesa (Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Clase de Asimetría de los sedimentos del fondo Caratero.

<b>MUESTRA</b>	<b>Índice de Asimetría (Log Sk)</b>	<b>Clase de Asimetría</b>	<b>Unidad Estratigráfica</b>
E1-M1	0,019	Simétrica	SEDIMENTOS DEL RECIENTE
E2-M2	0,019	Simétrica	
E2-M4	0,081	Simétrica	
E3-M1	0,029	Simétrica	
E6-M1	0,012	Simétrica	FORMACIÓN MESA
E6-M3	0,035	Simétrica	
E8-M2	0,018	Simétrica	
E9-M2	0,096	Simétrica	

### El Coeficiente de Uniformidad (U)

Los valores del coeficiente de Uniformidad (U) para las muestras del fondo Caratero son diferente de 1, por lo que se determinó que las partículas no son uniformes (Tabla 5.7).

Tabla 5.7 Coeficiente de Uniformidad de los sedimentos del fondo Caratero.

<b>MUESTRA</b>	<b>Coeficiente de uniformidad (U)</b>	<b>Unidad Estratigráfica</b>
E1-M1	0,462	SEDIMENTOS DEL RECIENTE
E2-M2	0,143	
E2-M4	0,486	
E3-M1	0,564	
E6-M1	0,337	FORMACIÓN MESA
E6-M3	0,494	
E8-M2	0,518	
E9-M2	0,713	

### **El Coeficiente de Selección (So)**

Utilizando la escala del Coeficiente de Selección (So) de Folk, R. y Ward, W. (1957), se determinó que los sedimentos del Reciente en el fondo Caratero de las muestras E1-M1 y E2-M2 presentan partículas “Bastante bien” y “Bien” seleccionadas, respectivamente, y las muestras E2-M4 y E3-M1 son “Muy bien” y “Bastante bien” seleccionadas, respectivamente. Mientras que todas las muestras de la Formación Mesa se presentan “Bastante bien” seleccionadas (Tabla 5.8).

Tabla 5.8 Coeficiente de Selección de los sedimentos del fondo Caratero.

<b>MUESTRA</b>	<b>Coeficiente de Selección (So)</b>	<b>Término o clase</b>	<b>Unidad Estratigráfica</b>
E1-M1	0,612	Bastante bien	SEDIMENTOS DEL RECIENTE
E2-M2	0,433	Bien	
E2-M4	0,207	Muy bien	
E3-M1	0,529	Bastante bien	
E6-M1	0,640	Bastante bien	FORMACIÓN MESA
E6-M3	0,675	Bastante bien	
E8-M2	0,592	Bastante bien	
E9-M2	0,533	Bastante bien	



## 5.7 Mecanismos de transporte de las partículas, utilizando el método de Visher

De la interpretación de las curvas granulométricas por el método de Visher, se determinaron los mecanismos de transporte para los sedimentos de las muestras del Reciente, infiriendo que las partículas  $> 0,48$  mm fueron transportadas por tracción, y de  $0,48$  a  $0,12$  mm por saltación, para 3 de las 4 muestras, y en 1 se presenta la tracción com partículas  $> 0,52$  mm, la saltación vá de  $< 0,52$  a  $0,27$  mm y suspensión  $< 0,27$  mm ; y en las muestras de la Formación Mesa las partículas transportadas por tracción en general tienen diámetros  $> 0,50$  mm y escasas  $< 0,48$  mm y la saltación entre  $0,50$  mm a  $0,10$  y la suspensión para partículas  $< 0,10$  mm (Tabla 5.9) (Figuras 5.27 y 5.28).

Tabla 5.9 Mecanismos de transporte y diámetros de las partículas del fondo Caratero.

MUESTRA	TRACCIÓN	SALTACIÓN	SUSPENSIÓN	Unidad Estratigráfica
E1-M1	$< 0,52$ mm	$0,52$ a $0,27$ mm	$< 0,27$ mm	SEDIMENTOS DEL RECIENTE
E2-M2	$> 0,5$ mm	$0,50$ a $0,31$ mm $0,31$ a $0,22$ mm $0,22$ a $0,12$ mm $< 0,12$ mm		
E2-M4	$> 0,48$ mm	$0,48$ a $0,29$ mm $0,26$ a $0,22$ mm $< 0,22$ mm		
E3-M1	$> 0,5$ mm	$0,50$ a $0,31$ mm $0,31$ a $0,23$ mm $0,23$ a $0,13$ mm		
E6-M1	$> 0,5$ mm	$0,50$ a $0,29$ mm $0,29$ a $0,21$ mm $0,21$ a $0,10$ mm	$< 0,10$ mm	FORMACIÓN MESA
E6-M3	$> 0,5$ mm	$0,50$ a $0,29$ mm $0,29$ a $0,26$ mm $0,26$ a $0,13$	$< 0,13$ mm	
E8-M2	$> 0,48$ mm	$0,48$ a $0,27$ mm $0,27$ a $0,17$ mm $< 0,17$ mm		
E9-M2	$> 0,5$ mm	$0,50$ a $0,30$ mm $0,30$ mm a $0,20$		

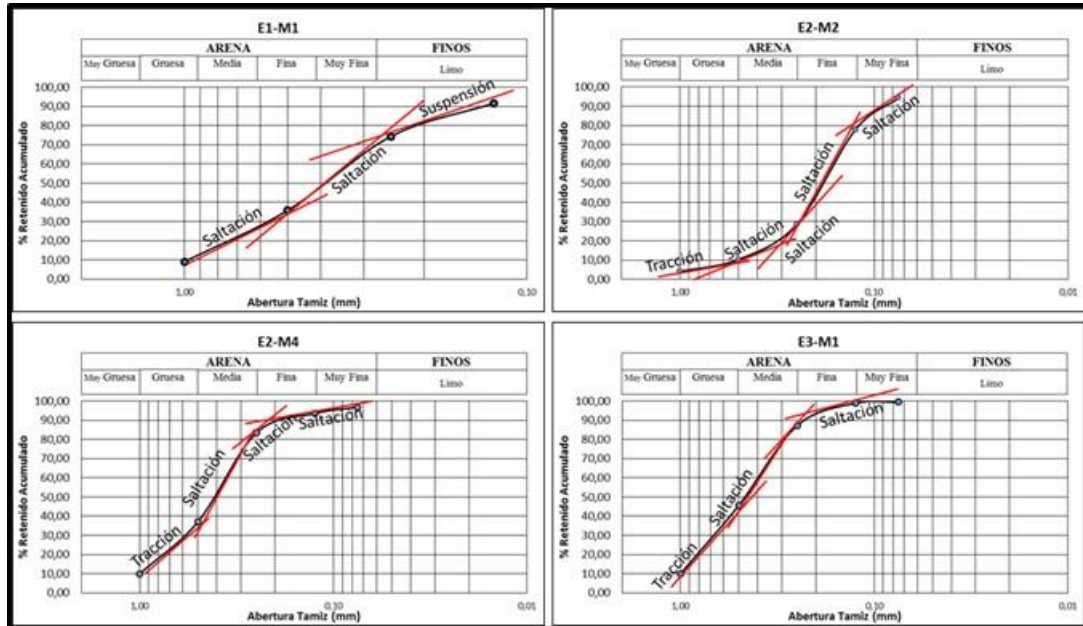


Figura 5.27 Curvas granulométricas interpretadas por método Visser, de las muestras E1-M1, E2-M2, E2-M4 y E3-M1.

