

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



**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL RÍO CARIS,  
EN EL TRAMO DEL FUNDO COYOTE COJO, MUNICIPIO  
INDEPENDENCIA ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO  
POR LOS BACHILLERES  
JUNIOR R. BRITO A. Y  
YAMIL B. ASCANIO J.  
PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO  
GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2019**



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

**HOJA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, intitulado “**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL RÍO CARIS, EN EL TRAMO DEL FUNDO COYOTE COJO, MUNICIPIO INDEPENDENCIA ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA**”, presentado por los Bachilleres. **JUNIOR R. BRITO A Y YAMIL B. ASCANIO J**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:	Firmas:
<u>Profesor Rosario Rivadulla</u>	_____
(Asesor)	
_____	_____
(Jurado)	
_____	_____
(Jurado)	

\_\_\_\_\_  
Profesor Javier Ramos  
Jefe del Departamento de Ingeniería Geológica

Ciudad Bolívar, Octubre 2019.

## **DEDICATORIA**

Al Gran Arquitecto del Universo, por darme salud, por su iluminación y sabiduría para seguir adelante en este camino lleno de esfuerzos y sacrificios. A mis padres Damaris Andrade y Rafael Brito, por su apoyo incondicional, ejemplo de lucha y tesón, por darme todo su amor y apoyo incondicional, de quienes he aprendido el valor y la fuerza ante la adversidad. A mis hermanos Vanessa Brito y Abraham Torres, por haberme acompañado en todos los momentos que hemos pasado juntos que han sido razón de seguir adelante cada día. A dos personas especiales que han entrado en mi vida María Verónica García y su Madre María Eugenia García, enriqueciéndola con su compañía, apoyo, aceptación, motivación y amor. A mis tíos, primos por su invaluable apoyo y cariño que a su manera siempre han manifestado su preocupación por mí preparación profesional en especial Arnaldo Andrade, son parte de este logro. A mi Abuelo Edgar Andrade, que siempre ha estado conmigo se ha convertido en mi tutor y compañero de vida con el mejor amor incondicional que he podido conocer.

**Junior R. Brito A.**

Este trabajo de grado se lo dedico a Dios, por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos. A mis padres Yamil Ascanio y Aniuska Jimenez, por haberme apoyado en todo momento, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y principalmente por su amor y comprensión. A mis abuelas Herminia Gutierrez y Ana Luisa Guerrero, por apoyarme, por sus consejos y valores, por la motivación constante, pero más que nada por su amor. A mis hermanos Stevens Ascanio y Arturo Ascanio, por estar incondicionalmente para mí por ser mis amigos, mis compañeros y mi apoyo. A todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra manera durante todo el trayecto.

**Yamil B. Ascanio J.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecido con al Gran Arquitecto del Universo por darme vida, salud, entendimiento y paciencia para poder seguir adelante luchar con las adversidades cumplir mis metas. A mis padres Damaris Andrade y Rafael Brito por todo su apoyo incondicional, consejos y sacrificio. A mis hermanos Vanessa Brito y Abraham Torres por su compañía en todo este camino. A Verónica García y María Eugenia García por el apoyo, consejos y largas conversaciones para seguir adelante. A mi Abuelo Edgar Andrade por darme fuerzas para continuar con cada cosa que me proponga y por enseñarme que hay que conocer el mundo. A mi tío Arnaldo Andrade por todo su apoyo. A mi tía Selene Andrade por sus asesorías y motivación. A la profesora Rosario Rivadulla por aceptar ser nuestra tutora, educarnos profesionalmente y compartir sus conocimientos. A mi amigo y compañero Brian Ascanio por ser una excelente persona virtuosa en este proyecto. A la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, a los profesores por compartir sus conocimientos.

**Junior R. Brito A.**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de este camino. A mis padres Yamil Ascanio y Aniuska Jimenez, por ser los mejores padres, por su provisión, sus consejos, su cariño y entrega. A mis abuelas Herminia Gutierrez y Ana Luisa Guerrero, por el amor y ayuda que me ha otorgado. A mis hermano por su compañía y apoyo. A mi Alma Máter, la Universidad de Oriente, y todo el personal que me formó para mi vida profesional. A la Profesora Rosario Rivadulla, por ser nuestra tutora y por compartir su tiempo y conocimientos. A mi amigo y compañero Junior Brito por su esmero y paciencia en el logro de esta meta que también es suya. Al equipo de INGEOMIN, por su colaboración en la elaboración de este trabajo. Para finalizar gracias a todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra manera durante todo el trayecto.

**Yamil B. Ascanio J.**

## RESUMEN

El área de estudio está ubicada en el sur del estado Anzoátegui, en un tramo de 170 metros de longitud del río Caris, en el fundo Coyote Cojo. Este trabajo tiene como finalidad realizar la caracterización sedimentológica del área. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo; que para el logro de los objetivos se realizó el levantamiento de 6 columnas sedimentológicas, con la apertura de 3 calicatas y excavaciones en 3 sitios de los taludes del río, donde se recolectaron de 35 muestras de sedimento, además se recolectaron 3 muestras del fondo del río; de ellas 22 fueron procesadas en los laboratorios de Ingeomin, para análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico y mineralógico con microscopio estereográfico; además las curvas granulométricas de frecuencia acumulada, se interpretaron por el método de Visher para determinar los mecanismos de transporte de las partículas. En la zona se identificaron dos unidades geológicas: Formación Mesa y Sedimentos Recientes. Los análisis mediante columnas sedimentológicas mostraron la existencia de cuerpos sedimentarios diferentes, estos debido a los cambios de energía, con variación de flujo entre laminar y turbulento, evidenciada por las estructuras sedimentarias. Según la clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth, en la Formación Mesa predominan las arenas finas y las arenas finas a media, en los taludes arenas finas y finas a muy finas; y en el lecho del cauce del río Caris arena gruesa a media, arena media a muy gruesa y arena fina a media. De acuerdo a la morfoscopía los sedimentos se clasificaron por 3 métodos: el método de Powers, que señaló una amplia distribución en el tipo de forma de las partículas, con altos porcentajes de partículas sub-angulosas y una tendencia de bajos porcentajes de partículas sub-redondeados; encontrándose en los sedimentos de la Formación Mesa angulosas 0-22,2 %, subangulosas 44,9-67,6 %, subredondeadas 9-48,3%, redondeados 0-8,4% y muy redondeados 0-0,5%; en los taludes: angulosas 0-29,5 %, subangulosas 42,5-69,6 %, subredondeadas 9,3-47,6%, redondeados 0-10,3% y muy redondeadas 0-0,5%; y en el fondo del río: angulosas 0-5,2 %, subangulosas 44,6-61,8 %, subredondeadas 32,1-49,6%, redondeados 0,6-3,6% y muy redondeados 0-0,2%. Con el método de Zingg se analizaron 6 partículas de grava de 1 muestra; obteniéndose tres (3) partículas en forma de rodillo, dos (2) con forma discoidal y una (1) en forma elipsoidal, lo cual es indicativo de un efecto abrasivo a causa de un alto transporte a corto plazo y no de manera constante. Por el método Sneed y Folk se estudiaron las mismas partículas de gravas utilizadas en Zingg, clasificándolas en: cuatro (4) partículas con forma alargada, una (1) muy planada y una (1) compactado aplanado. En la composición mineral, predomina el cuarzo (90-80%), y en una proporción de 0-1%, el feldespato, fragmentos arcillosos, magnetita, turmalina, rutilo, circón, hematita, ilmenita y el leucóxeno; indicando que los sedimentos son siliciclásticos. De acuerdo al método de Visher, en el tramo estudiado del río Caris, para todas las muestras predomina el mecanismo de transporte por saltación para las partículas con diámetro 0.105 – 0.35 mm.

## CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN.....	v
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE APÉNDICES .....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPÍTULO I.....	15
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	15
1.1 Situación u objeto de estudio.....	15
1.2 Objetivos de la investigación.....	16
1.2.1 Objetivo general .....	16
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
1.3 Justificación de la investigación.....	17
1.4 Alcance de la investigación .....	17
1.5 Limitaciones .....	18
CAPÍTULO II .....	19
GENERALIDADES .....	19
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	19
2.2 Acceso al área de estudio .....	20
2.3 Características físico-naturales.....	21
2.3.1 Climatología.....	21
2.3.2 Precipitación.....	22
2.3.3 Evaporación.....	22
2.3.4 Temperatura .....	22
2.3.5 Humedad relativa media .....	23
2.3.6 Insolación media .....	23
2.3.7 Vegetación.....	23
2.3.8 Fauna .....	25
2.3.9 Suelo.....	25
2.3.10 Hidrografía .....	26
2.4 Geología regional .....	27
CAPÍTULO III.....	31
MARCO TEÓRICO.....	31
3.1 Antecedentes de la investigación.....	31
3.2 Fundamentos teóricos.....	32

3.2.1	Ambientes fluviales.....	32
3.2.2	Mecanismos de transporte (Visher) .....	34
3.2.3	Composición mineralógica de los sedimentos .....	36
3.2.4	Escala de tamaño de Uden-Wentworth.....	36
3.2.5	Escogimiento.....	37
3.2.5	Análisis granulométrico .....	37
3.2.6	Grado de redondez (Powers).....	38
3.2.7	Forma de los granos .....	40
3.2.8	Índice de forma de Zingg .....	40
3.2.9	Índice de forma de Sneed y Folk.....	41
CAPÍTULO IV .....		43
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....		43
4.1	Tipo de investigación .....	43
4.2	Diseño de investigación.....	43
4.2.1	Diseño documental.....	43
4.2.2	Diseño de campo.....	44
4.3	Etapas de la investigación .....	44
4.3.1	Etapa I: Recopilación de información.....	44
4.3.2	Etapa II: Trabajo de campo .....	45
4.3.3	Etapa IV: Análisis de laboratorio.....	48
4.3.4	Etapa V: Procesamiento de información.....	50
CAPÍTULO V .....		1
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		1
5.1	Identificar las unidades geológicas correspondientes al área en estudio.....	1
5.2	Descripción de los sedimentos en el tramo de estudio del río Caris, levantando columnas sedimentológicas .....	3
5.2.1	Columna sedimentológica 1 – Calicata 1 .....	3
5.2.2	Columna sedimentológica 2 – Talud 1 .....	4
5.2.3	Columna sedimentológica 3 – Calicata 2 .....	4
5.2.4	Columna sedimentológica 4 – Talud 2.....	5
5.2.5	Columna sedimentológica 5 – Calicata 3 .....	5
5.2.6	Columna sedimentológica 6 – Talud 3.....	6
5.3	Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth .....	6
5.4	Clasificación morfoscópica de las partículas de los sedimentos presentes en el cauce del río Caris utilizando los métodos de Powers, Zing, Sneed y Folk.....	59
5.4.1	Método de Powers .....	59
5.4.2	Método de Zingg .....	12
5.4.3	Método de Sneed y Folk.....	13
5.5	Análisis de las características morfológicas de los sedimentos para determinar el grado de transporte.....	14
5.6	Determinación de la composición mineralógica de los sedimentos presentes en la cuenca del río Caris usando el microscopio estereográfico.....	14

5.7	Determinación de los mecanismos de transporte utilizando el método de Visher.....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		23
	Conclusiones .....	23
	Recomendaciones.....	27
REFERENCIAS .....		28
APÉNDICES.....		30
ANEXO.....		70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación geográfica el área de estudio. ....	19
Figura 2.2 Clasificación climática del área de estudio según Köppen, W., 1936 (Venemia.com).....	20
Figura 2.3 Vegetación de bosque de galería predominante en las riberas del río Caris. ....	21
Figura 2.4 Vegetación de sabana arbustiva de la cuenca del río Caris. ....	24
Figura 2.5 Paisaje de Mesa disectada típico de las sub-cuencas de los afluentes del río Caris. ....	24
Figura 2.6 Paisaje de Mesa disectada típico de las sub-cuencas de los afluentes del río Caris. ....	27
Figura 2.7 Paisaje de colinas y montículos en la cuenca del río Caris.....	27
Figura 2.8 Extensión geográfica de la Formación Mesa (PDVSA Intevep, 2001). ....	30
Figura 3.1 Principales tipos ríos según el número de canales, el índice de entrelazamiento o braiding (Br) y el grado de sinuosidad (S). Modificado de Miall (1977) en Arche A. (2010). ....	33
Figura 3.2 Transporte de sedimentos .....	37
Figura 3.3 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus correspondientes valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Baamonde, J. 2006.....	37
Figura 3.4 Grado de redondez de Powers 1953 (Baamonde, J. 2006). ....	38
Figura 3.5 Medidas de los diámetros de un guijarro (Ledesma, J. 2013). ....	40
Figura 3.6 Clasificación de Zingg de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013).....	41
Figura 3.7 Clasificación de Sneed y Folk de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013.....	42
Figura 4.1 Flujograma de actividades. ....	45
Figura 4.2 Reconocimiento del área de estudio del río Caris. ....	46
Figura 4.3 Leyenda utilizada en las columnas sedimentológicas en el río Caris.....	47
Figura 5.1 Ladera derecha del río Caris. ....	52
Figura 5.2 Guijarros de cuarzo.....	53
Figura 5.3 Muestra de gravas (FCM1) del río Caris con sus respectivas dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c). ....	63

## LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1 Coordenadas UTM-REGVEN de las estaciones de muestreo. ....	48
Tabla 5.1 Clasificación textural de los sedimentos del río Caris. ....	57
Tabla 5.2 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, tamiz 40. ....	58
Tabla 5.3 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, tamiz 70. ....	59
Tabla 5.4 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, tamiz 100. ....	60
Tabla 5.5 Resumen porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, para los tamices 40, 70 y 100. ....	61
Tabla 5.6 Forma de las gravas de la muestra FCM1 del río Caris, según Zingg. ....	62
Tabla 5.7 Forma de las gravas de la muestra FCM1 del río Caris, según Sneed y Folk. .....	63
Tabla 5.8 Composición mineralógica de las muestras del fondo del cauce. ....	65
Tabla 5.9 Composición mineralógica de las muestras de la calicata 1. ....	66
Tabla 5.10 Composición mineralógica de las muestras de la calicata 2. ....	67
Tabla 5.11 Composición mineralógica de las muestras de la calicata 3. ....	68
Tabla 5.12 Composición mineralógica de las muestras del talud 1. ....	69
Tabla 5.13 Composición mineralógica de las muestras del talud 2. ....	70
Tabla 5.14 Composición mineralógica de las muestras del talud 3. ....	71
Tabla 5.15 Mecanismos de transporte de los sedimentos del tramo estudiado del río Caris. ....	72

## LISTA DE APÉNDICES

A. COLUMNAS SEDIMENTOLÓGICAS DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO CARIS .....	81
Figura A.1 Columna sedimentológica de la calicata 1 del río Caris. ....	82
Figura A.2 Columna sedimentológica del talud 1 del río Caris .....	82
Figura A.3 Columna sedimentológica de la calicata 2 del río Caris. ....	83
Figura A.4 Columna sedimentológica del talud 2 del río Caris. ....	83
Figura A.5 Columna sedimentológica de la Calicata 3 del río Caris. ....	84
Figura A.6 Columna sedimentológica del talud 3 del río Caris. ....	84
B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS. CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA. SUBPOBLACIONES DE VISHER REALIZADOS A LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CARIS...	86
Figura B.1 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra FCM1.....	87
Figura B.2 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra FCM2.....	88
Figura B.3 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra FCM3.....	89
Figura B.4 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M1.....	90
Figura B.5 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M2.....	91
Figura B.6 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M3.....	92
Figura B.7 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M4.....	93
Figura B.8 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M1.....	94
Figura B.9 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M2.....	95
Figura B.10 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M3.....	96
Figura B.11 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M4.....	97
Figura B.12 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M1.....	98
Figura B.13 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M2.....	99
Figura B.14 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M3.....	100
Figura B.15 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M4.....	101
Figura B.16 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T2M1.....	102
Figura B.17 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T2M2.....	103
Figura B.18 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T2M3.....	104
Figura B.19 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C3M1.....	105
Figura B.20 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C3M2.....	106
Figura B.21 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T3M1.....	107
Figura B.22 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T3M2.....	108
C. ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. HIDROGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TIPO DE FORMA DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN POWERS.....	109
Figura C.1 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM1. Según Powers.....	110
Figura C.2 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM2. Según Powers.....	110
Figura C.3 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM3. Según Powers.....	110

Figura C.4 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M1. Según Powers.....	111
Figura C.5 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M2. Según Powers.....	111
Figura C.6 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M3. Según Powers.....	111
Figura C.7 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M4. Según Powers.....	112
Figura C.8 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M1. Según Powers.....	112
Figura C.9 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M2. Según Powers.....	112
Figura C.10 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M3. Según Powers.....	113
Figura C.11 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M4. Según Powers.....	113
Figura C.12 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M1. Según Powers.....	113
Figura C.13 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M2. Según Powers.....	114
Figura C.14 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M3. Según Powers.....	114
Figura C.15 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M4. Según Powers.....	114
Figura C.16 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M1. Según Powers.....	115
Figura C.17 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M2. Según Powers.....	115
Figura C.18 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M3. Según Powers.....	115
Figura C.19 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C3M1. Según Powers.....	116
Figura C.20 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C3M2. Según Powers.....	116
Figura C.21 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T3M1. Según Powers.....	116
Figura C.22 Distribución porcentual del tipo forma de partículas de la muestra T3M2. Según Powers.....	117
D. ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. DIAGRAMAS DE CLASIFICACIÓN DE FORMA DE LAS PARTÍCULAS POR LOS MÉTODOS DE ZINGG Y DE SNEED Y FOLK. ....	118
Figura D.1 Clasificación de formas de gravas, muestra E1M8. Según Zingg. ....	119
Figura D.2 Clasificación de formas de gravas, muestra E1M8. Según Sneed y Folk. ....	120

## **LISTA DE ANEXOS**

1. MAPA DE LA ZONA ESTUDIADA DEL RÍO CARIS.

## INTRODUCCIÓN

Los sedimentos tienen funciones esenciales en los ríos como son: el desarrollo del cauce en sus cambios de forma (ancho, profundidad, formación de islas o bancos de arena), sirven para minimizar la degradación del fondo ya que suplen el sedimento en zonas erosionadas, en la formación de hábitats para un gran número de organismos vivos y en el transporte de nutrientes. Algunos riesgos del transporte de sedimentos son el cambio del ancho del cauce durante las avenidas, los deslizamientos de materiales, y los flujos de lodos y escombros en las inundaciones. Los procesos que gobiernan el movimiento de los sedimentos en los ríos son complejos y dependen de factores: hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geográficos y biológicos. Debido a esto la siguiente investigación trata sobre la caracterización sedimentológica de un tramo de aproximadamente unos 170 metros de longitud del río Caris; ubicada en el sur del estado Anzoátegui, del municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

Esta investigación busca evaluar las características físicas que poseen los sedimentos del tramo en estudio del río Caris, para así conocer los efectos que causan sobre ellos los distintos mecanismos de transportes y los procesos a los cuales son sometidos. Este trabajo está estructurado por cinco (5) capítulos, el capítulo I comprende la situación a investigar, los objetivos de la investigación, la justificación, alcances y limitaciones del mismo. El capítulo II está constituido por las generalidades de la zona en estudio. El capítulo III, abarca los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que respaldan la metodología empleada. El capítulo IV, está conformado por la descripción de la metodología de trabajo, subdividida en cuatro (4) etapas. El capítulo V, consiste en los análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por último las conclusiones y las recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

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

Todos los ríos o cuerpos de agua en movimiento existentes empujan, arrastran, remueven materiales y los depositan; los sedimentos que contiene una corriente de agua son consecuencia natural de la degradación del suelo, puesto que el material procedente de la erosión, llega a las corrientes a través de tributarios menores por la capacidad que tiene la misma para transportar sólidos, también por movimientos en masa, es decir, desprendimientos, deslizamientos y otros.