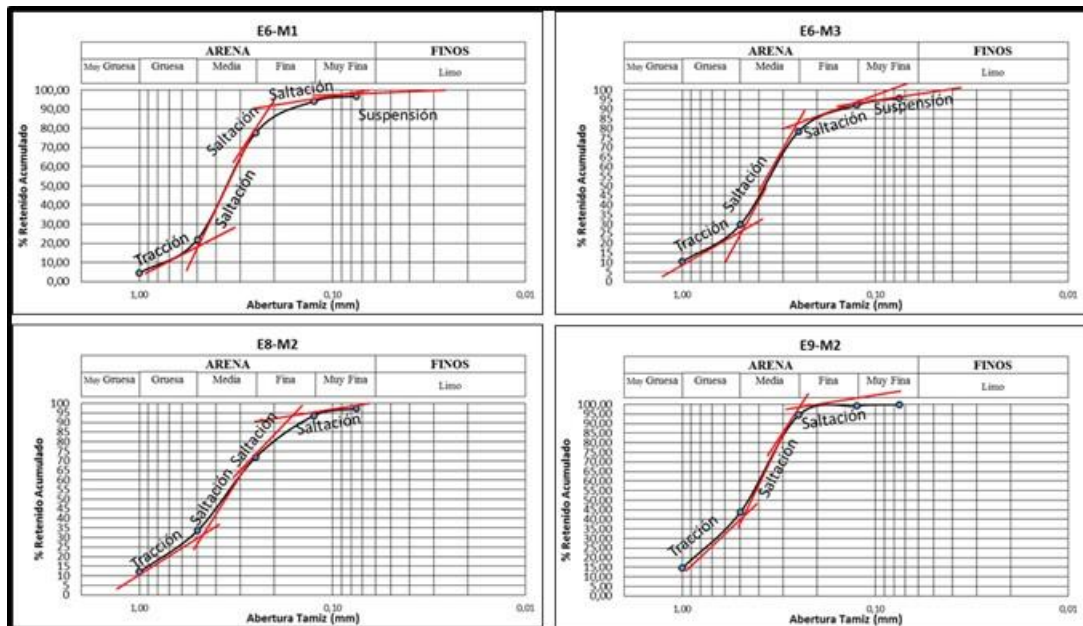


Figura 5.28 Curvas granulométricas interpretadas por método Visser, de las muestras E6-M1, E6-M3, E8-M2 y E9-M2.

## **5.8 Análisis del mapa geológico del sector del fundo Caratero**

En el mapa geológico del área de estudio están representadas las 4 unidades estratigráficas que se encuentran en sector del fundo Caratero, que son El Complejo de Imataca, la Formación Mesa, los Sedimentos del Reciente y los suelos Residuales (Figura 5.29).

El Complejo de Imataca está ubicado en la parte sur central de la zona, está conformado por gneises cuarzo feldespáticos de grano medio y de grano medio a fino, de colores blancos y grises, foliados y diaclasados, y ocupan el 9% del área de estudio.

La Formación Mesa se encuentra en la parte central media, tiene una dirección noroeste-sureste, está constituida por arenas medias a fina, marrón grisáceo, amarillento y rojizas, y cubre un área del 44% de la zona de estudio.

Los Sedimentos del Reciente se encuentran al este del área de estudio, cubre el 26% de la zona y se caracterizan por arenas medias a gruesas y medias a muy finas limosas, de color gris claro.

Los Suelos Residuales cubren el 21% de la zona, que encuentran al suroeste del área de estudio, y se caracterizan por arenas finas, marrón claro.