Los sedimentos reflejan la erosión del terreno producida aguas arriba, dentro de la cuenca de drenaje y el cambio en la acumulación de estos en terrenos aluviales aguas abajo, a su vez, también influyen el clima, la vegetación, el relieve, la pendiente, el tipo de suelo y roca y las actividades humanas, tales como la deforestación, la agricultura y la urbanización. Las fluctuaciones en la descarga de partículas afectan un gran número de procesos terrestres y costeros, incluyendo las respuestas del ecosistema debido a que los nutrientes son transportados junto con la carga de sedimentos.

La exploración puede definir los diferentes problemas que se generan por la erosión lateral que se ha producido durante colisión de las aguas del río con estas debido a las características que presenta el canal, generando derrumbes y socavaciones en los taludes correspondiente al área de estudio, el mismo en otras áreas presentan inundaciones de las aguas hacia el continente durante crecidas extremas formado llanuras de inundación, en otras palabras va disminuyendo la estabilización del mismo que es de gran preocupación tanto como los pueblerinos del

área así como para la flora y la fauna que interactúan con el río como recurso indispensable para su sobrevivencia.

En base a la evidencia que se ha podido recopilar, es que se plantea realizar una caracterización de los sedimentos presentes en el tramo del río Caris en el sector del fundo Coyote Cojo, a partir de los análisis granulométricos, morfoscóptico y mineralógico, así como la distribución y el mecanismo de transporte que sufrieron los aluviones presentes en el área de estudio, la descripción de las unidades geológicas y el entorno natural de la zona; con los que se podría determinar cómo han sido transportados estos sedimentos; y la ubicación de las posibles concentraciones de minerales explotables; además de obtener información de los aspectos geomorfológicos y mineralógicos del río, características asociadas a la dinámica fluvial.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización sedimentológica del tramo del río Caris, en el fundo Coyote Cojo, municipio Independencia, estado Anzoátegui.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las unidades geológicas presentes en el área en estudio.
2. Describir los sedimentos en el tramo de estudio del río Caris, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas.

3. Clasificar texturalmente los sedimentos, mediante la escala Wentworth, realizando análisis granulométricos por tamizado.

4. Clasificar según la morfoscopía a las partículas de los sedimentos presentes en el cauce del río, utilizando los métodos de Powers, Zing, Sneed y Folk.

5. Inferir el grado de transporte, a través del análisis de las características morfológicas de los sedimentos.

6. Determinar la composición mineralógica de los sedimentos presentes en la cuenca del río Caris, usando el microscopio estereográfico.

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

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

Existe poca información sobre la caracterización de los sedimentos presentes en el río Caris, así como también información de los aspectos geológicos, mineralógicos, mecánicos, hidrológicos, geomorfológicos entre otros, que permite encontrar un valor para el progreso de la sociedad; por lo tanto, este trabajo de grado será para aportar datos sobre ellos.

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

Este trabajo consistirá en caracterizar los sedimentos presentes en el cauce de río Caris, con el fin de clasificar los sedimentos según la escala de Wentworth; analizar las características morfológicas de ellos, según la clasificación de Powers, Zing, Sneed y Folk; la composición mineralógica usando el microscopio

estereográfico; y la determinación de los mecanismos de transporte por el método de Visher.

## **1.5 Limitaciones**

1. Dificultad de acceso a la zona de estudio, debido a las pocas vías de penetración y las malas condiciones en que se encuentran.

2. Deficiencia y falta de transporte para trasladarse a la zona de estudio.

3. Falta de autorización para el acceso a áreas privadas por las cuales pasa el río Caris.

4. Dificulta en la obtención de recursos y/o equipos técnicos necesarios para la recolección de información.

5. Escasa información y material bibliográfico actualizado sobre la zona.

6. Crecidas del río que generan gran riesgo para la toma de muestras en el río, y los cambios climáticos bruscos que influyen en la presencia de animales ponzoñosos, entre otros.

## CAPÍTULO II GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La zona de estudio es un tramo del río Caris ubicado en el sector del fundo Coyote Cojo, comprendido entre los morichales Verdún y Cusebito, al sur del estado Anzoátegui, en el municipio Independencia, Venezuela (Figura 2.1). La ubicación geográfica del tramo de aproximadamente 170 metros de longitud del río Caris está comprendida entre las coordenadas del Sistema Universal Mercator (UTM): N: 929575-E: 408675 y N: 929500 E: 408800.

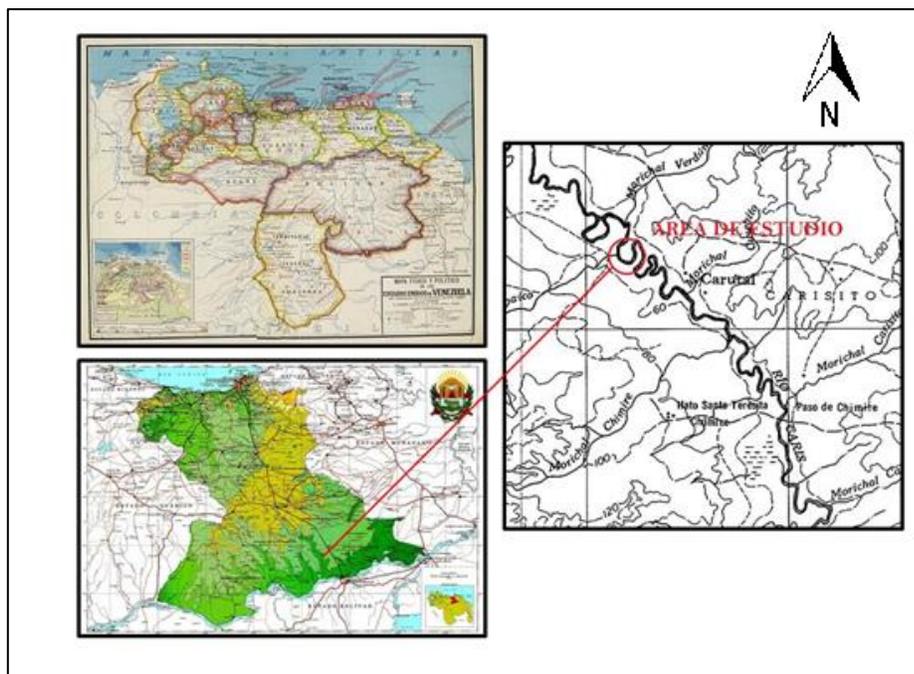


Figura 2.1 Ubicación geográfica el área de estudio.

## 2.2 Acceso al área de estudio

La principal vía de acceso a la zona es a través de la carretera asfaltada. Iniciando en Ciudad Bolívar, cruzando el puente Angostura hasta el cruce hacia la población de Soledad, se continúa el recorrido de 35 km aproximadamente en sentido Noroeste por la Troncal 16 hasta el cruce de vías en la estación de servicio Morón donde sigue el recorrido en sentido suroeste en dirección hasta la población de Tabaré. Sin embargo, al cruzar el puente sobre el río Caris se cruza en dirección sur por un camino de tierra (trilla) una distancia de unos 2 km hasta el acceso directo al sitio de estudio en las riberas del mencionado río (Figura 2.2).

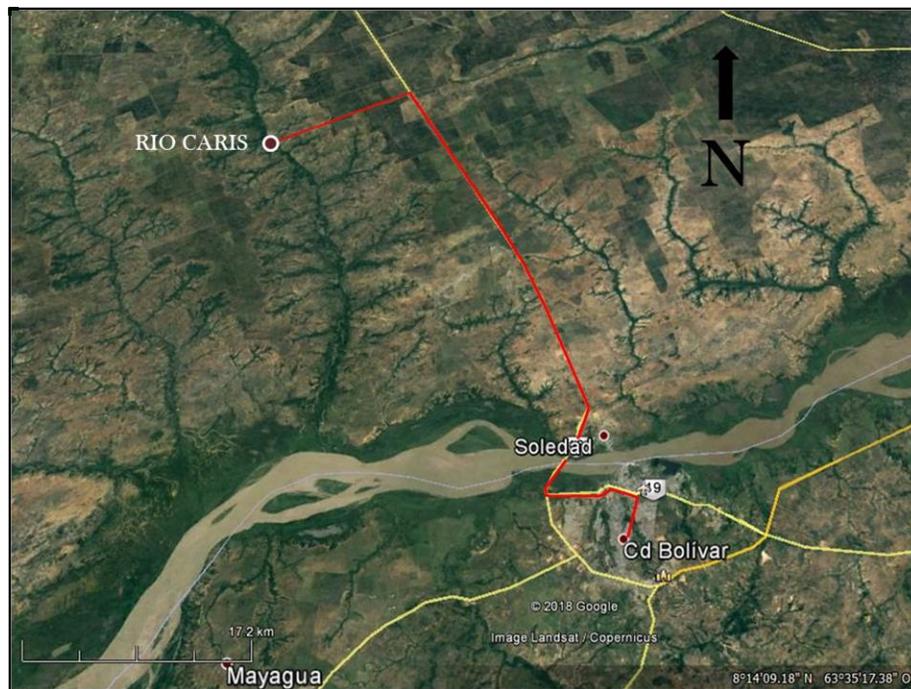


Figura 2.2 Vía de acceso a la zona de estudio en imagen satelital Landsat (Google Earth, 2018).