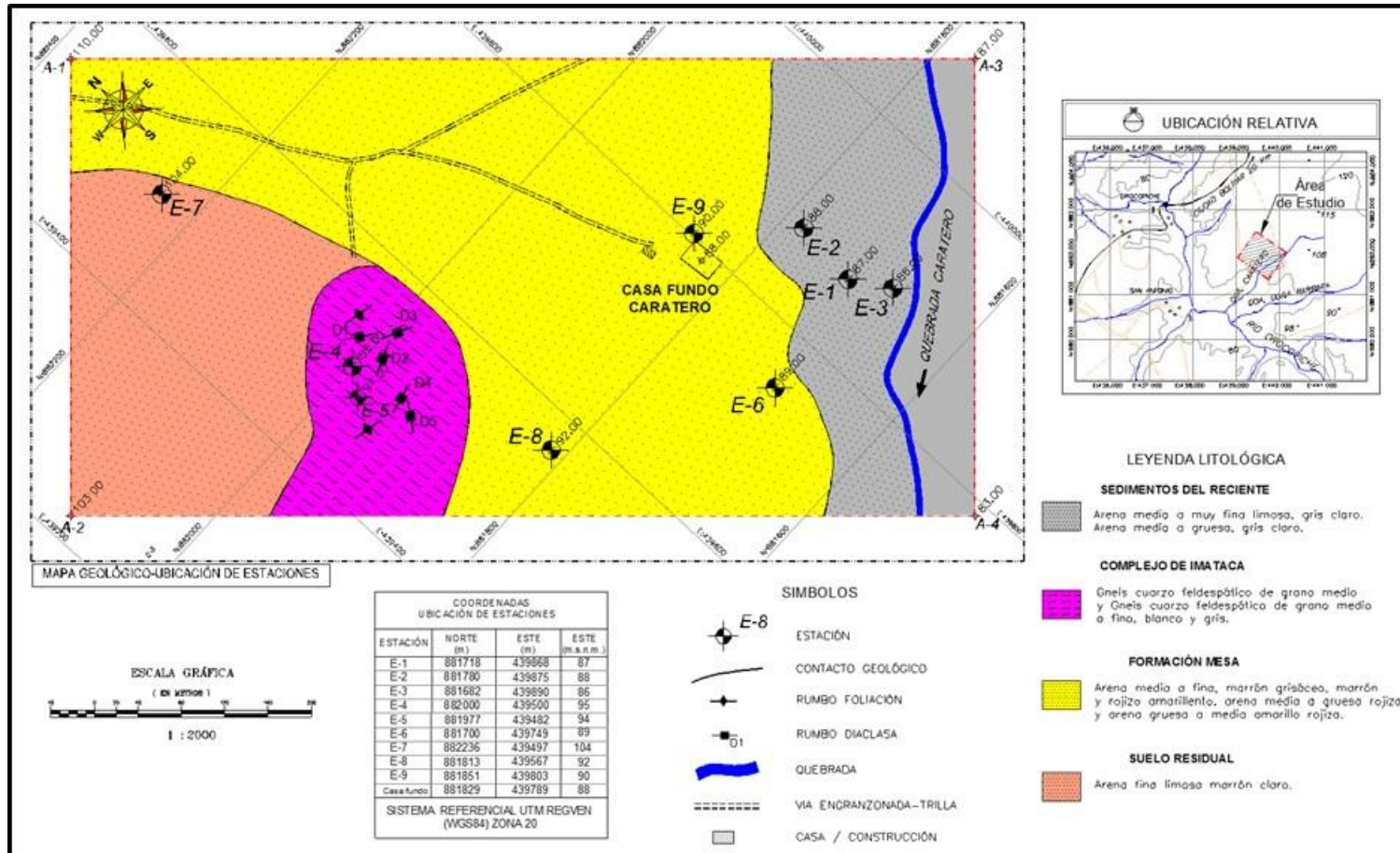


Figura 5.29 Mapa geológico del sector del fundo Caratero.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. En la zona del fundo Caratero, se identificaron 4 unidades estratigráficas, que son rocas del Complejo de Imataca, Suelos Residuales, la Formación Mesa y Sedimentos del Reciente.

2. Los afloramientos del Complejo de Imataca se encuentran al suroeste del sector del fundo Caratero, se caracteriza por gneises de grano medio y de grano medio a fino, de colores blancos rosáceos y grises, con finas bandas negras y blancas, foliados, diaclasados y con pliegues de flujo.

3. La unidad de Suelos Residuales se encuentra al oeste del Fundo Caratero y se caracteriza por arenas finas limosas, de color marrón claro y arenas gravosas limoarcillosa, marrón rojizo y amarillento.

4. La Formación Mesa se encuentra en la parte central y se caracteriza por arenas medias a fina, marrón grisáceo, arenas medias a fina, marrón amarillento, arenas medias a gruesas, rojizas y arenas gruesas a medias, amarillas rojizas.

5. Los Sedimentos del Reciente, se encuentran oeste del fundo Caratero, se caracterizan por arenas medias a muy finas limosas y arenas medias a gruesa.

6. En las columnas de las estación E1 y E2, se observó un solo estrato en cada una de ellas, de arena media a muy fina limosa y arenas medias a gruesas, respectivamente

de color gris claro, pertenecientes a sedimentos del Reciente, en la margen derecha de la quebrad Caratero.

7. En la columnas de la estaciones E6, ubicada en la Formación Mesa, se observa un solo estrato de arenas finas limosas, color marrón grisáceo; y en las estaciones E8 y E9, 2 estratos muy diferentes en texturas y colores, en E8 arenas medias a gruesa, y medias a gruesas limosas, rojizas. y en E9, arenas gruesas a medias gravosas, de color rojo amarillento y arenas gruesas a medias limosas, de color marrón grisáceo.

8. Las muestra E4-M1 y E4-M2 son gneises cuarzo feldespáticos de grano medio y medio a fino, de color blanco y gris, con bandas finas negras, probablemente por los minerales máficos, foliados; y macroscópicamente se determinó la presencia cuarzo (30-35%), feldespato (35-40%), plagioclasa (20-25%) y biotita (5-3%).

9. Las rocas del Complejo de Imataca, en sector del fundo Caratero presentan foliación con rumbo N35<sup>0</sup>W y diaclasas verticales conjugadas.

10. El análisis de los diagramas de rosetas de las diaclasas de las estaciones E4 Y E5, se determinó que existen 5 familias de diaclasas, y 2 sistemas de diaclasas conjugadas en la estación E4 y un sistema para la estación E5; y que fueron originadas por esfuerzos que actuaron en una dirección NE-SW.

11. Del análisis de los parámetros estadísticos, de las curvas de distribución de frecuencia de los sedimentos, se determinó de acuerdo a la Curtosis, el índice de simetría, el coeficiente Uniformidad y el coeficiente de selección, que los Sedimentos del Reciente, son mesocúrticas, muy leptocúrtica y leptocúrtica, y para la Formación Mesa, muy leptocúrtica y leptocúrtica; que son simétricas, y que las partículas no son uniformes, y que pueden ser “Bastante bien” y “Bien” seleccionadas.

12. De la interpretación de las curvas granulométricas por el método de Visher, se determinó que los mecanismos de transporte predominantes para los sedimentos del Reciente, son tracción para partículas  $> 0,48$  mm y saltación para partículas de 0,48 a 0,12 mm; y en las muestras de la Formación Mesa, la tracción para partículas  $> 0,50$  mm y la saltación entre 0,50 mm a 0,10.

13. Del análisis del mapa geológico se determinó que el Complejo de Imataca ocupa el 9%, la Formación mesa el 44%, los Sedimentos del Reciente 26% y los Suelos Residuales el 21%.

### **Recomendaciones**

1. Analizar petrográficamente secciones delgadas de las rocas de los afloramientos ubicados al oeste de la quebrada Caratero, sector fundo Caratero, a fin de comprobar la clasificación macroscópica realizada.

2. Realizar análisis morfoscópicos de los sedimentos para inferir el grado de transporte.

3. Ampliar el estudio realizando más calicatas hacia el norte y clasificar a los suelos desde el punto geotécnico, para conocer sus posibles usos.

4. Determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua de la quebrada Caratero, con el fin de conocer sus usos potenciales.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela.

Bard, P.J. (1985) **PETROLOGÍA ÍGNEA**. Facultad de Ingeniería UNAM.

Blandón, A. (2002) **PRINCIPIOS DE ESTRATIGRAFÍA**. Trabajo de año sabático, Universidad Nacional de Medellín. Medellín, Colombia.

Campos D. y Ramírez C. (2022) **CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LOS AFLORAMIENTOS AL OESTE DE LA QUEBRADA CARDOZO, EN EL SECTOR DEL BALNEARIO CANAÁN, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR**. Trabajo de grado de la universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra. P 105.

Castro Dorado, V. (2015) **PETROGRAFÍA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS**. Editorial Paraninfo, Madrid, España, pp 119-145.

CVG Tecmin, (1991). **INFORME DE AVANCE NB-20-2**. Tomo I, II y III.

Delgado Martín Jordi, Padilla Benítez Francisco y Barrientos Víctor (2010). **PRÁCTICAS DE GEOLOGÍA MAPAS GEOLÓGICOS Y PROBLEMAS**. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Universidad de la Coruña [http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado\\_itop/113/pdfs/Practicas%20de%20GEOLOGIA.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/Practicas%20de%20GEOLOGIA.pdf)

Departamento de Geología de la Universidad de Oriente (2.001) **GUÍA PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**, inédito, Ciudad Bolívar.



González, I. y Ferrer M. (2002) **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Pearson Education. Madrid. Pp. 744.

Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (2011). **GEOLOGÍA**. Consulta 20 de enero de 2022 [<https://www.icgc.cat/es/>].

Mattauer, Maurice (1973) **PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y MORFOLOGÍA DEL TERRENO, MAPAS GEOLÓGICOS Y PROBLEMAS GEOMÉTRICOS**. E.T.S de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Primera edición. Universidad de Coruña. Pp.237.

Montilla B. Juan C. (1992) Universidad Nacional Abierta **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. Universidad Nacional Abierta.

Pdfcoffee (2022) **DIAGRAMA DE ROSETA**. P. 6. Link: pdfcoffee.com

Pettijohn F. J. (1976) **ROCAS SEDIMENTARIAS**. Edición EUDEBA. Tercera Edición, Buenos Aires Argentina. Pp 16-71 y 250-260.

Quispe, R. (2014) **MEDIDA DE DISPERSION, ASIMETRÍA Y CURTOSIS**. CAPÍTULO IV, 27 de enero 2023. [[www.renanquispellanos.com/4.Cap%C3%ADtulo4.pdf](http://www.renanquispellanos.com/4.Cap%C3%ADtulo4.pdf)].

Ramsay, J. (1987) **MODERN STRUCTURAL GEOLOGY. VOL. 2: FOLDS AND FRACTURES**. Academic Press, London, pp 311.

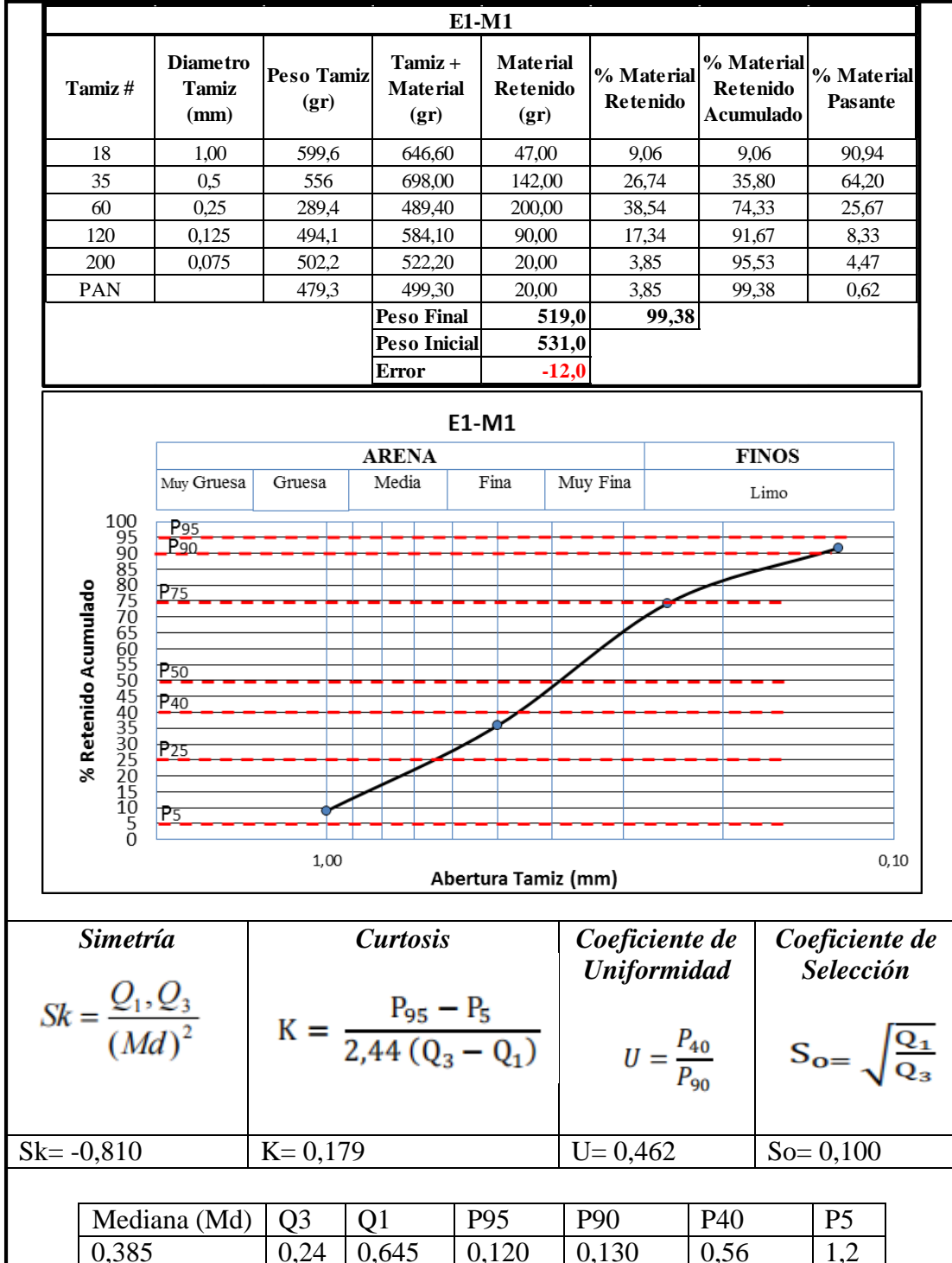
Soriano Gemma (2013) **GEODINÁMICA, TEMA VII**. Universidad de Coruña, pp 29 y 32.