## 2.3 Características físico-naturales

### 2.3.1 Climatología

Según la clasificación climática de Köppen es la diversidad fisiográfica del territorio nacional y su ubicación latitudinal la que determinan la existencia de 13 zonas climática distintas en Venezuela. La zona de estudio conforme a este sistema de clasificación es característica de los llanos orientales por el relieve entre plano y ondulado por lo cual le corresponde un clima de bosque húmedo tropófito y sabanas (herbazales). Los factores que determinan este tipo climático son la baja latitud que le confiere temperaturas altas durante todo el año, la altitud sobre el nivel del mar que la ubican en el piso tropical, la distribución anual de las lluvias que definen dos períodos y la influencia de los vientos (Figura 2.3).

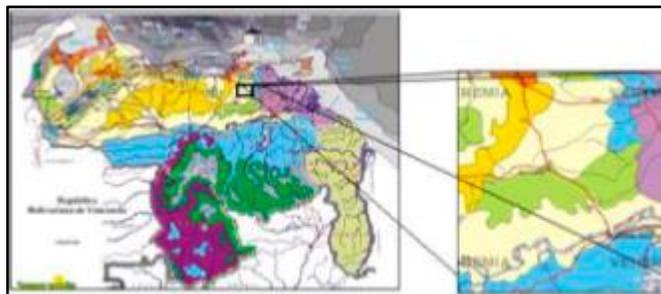


Figura 2.3 Clasificación climática del área de estudio según Köppen, W., 1936 (Venemia.com).

El bio-clima de la zona es del tipo Bosque seco tropical de sabana (bs-T). Para la clasificación climática de este tramo del río Caris en su cuenca media, se utilizaron también los datos de las variables climatológicas registradas en la estación meteorológica de Ciudad Bolívar estado Bolívar, correspondiente al período de años del 2000 al 2011, por ser esta la estación en funcionamiento más cercana a la zona en estudio, aunque no pertenezca al estado Anzoátegui cubre un área de 100 Km a la

redonda por lo cual abarca el área de estudio, además de ser una estación de tipo C1 (registra precipitación, evaporación, temperatura, insolación solar y humedad relativa).

Dicha estación se encuentra ubicada en el aeropuerto de esta Ciudad y es manejada por la Fuerza Aérea Venezolana (FAV).

### **2.3.2 Precipitación**

En el registro climático de la estación La Viuda cuya precipitación data desde el año 1971 al año 2002 (31 años) se observa que las máximas precipitaciones ocurren durante los meses de junio con un valor promedio de 102,65 mm, julio con 133,23 mm y el mes de agosto con 154,882 mm, siendo este el mes más lluvioso. El período de mínimas precipitaciones se desarrolla durante los meses de enero con un valor promedio de 16,68 mm, febrero con 15,04 mm y el mes de marzo con un promedio de 9,92 mm siendo este el mes más seco.

### **2.3.3 Evaporación**

La evaporación en la zona es elevada con un valor medio de 1.801,0 mm. Los meses de mayor evaporación son marzo y abril lo cual se debe a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar y baja humedad relativa. Por otra parte, la evaporación registra sus valores más bajos durante los meses de junio y diciembre.

### **2.3.4 Temperatura**

El período evaluado de la temperatura estipulado (al igual que en el resto de las variables climatológicas) está comprendido entre el 2000 y 2011 (11 años), la

temperatura media normal en el área es de 27,6 °C, siendo la temperatura máxima media de 33,1 °C y la mínima media de 24,1 °C. Abril y octubre son los meses más calurosos mientras que enero y diciembre son los menos cálidos.

### **2.3.5 Humedad relativa media**

La humedad en la atmósfera se distribuye por dos procesos, uno representado por la espontánea difusión del vapor del agua en el espacio, y el otro por el transporte que hace la atmósfera y por la circulación de esta. La humedad relativa media del área alcanza el 79,2 %. Las humedades máximas ocurren en los meses julio y noviembre mientras que las mínimas en los meses de marzo y abril.

### **2.3.6 Insolación media**

La variación temporal de la insolación solar depende del movimiento anual aparente del sol, nubosidad, las precipitaciones y el estado de transparencia de la atmosfera, el área de estudio recibe una insolación solar media de 7,6 horas. La insolación solar media alcanza sus mayores registros en los meses de febrero, abril y octubre; mientras que los mínimos valores de insolación ocurrieron en el mes de julio.

### **2.3.7 Vegetación**

La vegetación es de tipo arbustiva muy densa, cuyo componente floral es de tipo tropical de bosque de galería con elevada humedad, relacionados a sedimentos de tipos arenosos y arcillosos caracterizados por árboles de mediana altitud. Entre las especies vegetales dominantes se encuentran la paja peluda, púas, enredaderas, morichales, merey, chaparro, manteco, guaritoto, bejucos, entre otros.

Desde un punto de vista general, en el entorno circundante, la característica particular de vegetación tipo sabana. Finalmente, en las zonas bajas donde el nivel freático alcanza la superficie, a lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes del río Caris y sus afluentes, se encuentra otra cobertura vegetal que son las arborescencias de tipo selvático a los que se denominan Bosques de Galería, los cuales se caracterizan por poseer árboles de moderada a gran altura (Figura 2.4 y 2.5).



Figura 2.4 Vegetación de bosque de galería predominante en las riberas del río Caris.



Figura 2.5 Vegetación de sabana arbustiva de la cuenca del río Caris.

Según la clasificación climática de Köppen la zona de estudio conforme a este sistema de clasificación es característica de los llanos centrales por el relieve entre plano y ondulado por lo cual le corresponde un clima de bosque húmedo tropófito y sabanas (herbazales).

Sin embargo, de acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge el bio-clima de la zona es del tipo Bosque seco tropical de sabana (bs-T).

### **2.3.8 Fauna**

La fauna silvestre en el área de estudio es relativamente escasa y se encuentra ampliamente distribuida en el resto de la región. Las especies más comunes son: monos, venados, cunagueros, onzas, cachicamos, serpientes y lagartijas. La presencia de algunas de estas especies es confirmada por informantes locales y habitantes de la zona. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

### **2.3.9 Suelo**

Por lo general, los suelos dominantes son en primer lugar los pertenecientes al orden Ultisol, caracterizados por ocurrir en diferentes ámbitos bioclimáticos, presentándose en distintos tipos de paisajes (montaña, lomerío, planicie y peniplanicie) originándose a partir de los sedimentos de la formación Mesa.

Estos suelos exhiben un avanzado desarrollo pedogenético, son superficiales a muy profundos de colores predominantes, marrón oscuro a marrón rojizo en superficie y en profundidad marrón amarillento a rojo, de textura arenosa en superficie y franco arcillosa, franco arcilloso arenosa a arcillosa en profundidad, mezclada localmente con contenidos variables de esqueletos gruesos. En el lecho del río Caris predominan los suelos de granulometría arenosa.

### **2.3.10 Hidrografía**

La hidrografía de la zona de estudio está constituida fundamentalmente por el tramo en estudio de la cuenca media del río Caris en el cual drenan varios afluentes, entre los que se encuentran el morichal Verdún al norte del área y el morichal Cusebito al sur, ambos se encuentran por la margen derecha del citado río, y por la margen izquierda se encuentra el morichal Capaico.

El tramo en estudio del río Caris se encuentra en el municipio Independencia, aun cuando sus nacientes y afluentes provienen de morichales y quebradas de régimen permanente e intermitente que conforman la cuenca y ocupan parte de los municipios adyacentes como Simón Rodríguez y San José de Guanipa.

Aunque la naturaleza meandrante del río Caris permite inferir un nivel de madurez caracterizado por su baja pendiente, la cuenca del río Caris se presenta como de tipo dendrítico en toda su extensión.

#### **2.3.10.1 Formas del relieve regional**

El área de interés de este trabajo se ubica dentro de la unidad morfológica denominada Mesas disectadas (Figura 2.6).

Las pendientes de estas tierras están entre el 1 % y el 5 % con presencia de escarpes casi verticales en los bordes.



Figura 2.6 Paisaje de Mesa disectada típico de las sub-cuencas de los afluentes del río Caris.

Las colinas y montículos son, en parte, residuos erosionales sobre la penillanura y también, parcialmente una antigua topografía que sobresale a través de la capa sedimentaria donde llanuras aluviales lavadas cubren zonas extensas (Figura 2.7). Las arenas sueltas cubren áreas muy grandes, se presentan además guijarros ferruginosos en las depresiones y cauces fluviales, factibles de ser utilizados en la construcción de caminos.



Figura 2.7 Paisaje de colinas y montículos en la cuenca del río Caris.

## 2.4 Geología regional

La geología regional en el municipio Independencia, está constituida principalmente por dos unidades geológicas bien definidas. Dichas unidades son: Formación Mesa y la Provincia Geológica de Imataca. La geología del área de estudio se reduce estrictamente a la Formación Mesa.

Según González de Juana y otros (1980) fue designada como los sedimentos jóvenes que cubren las mesas de Venezuela Oriental. No se ha designado una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas, con secciones representativas.