Van Der Pluijm, B.A. and Marshak, S. (2004) **EARTH STRUCTURE: AN INTRODUCTION TO STRUCTURAL GEOLOGY AND TECTONICS**. 2nd Edition, WW Norton, New York.). <https://www.geologiaestructural.com/diaclasas/>

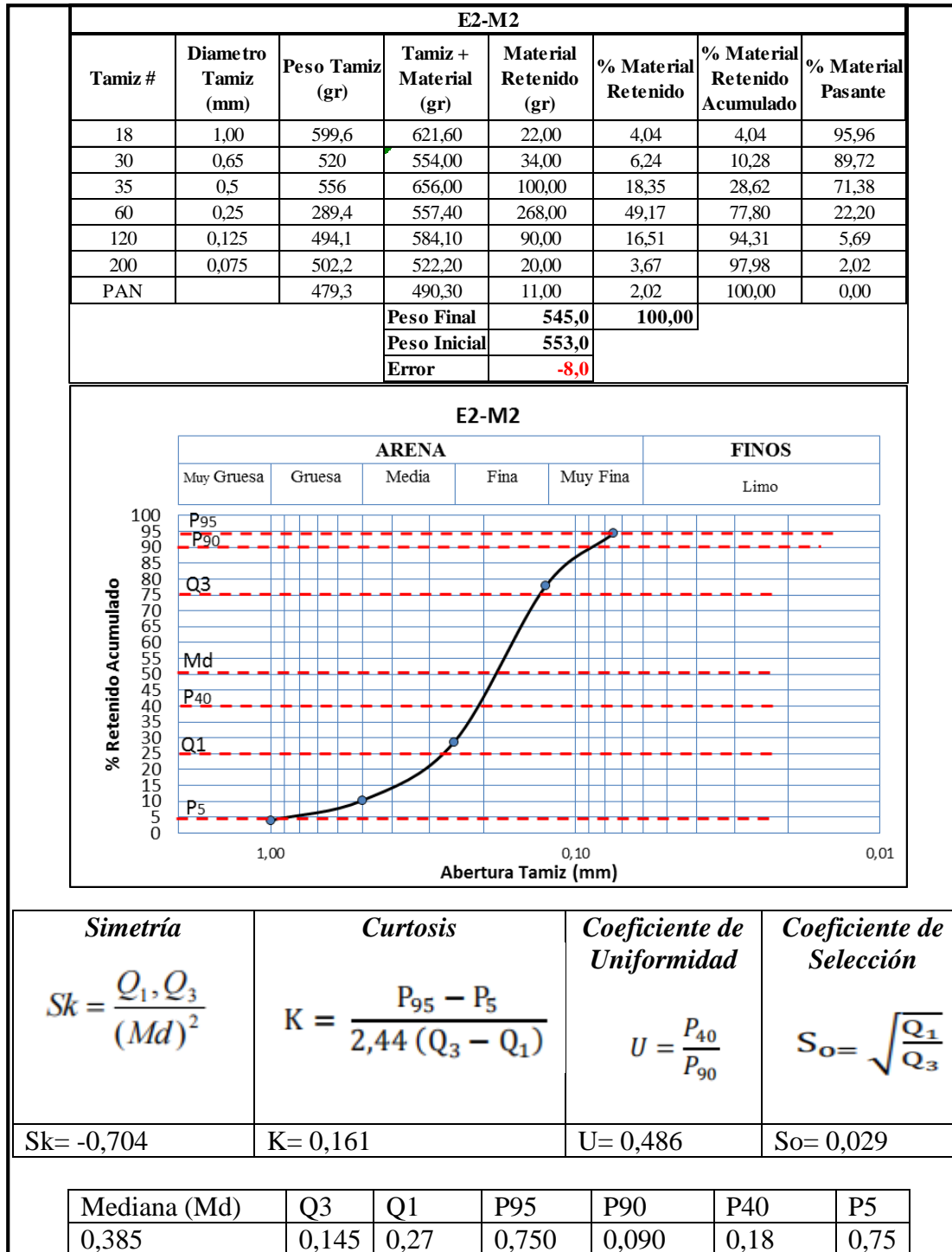
Visher, G. (1969). **GRAIN SIZE DISTRIBUTIONS AND DEPOSITIONAL PROCESSES**. Vol. 3.

## **APÉNDICES**

**APÉNDICE A**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LOS SEDIMENTOS**

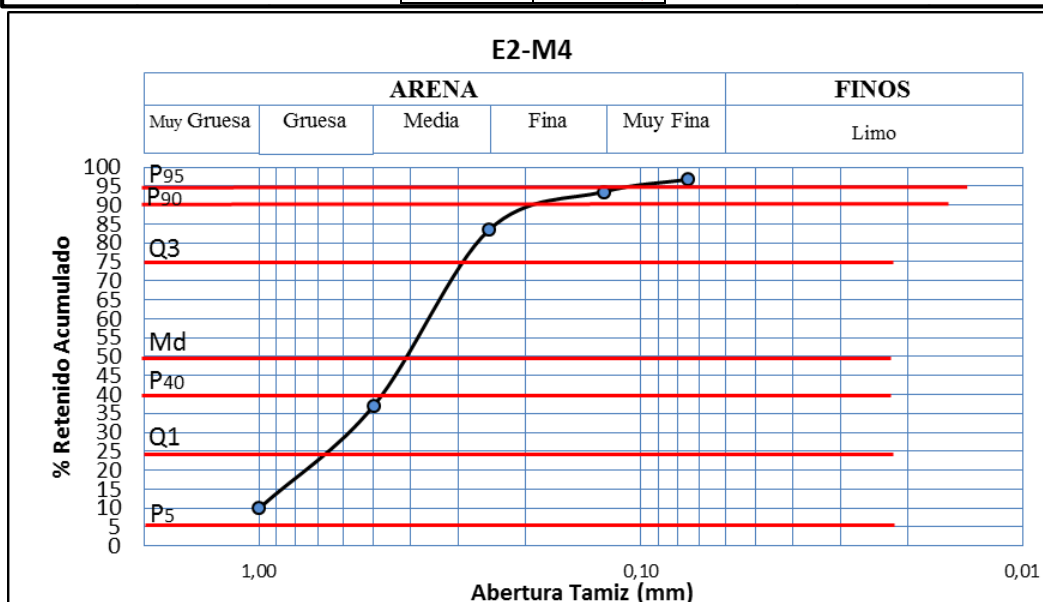


A.1 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E1-M1.



A.2 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E2-M2.

E2-M4							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	653,60	54,00	9,93	9,93	90,07
35	0,5	556	707,00	151,00	27,16	37,08	62,92
60	0,25	289,4	541,40	252,00	46,32	83,41	16,59
120	0,125	494,1	549,10	55,00	10,11	93,52	6,48
200	0,075	502,2	520,20	18,00	3,31	96,83	3,17
PAN		479,3	493,30	14,00	2,57	99,40	0,60
				<b>Peso Final</b>	<b>544,0</b>	<b>99,40</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>556,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-12,0</b>		