En particular se han mencionado, la Mesa de Guanipa (Anzoátegui), la Mesa de Tonoro y Santa Bárbara (Monagas). Se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al sur del río Orinoco. En la Formación Mesa, la conformación es mayoritariamente de arenas no consolidadas, provenientes del Cuaternario, y aún más jóvenes son los depósitos sedimentarios originados por las inundaciones periódicas generadas por las crecientes del río. En montañas y colinas se observan areniscas, arcillas, margas, lutitas, calizas y limolitas, además de concreciones de hierro, grava y cuarcitas. En los límites Norte y Sur de la Mesa de Guanipa (González de Juana y otros, 1980). La Formación Mesa consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cementos ferruginosos cementados y muy duros; conglomerado rojo a casi negro, arenas blanco-amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita. En la Mesa de Tonoro se observan capas lenticulares de conglomerado, arenas, y algunas arcillas. Al noroeste de Santa Rosa existe una capa lenticular de conglomerado, de 25 m de espesor, con delgadas intercalaciones de arenas (Figura 2.8).

En la Formación Mesa se han encontrado fósiles de agua dulce, asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada. En Santa Bárbara de Maturín, la parte superior (76 m) consiste en gravas con intercalaciones de arenas y arcilla roja y amarillo intenso: la parte inferior (60 m) formada por clásticos finos (arenas gris y blanco, intercaladas con arenas arcillosas y arcillas gris abigarradas). Al suroeste de

Maturín, la Formación Mesa está compuesta por arcillas moteadas y abigarradas, con nódulos sin arena. En los llanos centro orientales, la formación, está constituida por arenas no compactadas (González de Juana y otros, 1980).

Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos. En la sección de río Cristalino, río La Palencia, río del Medio, Caripito y Las Parcelas, la formación está constituida por conglomerados con elementos líticos redondos, tipo pudinga, de tamaño grande, aproximadamente 0.15 metros de diámetro, en una matriz arcillo-arenosa de color gris claro a amarillo (González de Juana y otros, 1980).

Según González de Juana y otros (1980), la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio-deltáica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco. El mayor relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clásticos de grano más grueso, mientras que desde el sur el aporte principal era de arenas. En la zona central, postuló la existencia de ciénagas. González de Juana y otros (1980), considera que los sedimentos de la formación representan depósitos torrenciales y aluviales, contemporáneos con un levantamiento de la Serranía del Interior.

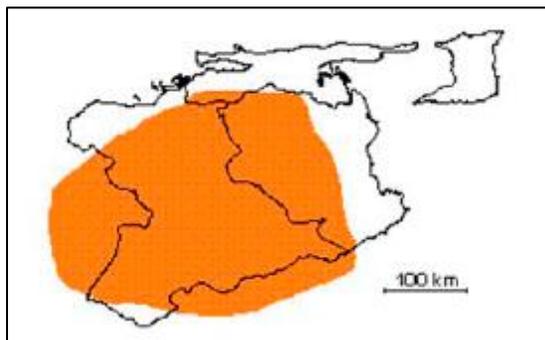


Figura 2.8 Extensión geográfica de la Formación Mesa (PDVSA Intevep, 2001).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

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

Se cuenta con los siguientes tipos de estudios previos efectuados en zonas cercanas:

Bejarano, S. y Reyes, L. (2017) Realizaron el trabajo titulado “PROPUESTA BASICA PARA LA PROTECCION DE LOS TRALUES DE LA RIBERAS DE UN TRAMO DEL RIO CARIS” que tuvo como objetivo principal proponer la ingeniería básica de las protecciones de los taludes de las riveras con propósitos de encauzamiento del mencionado rio. Para este trabajo se efectuó el levantamiento topográfico para la construcción de un plano topográfico, en los cauces y taludes de las riveras se tomaron cuatro (4) muestras de suelo para caracterización y se estimó el caudal del cauce usando el método del hidrograma triangular. Se concluyó que el tramo evaluado del rio caris en su cuenca media es sinuoso a recto, aunque regionalmente es meandrante y su pendiente es baja. Las riveras y llanura de inundación poseen relieve de sabana por otro lado los sedimentos corresponden a arenas mal gradadas y la forma de sus partículas son predominantemente sub redondeados y redondeados.

Gutiérrez, M. y Filgueira, R. (2017) Realizaron el trabajo titulado “CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR” el cual se utilizó la metodología descriptiva ya que se realizó la caracterización sedimentológica del cauce del río

Candellarita, que corresponde a la misma metodología que se utiliza en el presente trabajo, dicha metodología lo conforman IV etapas: recopilación de datos (seleccionar área de estudio), trabajo de campo (apertura de calicatas, levantamiento del talud y toma de muestras) , análisis de laboratorio (granulometría y morfoscopía) y procesamiento de la información (interpretación de resultados y conclusiones).

González, S. Y Urbina, J. (2019) Realizaron el trabajo titulado “ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD DEL FLUJO EN CORRIENTES FLUVIALES: CASO RÍO CARIS ENTRE LAS COORDENADAS (E408449; N 929022); (E 408414; N 928987) MUNICIPIO INDEPENDENCIA ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA” el cual busca caracterizar a las partículas de sedimentos según a morfoscopía, en el tramo en estudio del río Caris, determinar el caudal de diseño aportado de la cuenca alta del río Caris para períodos de retornos de 25 y 50 años y definir los protocolos de medición de velocidad del río utilizando correntómetro, flotadores y tubo Pitot.

## **3.2 Fundamentos teóricos**

### **3.2.1 Ambientes fluviales**

Constituyen uno de los medios sedimentarios continentales de mayor importancia por su amplia distribución geográfica en el presente y a través del tiempo geológico. Los medios fluviales, de acuerdo a las características de su trazado, se pueden dividir en: rectos, meandriiformes, corrientes entrelazadas y anastomosados o ramificados (Figura 3.1) (Baamonde, J. 2006).

### 3.2.1.1 Rectos

Son cauces con poca sinuosidad. Los cursos rectos suelen transportar una gran variedad de tamaños en los sedimentos, los cuales varían desde bloques y gravas, hasta arenas y limos (Baamonde, J. 2006).

### 3.2.1.2 Meandriforme

Se produce cuando la corriente presenta una serie de inflexiones a lo largo de su dirección, éstas corrientes son usualmente las que se desarrollan en pendientes bajas, con carga moderada de sedimentos y con fluctuaciones moderada de descarga, esto es, entre la época de lluvias y sequía. La velocidad de la corriente es mayor en el centro del canal, donde también es mayor el transporte de sedimentos, principalmente arenas. En las crecidas del río hay mayor transporte de sedimentos y en los meandros hay mayor erosión en la orilla de socavación y depositación de sedimentos en la orilla opuesta que se denomina barra de meandro. En una barra de meandro el sedimento de la base es más grueso disminuye de tamaño hacia el tope (Baamonde, J. 2006).

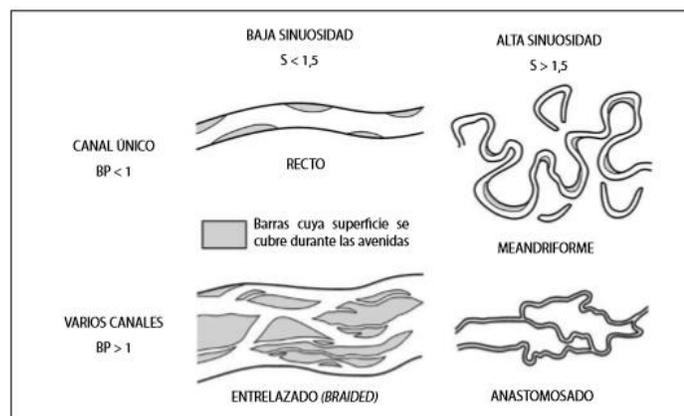


Figura 3.1 Principales tipos ríos según el número de canales, el índice de Entrelazamiento o braiding (Br) y el grado de sinuosidad (S). Modificado de Miall (1977) en Arche A. (2010).

### 3.2.2 Mecanismos de transporte (Visher)

Para lograr determinar las poblaciones en las curvas granulométricas, se revisó el trabajo de Visher (1969), en el cual se detallan los tipos de transporte dentro de distintos flujos o corrientes a partir de datos granulométricos. El reconocimiento de poblaciones y/o subpoblaciones está asociado a mecanismos de transporte, los cuales se reconocen al analizar las distribuciones de tamaño de grano de las curvas granulométricas de un determinado flujo. Las distribuciones están relacionadas a un modo de transporte y depositación. Los tres mecanismos de transporte son: (1) suspensión, menor a 0.105 mm; (2) saltación, 0.105-0.35 mm; y (3) tracción, 0.35-10 mm. (Figura 3.2).

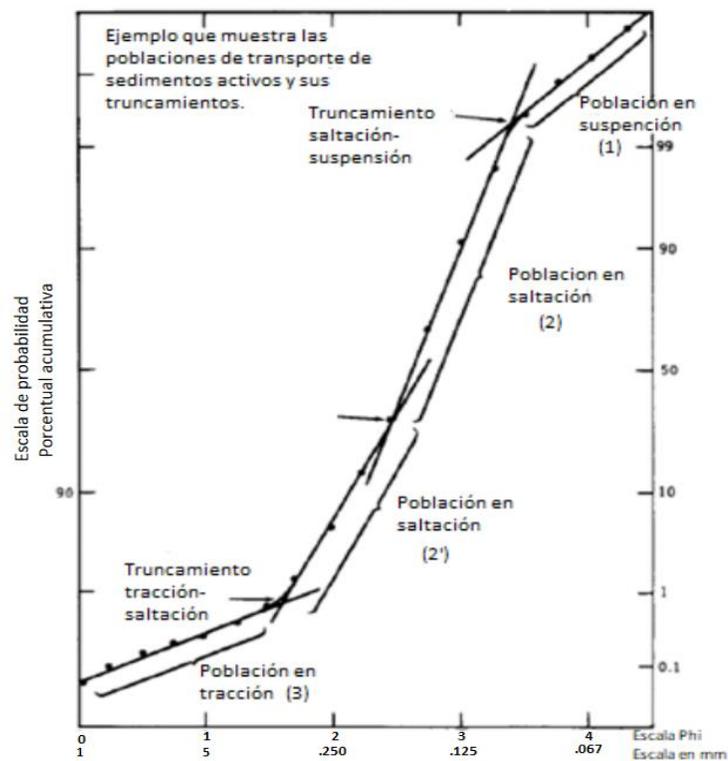


Figura 3.2 Transporte de sedimentos con las poblaciones y puntos de truncamiento en una distribución de tamaño de grano. Modificado de Visher (1969).

### **3.2.2.1 Depósitos de canal**

A medida que un río transporta el sedimento, algo del material puede depositarse dentro del cauce. Los depósitos de canal están compuestos la mayoría de las veces por arena y grava, los componentes más gruesos de la carga de una corriente, a los que se suele denominar como barras. Sin embargo, son sólo elementos transitorios, ya que el material será recogido de nuevo por el agua corriente y transportado más lejos corriente abajo, hasta su último destino: el océano.

Las barras de arena y grava pueden formarse en una gran cantidad de situaciones. Por ejemplo, son comunes allí donde las corrientes fluyen en una serie de recodos, denominados meandros.

Otra manera de formarse es cuando una corriente deposita materiales en el fondo de su canal. Si esas acumulaciones se vuelven lo suficientemente gruesas como para obstruir el cauce, obligan a la corriente a dividirse y seguir varios caminos, la consecuencia es una red compleja de canales convergentes y divergentes que se abren camino entre las barras. Debido a que esos canales tienen una apariencia entrelazada, se dice que la corriente es anastomosada (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

### **3.2.2.2 Depósitos de llanura de inundación**

Como su propio nombre indica, una llanura de inundación es la parte de un valle que se anega durante una inundación, casi todas las corrientes están flanqueadas por llanuras de inundación. El aluvión que cubre una llanura de inundación consiste en parte, en arenas gruesas y gravas que fueron depositadas originalmente como barras de meandro por los meandros que se desviaron lateralmente a través del suelo del valle. Otros sedimentos estarán compuestos por arenas finas, limos y arcillas que

se diseminaron a través de la llanura de inundación cuando el agua desbordó su cauce durante la etapa de inundación.

Los ríos que ocupan valles con suelos amplios y planos a veces crean formas denominadas diques naturales que flanquean el cauce de la corriente. Los diques naturales se forman como consecuencia de inundaciones sucesivas a lo largo de muchos años (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

### **3.2.3 Composición mineralógica de los sedimentos**

Los minerales de las rocas sedimentarias pertenecen a tres grupos principales, los minerales detríticos residuales, los detríticos secundarios, y los precipitados químicos. El primer grupo, están constituidos por los minerales de la roca generadora, que sobreviven a los procesos de meteorización, y que son transportados y depositados mecánicamente, incluyen tanto especies estables como el cuarzo y especies relativamente inestables como el feldespato. Los minerales detríticos secundarios son los que se generan por procesos de meteorización, como los minerales arcillosos que también son transportados y depositados mecánicamente. Los precipitados químicos son los minerales depositados de verdaderas soluciones por procesos químicos y bioquímicos (Von, M. 1938 en Pettijohn, F. 1976).

### **3.2.4 Escala de tamaño de Udden-Wentworth**

Los sedimentólogos han adoptado una escala geométrica, en la cual los límites de clases aumentan por un factor de 2 a partir de 1 mm (1, 2, 4, 8, 16 mm, etc.) o disminuyen por un factor de  $\frac{1}{2}$  a partir de esta base (1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  mm), a esta escala se le denomina la escala Udden-Wentworth, dividida en cuatro grandes categorías: arcilla, limo, arena y grava (Figura 3.3) (Ledesma, J. 2013).

		U.S. Standard Malla del Tamiz	Milímetros	Phi ( $\phi$ ) Unidades	Escala de Wentworth	
GRAVA			4096	-12	Bloques (Cantos)	Conglomerados
			1024	-10		
			256	256 -8	Cantos (Gujarros)	
			64	64 -6		
			16	-4	Gujarros	
	5		4	-2		
	6		3,36	-1,75	Gránulos	
	7		2,83	-1,5		
	8		2,38	-1,25		
	10		2,00	2 -1,0		
ARENA	12		1,68	-0,75	Arena muy gruesa	Areniscas
	14		1,41	-0,5		
	16		1,19	-0,25		
	18		1,00	1 0,0		
	20		0,84	0,25	Arena gruesa	
	25		0,71	0,5		
	30		0,59	0,75		
	35		0,50	½ 1,0		
	40		0,42	1,25	Arena Media	
	45		0,35	1,5		
	50		0,30	1,75		
	60		0,25	¼ 2,0		
	70		0,210	2,25	Arena fina	
	80		0,177	2,5		
	100		0,149	2,75		
	120		0,125	¾ 3,0		
	140		0,105	3,25	Arena muy fina	
	170		0,088	3,5		
	200		0,074	3,75		
	230		0,0625	⅝ 4,0		
LODO	LIMO	270	0,053	4,25	Limo Grueso	Limolitas
		325	0,044	4,5		
			0,037	4,75		
			0,031	½ 5,0		
			0,0156	⅜ 6,0		
	ARCILLA		0,0078	⅛ 7,0	Arcilla	
			0,0039	1/16 8,0		
			0,0020	1/32 9,0		
			0,00098	1/64 10,0		
			0,00049	1/128 11,0		
	0,00024	1/256 12,0				
	0,00012	1/512 13,0				
	0,00006	1/1024 14,0				

Figura 3.3 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus correspondientes valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Baamonde, J. 2006).

### 3.2.5 Escogimiento

### 3.2.5 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de un agregado es todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se puedan separar las partículas constitutivas del agregado según los tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan

mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material es decir la granulometría (Ledesma, J. 2013).

### 3.2.6 Grado de redondez (Powers)

Pettijohn, F. en 1976 definió cinco grados de redondez de Powers: angular, subangular, sub-redondeado, redondeado y bien redondeado (Figura 3.4).

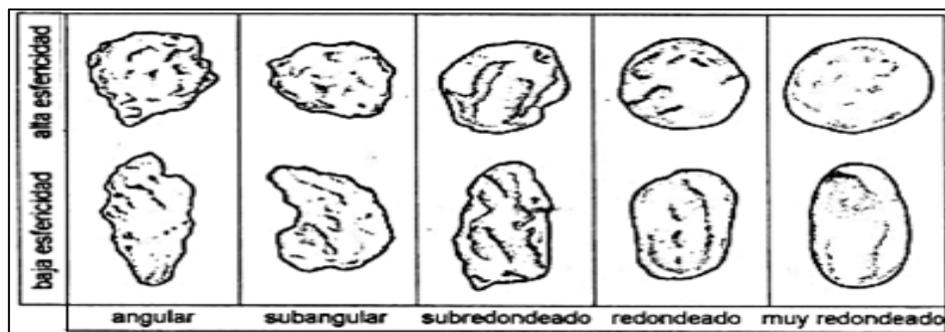


Figura 3.4 Grado de redondez de Powers 1953 (Baamonde, J. 2006).

#### 3.2.6.1 Angular

Poco o nada de evidencia de desgaste, las aristas y los vértices son agudos (Pettijohn F., 1976).

### **3.2.6.2 Subangular**

Efectos típicos del desgaste. Los fragmentos mantienen todavía su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas; pero las aristas y los vértices han sido redondeados en cierto grado. Los vértices secundarios son numerosos, pero menos que en los angulosos (Pettijohn, F. 1976).

### **3.2.6.3 Sub-redondeado**

Considerable desgaste. Las aristas y vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas se encuentra bastante reducida, pero se mantienen todavía la forma primitiva del grano. Vértices secundarios muy redondeados y en número reducido (Pettijohn, F. 1976).

### **3.2.6.4 Redondeado**

Caras originales completamente destruidas, pero todavía pueden presentar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido pulidos hasta curvas suaves y amplias. Vértices secundarios muy suavizados y escasos (Pettijohn, F. 1976).

### **3.2.6.5 Bien-redondeado**

Sin caras originales, sin aristas ni vértices. La superficie consta totalmente de curvas amplias; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano (Pettijohn, F. 1976).

### 3.2.7 Forma de los granos

Se define como la relación entre las tres dimensiones de un clasto (figura 3.5). La forma de las partículas se modifica durante su transporte por abrasión y por colisión con otras (Ledesma, J. 2013).

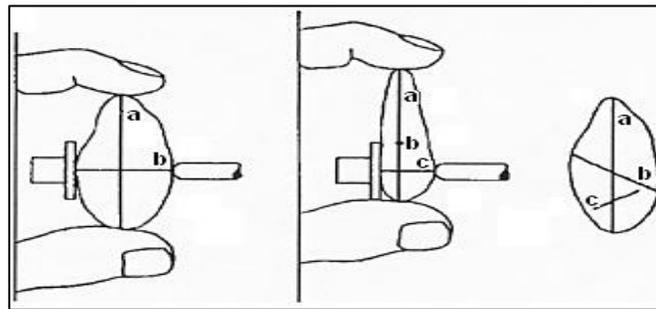


Figura 3.5 Medidas de los diámetros de un guijarro (Ledesma, J. 2013).