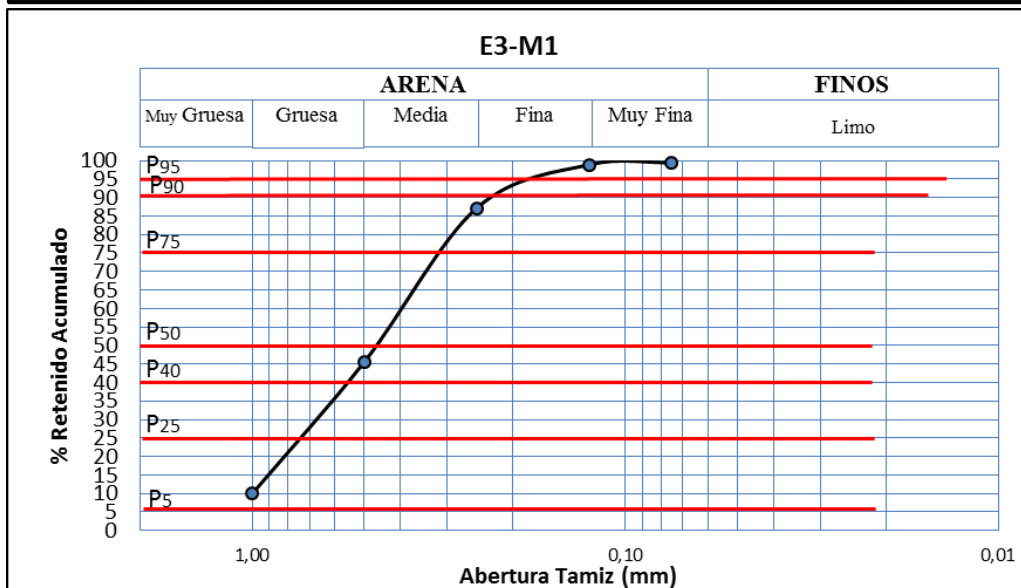


<i>Simetría</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Coefficiente de Uniformidad</i>	<i>Coefficiente de Selección</i>
$Sk = \frac{Q_1, Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$
Sk= -0,704	K= 0,161	U= 0,486	So= 0,029

Mediana (Md)	Q3	Q1	P95	P90	P40	P5
0,405	0,295	0,67	0,150	0,195	0,18	1,2

A.3 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E2-M4.

E3-M1							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido Acumulado	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	651,60	52,00	9,96	9,96	90,04
35	0,5	556	745,00	189,00	35,66	45,62	54,38
60	0,25	289,4	506,40	217,00	41,57	87,19	12,81
120	0,125	494,1	555,10	61,00	11,69	98,88	1,12
200	0,075	502,2	505,20	3,00	0,57	99,45	0,55
PAN		479,3	479,30	0,00	0,00	99,45	0,55
				<b>Peso Final</b>	<b>522,0</b>	<b>99,45</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>530,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-8,0</b>		

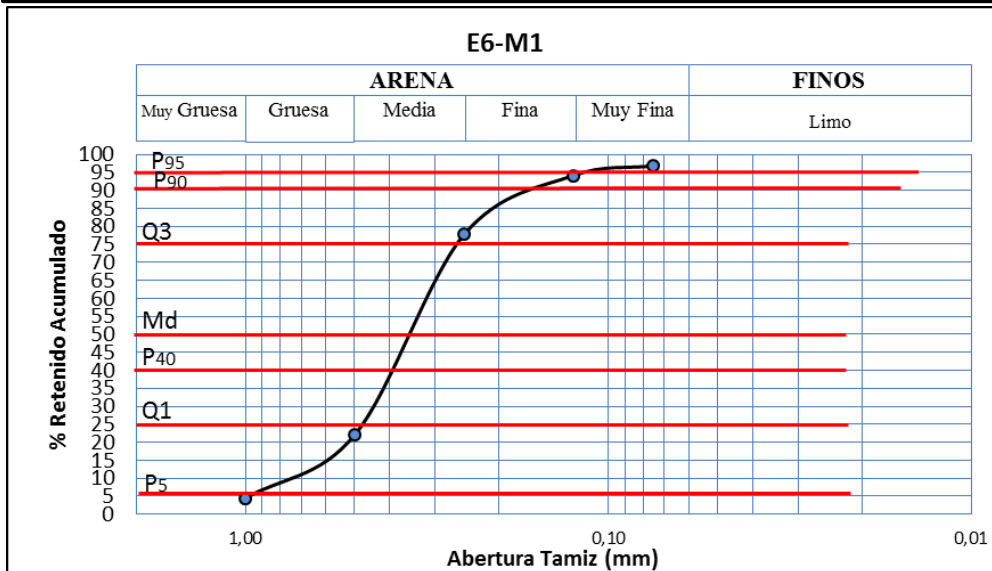


<i>Simetría</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Coefficiente de Uniformidad</i>	<i>Coefficiente de Selección</i>
$Sk = \frac{Q_1 + Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$
Sk= -0,627	K= 0,182	U= 0,564	So= 0,100

Mediana (Md)	Q3	Q1	P95	P90	P40	P5
0,47	0,315	0,75	0,180	0,230	0,55	1,2

A.4 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E3-M1.

E6-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	622,60	23,00	4,49	4,49	95,51
35	0,5	556	649,00	93,00	17,55	22,04	77,96
60	0,25	289,4	574,40	285,00	55,66	77,70	22,30
120	0,125	494,1	578,10	84,00	16,41	94,11	5,89
200	0,075	502,2	516,20	14,00	2,73	96,84	3,16
PAN		479,3	492,30	13,00	2,54	99,38	0,62
				<b>Peso Final</b>	<b>512,0</b>	<b>99,38</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>530,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-18,0</b>		



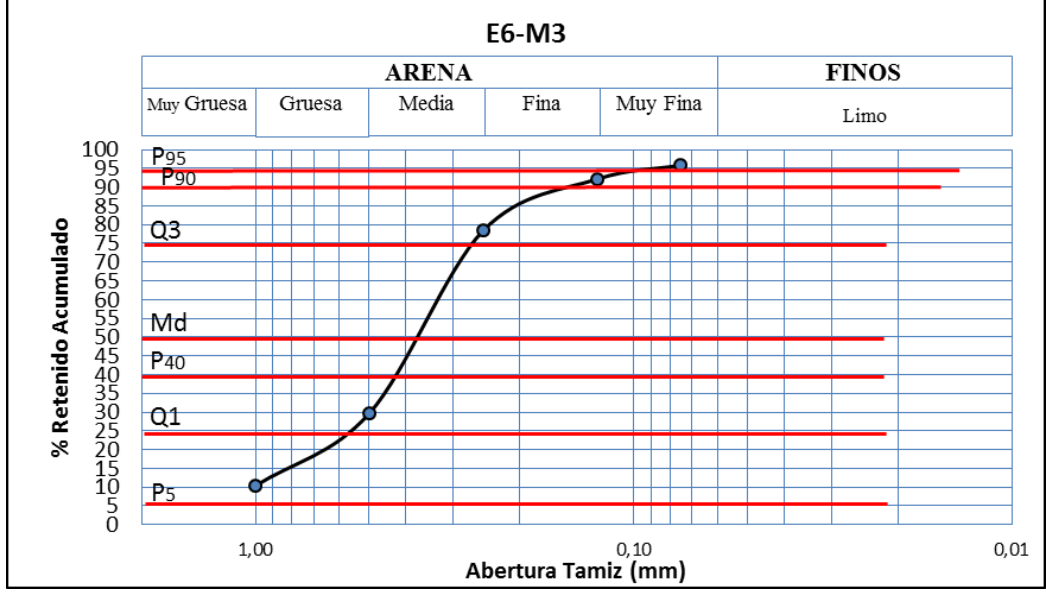
<i>Simetría</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Coefficiente de Uniformidad</i>	<i>Coefficiente de Selección</i>
$Sk = \frac{Q_1, Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$
Sk= -0,887	K= 0,071	U= 0,337	So= 0,028

Mediana (Md)	Q3	Q1	P95	P90	P40	P5
0,355	0,27	0,48	0,120	0,170	0,395	0,95

A.5 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E6-M1.