### 3.2.8 Índice de forma de Zingg

Zingg (1935) propone cuatro clases de forma: esférico, discoidal, elipsoide y cilíndrico; exclusivamente para gravas basándose en las relaciones entre los tres ejes medidos: a (longitud), b (ancho) y c (espesor); para así determinar el índice aplanamiento ( $q = b/a$ ) y el índice de achatamiento ( $p = c/b$ ) (Figura3.6). La intención de esta clasificación es el poder describir un aspecto geométrico previamente caracterizado (Ledesma, J. 2013).

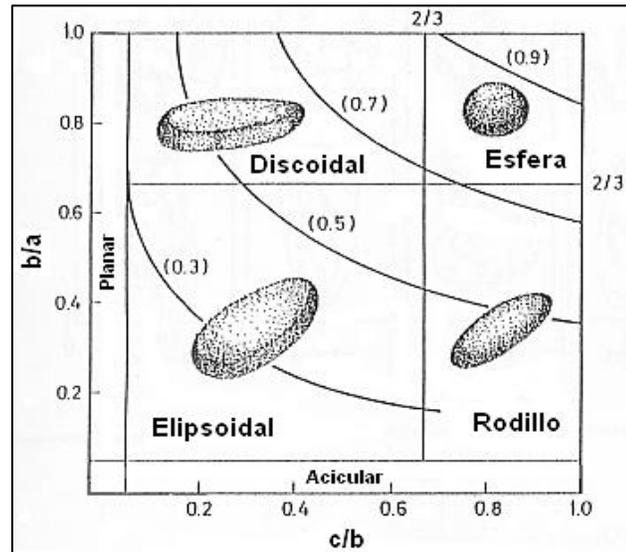


Figura 3.6 Clasificación de Zingg de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013).

### 3.2.9 Índice de forma de Sneed y Folk

Sneed y Folk (1958) propusieron combinar las dimensiones de las partícula (longitud (a), ancho (b) y espesor (c)); para así determinar sus tres índices de forma:  $(c/a)$ ,  $(a-b/a-c)$  y  $(\sqrt[3]{c^2/ab})$ ; sobre un diagrama triangular, con tres tipos de formas en sus vértices: esférico, planar y alargado, las cuales definen diez clases de formas: esférico (E), esférico aplanado (EP), esférico tabular (ET), esférico alargado (EA), plano (P), tabular (T), aplanado (A), muy plano (MP), muy tabular (MT) y muy aplanado (MA) (Figura 3.7) (Ledesma, J. 2013).

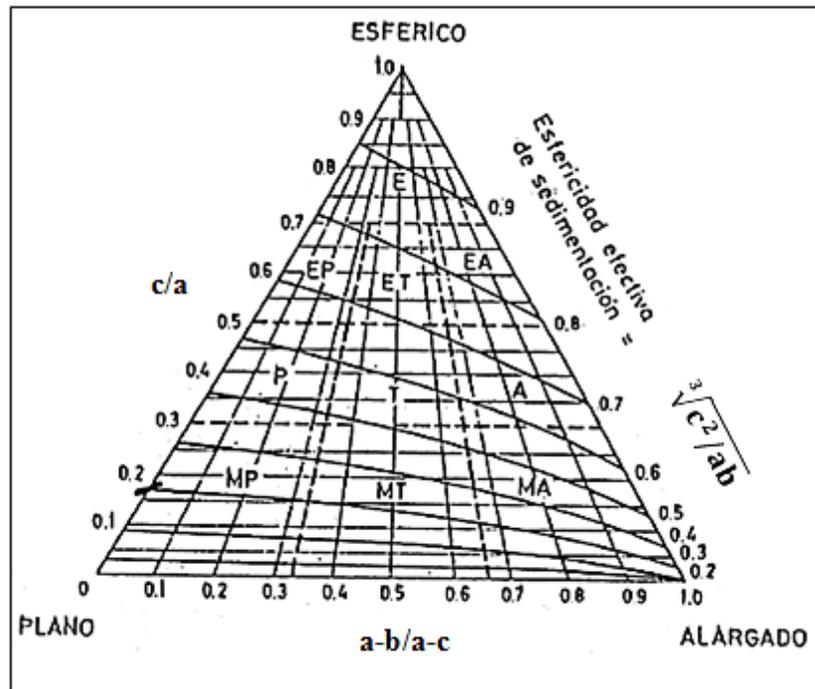


Figura 3.7 Clasificación de Sneed y Folk de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo descriptiva según Arias, F. (2006) “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, geomorfológicas, geoquímicas; a través de ensayos químicos, exploración en campo; obteniendo así las características del suelo para el estudio de su comportamiento.

#### **4.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado (Arias, F 1999)

##### **4.2.1 Diseño documental**

Arias, F. (2006) “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación análisis, crítica e interpretación de datos secundarios” Es decir los obtenidos y registrados por otros investigadores mediante diferentes fuentes documentales, con el propósito de aportar nuevos conocimientos.

## **4.2.2 Diseño de campo**

Arias, F. (2006) “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas e interpretación de datos secundarios” Es decir, es donde el investigador obtiene la información, pero no cambia las condiciones existentes, sobre todo los provenientes de bibliografías, a partir de los cuales se realiza el marco teórico.

Según Arias, F. (2006) “la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”.

Este trabajo se basa en una investigación de campo, ya que se visitará el sitio de estudio, para observar y recolectar muestras de suelo, que posteriormente serán analizados de igual manera se refiere a la práctica que se debe adoptar para cumplir con los objetivos de su estudio, ya que el diseño de la investigación indica los pasos a seguir para cumplir dichos objetivos.

## **4.3 Etapas de la investigación**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se llevaron a cabo una serie de etapas, las cuales se pueden observar en el flujograma de la Figura 4.1.

### **4.3.1 Etapa I: Recopilación de información**

#### **4.3.1.1 Selección del área de estudio**

El tramo del río Caris que fue estudiado fue seleccionado por la seguridad que proporcionaba el fundo Coyote Cojo, y que nos permitiría trabajar libremente en el área.

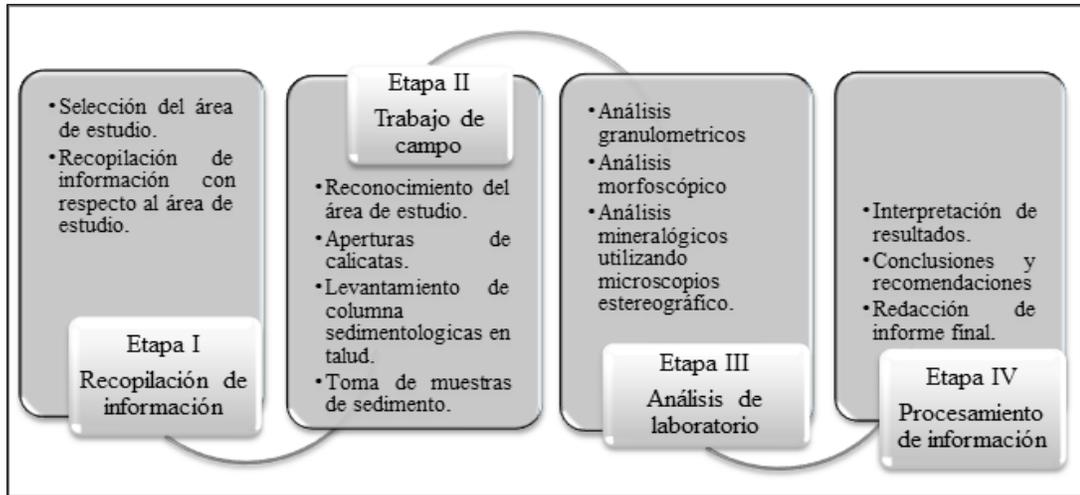


Figura 4.1 Flujograma de actividades.

#### 4.3.1.1 Recopilación de información respecto al área de estudio

En lo que respecta a la recopilación de datos, se realizó una exhaustiva revisión documental de material presente en tesis, libros (físico y en digital) y revisión de información en páginas especializadas en Internet con relación al tema de estudio.

Además se obtuvo información de la hoja cartográfica La Canoa, N° 7471 a escala 1:100.000, edición 1- DCN, de 1966 y de la aplicación Google Earth.

#### 4.3.2 Etapa II: Trabajo de campo

##### 4.3.2.1 Reconocimiento del área de estudio

Se realizó un recorrido y la respectiva recopilación de toda la información necesaria del área de estudio, evaluando las características observadas en dicha área como: relieve suave de colinas y ligeras elevaciones estructurales, la litología, cárcavas y

drenajes producto de aguas provenientes de las precipitaciones, vegetación en los laterales y adyacencias del río Caris y diferentes unidades geológicas (Figura 4.2).



Figura 4.2 Reconocimiento del área de estudio del río Caris.

#### **4.3.2.2 Apertura de calicatas**

La apertura de calicatas se realizó con una profundidad de un (1) metro, por un (1) metro de ancho, por un (1) metro de largo; para describir los diferentes paquetes de sedimentos. Se realizaron tres (3) calicatas a lo largo del margen derecho del río.

#### **4.3.2.3 Levantamiento de columnas sedimentológicas en talud**

Se realizó el levantamiento de base a tope de las columnas sedimentológicas donde se observan los diferentes paquetes de sedimentos, el tamaño de grano, las estructuras sedimentarias y biogénicas, coloración, y espesores de cada paquete. La interpretación de todos estos datos conlleva a inferir los distintos procesos y/o eventos geológicos responsables de la deposición y comportamiento textural de las partículas. La leyenda utilizada en dichas columnas se puede observar en la figura 4.3.