E6-M3							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	652,60	53,00	10,37	10,37	89,63
35	0,5	556	660,00	104,00	19,33	29,70	70,30
60	0,25	289,4	538,40	249,00	48,73	78,43	21,57
120	0,125	494,1	564,10	70,00	13,70	92,13	7,87
200	0,075	502,2	521,20	19,00	3,72	95,85	4,15
PAN		479,3	495,30	16,00	3,13	98,98	1,02
				<b>Peso Final</b>	<b>511,0</b>	<b>98,98</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>538,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-27,0</b>		

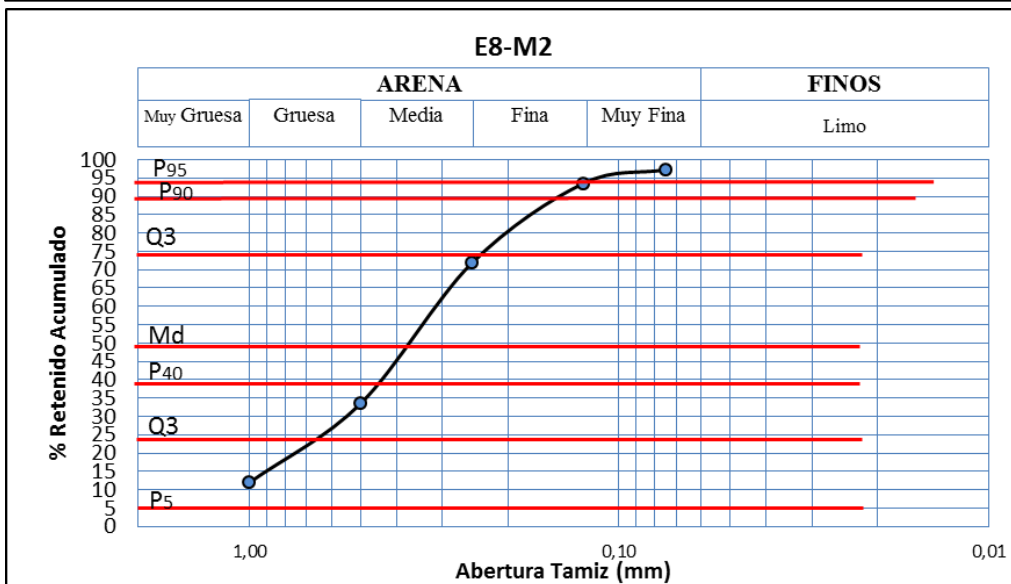


<i>Simetría</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Coefficiente de Uniformidad</i>	<i>Coefficiente de Selección</i>
$Sk = \frac{Q_1, Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$So = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$
Sk= -0,805	K= 0,154	U= 0,494	So= 0,065

Mediana (Md)	Q3	Q1	P95	P90	P40	P5
0,38	0,27	0,58	0,085	0,15	0,42	1,3

A.6 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E6-M3.

E8-M2							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	663,60	64,00	11,96	11,96	88,04
35	0,5	556	672,00	116,00	21,56	33,52	66,48
60	0,25	289,4	494,40	205,00	38,32	71,84	28,16
120	0,125	494,1	610,10	116,00	21,68	93,52	6,48
200	0,075	502,2	522,20	20,00	3,74	97,26	2,74
PAN		479,3	493,30	14,00	2,62	99,88	0,12
				<b>Peso Final</b>	<b>535,0</b>	<b>99,88</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>538,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-3,0</b>		

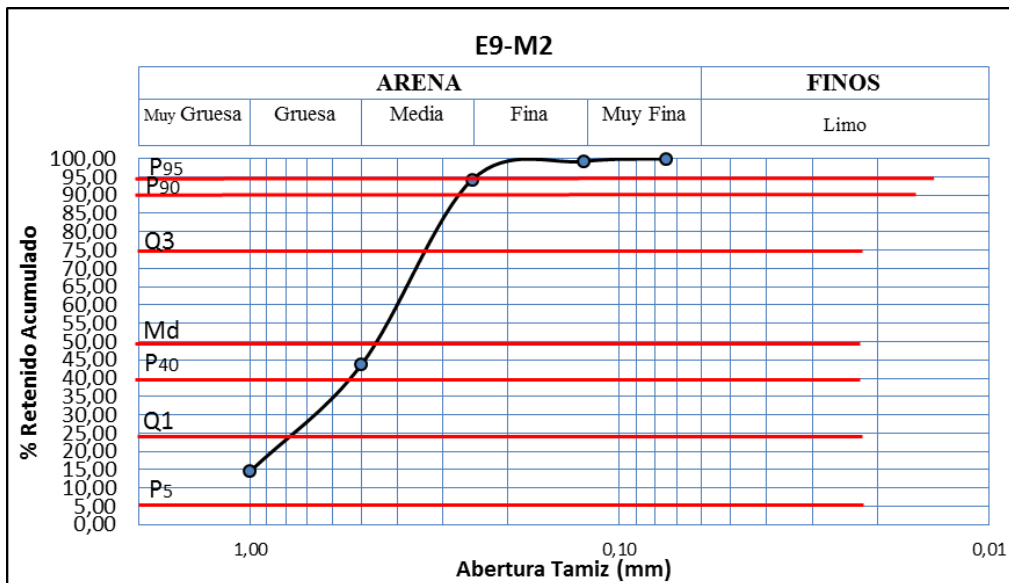


<i>Simetría</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Coefficiente de Uniformidad</i>	<i>Coefficiente de Selección</i>
$Sk = \frac{Q_1, Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$
Sk= -0,807	K= 0,222	U= 0,551	So= 0,099

Mediana (Md)	Q3	Q1	P95	P90	P40	P5
0,38	0,24	0,65	0,13	0,155	0,445	0,38

A.7 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E8-M2.

E9-M2							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Retenido Acumulado	% Material Pasante
18	1,00	599,6	676,60	77,00	14,56	14,56	85,44
35	0,5	556	710,00	154,00	29,11	43,67	56,33
60	0,25	289,4	557,40	268,00	50,66	94,33	5,67
120	0,125	494,1	520,10	26,00	4,91	99,24	0,76
200	0,075	502,2	506,20	4,00	0,76	100,00	0,00
PAN		479,3	479,30	0,00	0,00	100,00	0,00
				<b>Peso Final</b>	<b>529,0</b>	<b>0,00</b>	
				<b>Peso Inicial</b>	<b>548,0</b>		
				<b>Error</b>	<b>-19,0</b>		



<i>Simetría</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Coefficiente de Uniformidad</i>	<i>Coefficiente de Selección</i>
$Sk = \frac{Q_1, Q_3}{(Md)^2}$	$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44 (Q_3 - Q_1)}$	$U = \frac{P_{40}}{P_{90}}$	$So = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$
Sk= -0,578	K= 0,250	U= 0,589	So= 0,118

Mediana (Md)	Q3	Q1	P95	P90	P40	P5
0,38	0,33	0,8	0,25	0,27	0,47	1,55

A.8 Análisis granulométrico y parámetros estadísticos de la muestra E9-M2.

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

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-SEDIMENTOLÓGICA DEL FUNDO CARATERO Y ALREDEDORES, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR</b>
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>BASANTA BOLÍVAR, MOISES DANIEL</b>	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<b><u>moisesdbb@gmail.com</u></b>
	<b>e-mail</b>	
<b>MUÑOZ LÓPEZ JESSICA</b>	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<b><u>jessica16091981@gmail.com</u></b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves:

Quebrada Caratero, Ciudad Bolívar
Suelos Residuales
Complejo de Imataca
Formación Mesa
Curvas granulométricas
Diagramas de Rosas
Parámetros estadísticos de los sedimentos
Método de Visher

**Líneas y sub-líneas de investigación:**

Área	Subárea
	<b>Geología de superficie</b>
	<b>Geología estructural</b>
	<b>Estratigrafía</b>
	<b>Sedimentología</b>

**Resumen (abstract):**

El área de estudio está ubicada en el sector del fundo Caratero, al sureste de Ciudad Bolívar, en la parroquia Panapana del municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar. Este trabajo tiene como finalidad la caracterización geológica-sedimentológica. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo. Para el logro de los objetivos se recolectó información en 9 estaciones, de ellas 3 ubicadas 2 en el Complejo de Imataca, 3 en la Formación Mesa, 3 en Sedimentos del Reciente y 1 en Suelos Residuales. Se levantaron 6 columnas sedimentológicas, y se recolectaron 8 muestras de sedimentos y 2 de rocas. A las muestras de sedimentos se les realizaron análisis granulométrico por tamizado mecánico y se clasificaron según la escala de Udden-Wentworth; se elaboraron 8 curvas granulométricas e interpretaron por el método de Visher para inferir los mecanismos de transporte de las partículas y determinar los parámetros estadísticos. A las muestras de rocas se les determinó la mineralogía por análisis macroscópico. Se elaboraron diagramas de rosetas para las diaclasas y la foliación. En la zona se identificaron cuatro unidades geológicas: Complejo de Imataca, Formación Mesa, Sedimentos Recientes y Suelos Residuales. De las columnas y la clasificación de Udden- Wentworth, se determinó que los Sedimentos del Reciente, se caracterizan por arenas medias a muy finas limosas y arenas medias a gruesa, la Formación Mesa por arenas medias a fina, marrón grisáceo, arenas medias a fina, marrón amarillento, arenas medias a gruesas, rojizas y arenas gruesas a medias, amarillas rojizas, y los Suelos Residuales por arenas finas limosas, de color marrón claro y arenas gravosas limoarcillosa, marrón rojizo y amarillento. Las rocas se clasificaron como gneises cuarzo feldespáticos de grano medio y de medio a fino, blanco rosáceos y gris; con bandas finas negras, probablemente por los minerales máficos, foliados; y se determinó presencia de cuarzo (30-35%), feldespato (35-40%), plagioclasa (20-25%) y biotita (5-3%). Las rocas del Complejo de Imataca, presentan foliación con rumbo N35°W y diaclasas verticales conjugadas. De los diagramas de rosetas de las diaclasas se determinó que existen 5 familias de diaclasas con rumbos de S80°W, N20°W, N70°W, N30°W y N10°E, y 3 sistemas de diaclasas y que fueron originadas por esfuerzos que actuaron en una dirección NE-SW. Del análisis de los parámetros estadísticos: curtosis, índice de simetría, el coeficiente Uniformidad y coeficiente de selección, se determinó que las curvas de frecuencia de los Sedimentos del Reciente, son mesocúrticas, muy leptocúrtica y leptocúrtica, y para la Formación

Mesa, muy leptocúrtica y leptocúrtica; que son simétricas, y que las partículas no son uniformes, y que pueden ser “Bastante bien” y “Bien” seleccionadas. De acuerdo al método de Visher, se determinó que los mecanismos de transporte predominantes para los sedimentos del Reciente, son tracción para partículas > 0,48 mm y saltación para partículas de 0,48 a 0,12 mm; y en las muestras de la Formación Mesa, la tracción para partículas > 0,50 mm y la saltación entre 0,50 mm a 0,10. En la zona de estudio el Complejo de Imataca que ocupa el 9%, la Formación Mesa el 44%, los Sedimentos del Reciente 26% y los Suelos Residuales el 21%.

Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

**Contribuidores:**

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/>
		A <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>
	CVLAC				
	e-mail				
	e-mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/>
		A <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>
	CVLAC				
	e-mail				
	e-mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/>
		A <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>
	CVLAC				
	e-mail				
	e-mail				

**Fecha de discusión y aprobación:**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Día</b>
<b>2023</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>10</b>

Lenguaje: Spa

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

**Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
<b>Tesis-().doc</b>	<b>Aplication/msword</b>

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

**Alcance:**

**Espacial:** Sector de la quebrada Caratero, Ciudad Bolívar (Opcional)  
Estado Bolívar

**Temporal:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Ingeniería Geológica y Geología

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Pregrado

**Área de Estudio:** Ingeniería Geológica y Geología

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:** Universidad de Oriente

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *Martínez*

FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolaños Curyelo*  
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.



---

Moisés Daniel Basanta Bolívar

Cédula: V- 26.278.939

**Estudiante**

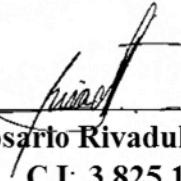


---

Jessica Muñoz De Rodríguez

Cédula: V-15.468.581

**Estudiante**



---

Rosario Rivadulla

C.I: 3.825.175

**Tutor Académico**