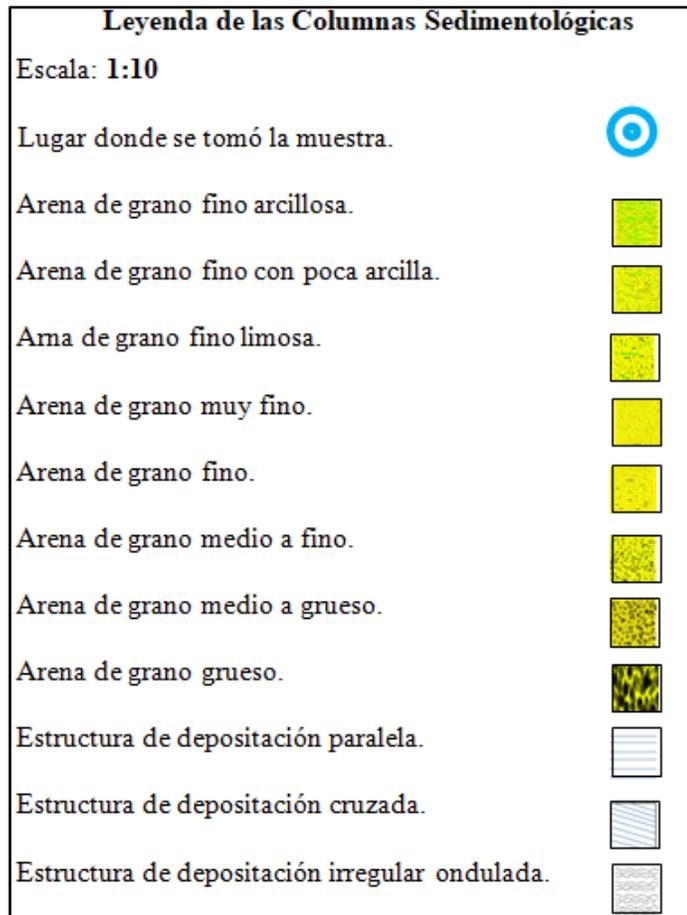


Figura 4.3 Leyenda utilizada en las columnas sedimentológicas en el río Caris.

#### 4.3.2.4 Toma de muestra

La recolección de muestras de sedimentos se efectuó posteriormente al levantamiento de cada columna. Se tomó 1 Kg, aproximadamente, de cada muestra de sedimento, en bolsas plásticas e identificándolas con su respectivo número, ubicación y coordenadas. En total se recolectaron treintaiocho (38) muestras, distribuidas en el tramo de estudio de las cuales a veintidós (22) muestras distribuidas en tres (3) calicatas, tres (3) taludes y fondo del cauce del río, a los fines de realizarles los respectivos ensayos y análisis de laboratorios.

Tabla 4.1 Coordenadas UTM-REGVEN de las estaciones de muestreo.

<b>Muestras</b>	<b>Norte (m)</b>	<b>Este (m)</b>
C1	929523,51	408627,44
C2	929465,22	408687,43
C3	929431,52	408782,74
T1	929556,54	408654,82
T2	929497,23	408719,24
T3	929472,68	408782,33
FCM1	929557,62	408671,28
FCM2	929565,85	408684,95
FCM3	929571,23	408704,48

#### **4.3.3 Etapa IV: Análisis de laboratorio**

##### **4.3.3.1 Análisis granulométricos**

Estos análisis se realizaron en el Instituto Nacional de Geología y Minería (Ingeomin), con la finalidad de clasificar texturalmente cada muestra, para ello se seleccionaron veintidós (22) muestras de sedimento. En este ensayo se determinó la granulometría de las muestras, mediante el proceso mecánico de tamizado por vía húmeda. La información obtenida de estos análisis se presenta mediante curvas granulométricas de frecuencia acumulada, para clasificar el material sedimentario según el tamaño, para lo que se empleó la tabla de clasificación propuesta por Wentworth (1922) y Udden (1914).

El análisis granulométrico se llevó a cabo de la siguiente manera: cada muestra obtenida del trabajo de campo fue secada y disgregada para posteriormente homogeneizarla, cuartearla y tomar una muestra representativa del material, pesarla hasta obtener una porción de 500 gr para el tamizado, donde se lleva a los tamices, lo

cuales son agitados por medio mecánico y humedecido mediante la inyección de agua durante un período de tiempo de quince (15) minutos luego se lleva para ser sometido al horno durante 24 horas aproximadamente. Se determinó la masa de cada porción de la muestra y se procedió al cálculo de los porcentajes del material retenido en cada tamiz para la elaboración de curvas granulométricas.

#### **4.3.3.2 Análisis morfoscópico**

El análisis morfoscópico se llevo a cabo en el Instituto Nacional de Geología y Minería (Ingeomin), con el objetivo de clasificar morfoscópicamente los sedimentos del río Caris. Para este análisis se utilizaron los siguientes métodos:

1. Método de Powers.
2. Método de Zingg
3. Método de Sneed y Folk.

1. Método de Powers: se le realizó a los sedimentos retenidos en el tamiz 40, 70 y 100, de veintidós (22) muestras, tomando una porción y con ayuda de binoculares, lámpara, palillos y porta-muestra; se hizo el conteo de las partículas, clasificándolas de acuerdo al grado de redondez de Powers (Figura 3.4).

2. Método de Zingg: se utilizó una (1) muestra especial de grava (FCM1) conformada por seis (6) partículas, a cada una de ellas se le midió con un vernier sus tres (3) dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c); para así determinar el índice aplanamiento y el índice de achatamiento (Figura 3.4) con la finalidad de obtener la forma de cada una de ellas, de acuerdo a este método.

3. Método de Sneed y Folk: se le aplico a la misma muestra de grava (FCM1) que se utilizó en el método de Zingg, con las medidas de las tres (3) dimensiones de

las partículas, se realizó el cálculo de los tres índices requeridos para determinar gráficamente la forma de las partículas según Sneed y Folk.

#### **4.3.3.3 Análisis mineralógico utilizando microscopio estereográfico**

En el análisis mineralógico se seleccionaron las muestras de la malla 40, 70 y 100, a las cuales se les quito los minerales magnéticos con un imán y luego se les realizó un cuarteo a las muestras, tomando una porción de la misma y colocándola en una capsula de peltre, para así llevarlo al microscopio, en el cual se identificaron los distintos minerales.

#### **4.3.4 Etapa V: Procesamiento de información**

##### **4.3.4.1 Interpretación de resultados**

Con los datos obtenidos de las etapas anteriores, se procedió al análisis e interpretación de los resultados, con la finalidad de dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

##### **4.3.4.2 Conclusiones y recomendaciones**

Tomando en cuenta lo realizado en las etapas de trabajo, posibles conclusiones y recomendaciones de los objetivos específicos de la investigación realizada.

##### **4.3.4.3 Redacción de informe final**

Finalizadas todas las etapas en la investigación y obteniendo la información para el desarrollo de este trabajo de grado, se procedió a la realización del informe final de grado.

## **CAPÍTULO V**

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

#### **5.1 Identificar las unidades geológicas correspondientes al área en estudio**

Basados en investigaciones realizadas en áreas cercanas a la zona de estudio, ya mencionadas, y en el reconocimiento de campo y la descripción macroscópica realizada a las distintas litologías y a los sedimentos presentes en el río Caris, se determinó que se encuentran 2 unidades geológicas que son la Formación Mesa y los sedimentos del Reciente.

La Formación Mesa según los datos obtenidos en campo y las muestras de sedimentos que fueron recolectadas, está representada por las siguientes unidades descritas de base a tope:

1. Unidad de arena de grano fino color marrón a amarillo con presencia de raíces, que en otras secciones se observó de color amarillo a color rojizo de grano medio a fino y en otras se observó de un color grisáceo con tonalidades blancas y rosadas, de consistencia muy dura de granos medios y arenas de granos finos.

2. Unidad de arenas de grano fino, de color marrón a amarillo, y en ciertas áreas más alejadas del cauce se evidencia los cambios tenues a un color grisáceo, de una consistencia muy dura, con cierta cementación hasta llegar a arenas de granos muy finos.

3. Unidad con poco predominio de arenas de granos medios, de color marrón a amarillo y arenas blancas con tonos rosados con granos medios y arenas de grano muy fino con arcillas.

En la secuencia sedimentaria se puede observar una forma alterna de sedimentos muy finos a fino y de fino a medio, lo cual se puede interpretar como un ambiente en el cual algunos periodos o épocas del año es de aguas tranquilas y en otras temporadas las aguas son más turbulentas.



Figura 5.1 Ladera derecha del rio Caris.

Los Sedimentos Recientes se presentan a lo largo del río Caris. Los aluviones y eluviones están conformados en su mayoría por arenas medias a finas con tendencia a muy fina, pero también se observan gravas como las obtenidas en el fondo del río, limos, arcillas y otras facies mixtas (arenas arcillosas), de color grisáceo, algunas con fucsia y otras marrones oscuras a medida que se aproxima a las orillas del río que provienen del intemperismo de la Formación Mesa, como ya hemos mencionado antes, además se pudo observar la presencia de muchos guijarros de cuarzo transportados en el lecho del río (Figura 5.2).



Figura 5.2 Arenas con guijarros de cuarzo.

## **5.2 Descripción de los sedimentos en el tramo de estudio del río Caris, levantando columnas sedimentológicas**

Para describir los sedimentos del tramo estudiado del río Caris, se realizaron seis (6) columnas sedimentológicas (Apéndice A), cuya descripción de base a tope se presenta a continuación.

### **5.2.1.1 Columna sedimentológica 1 – Calicata 1**

En la calicata 1 (Apéndice A.1), se presenta una columna de aproximadamente 1 metro de profundidad, donde podemos apreciar: en el tope una capa de 30 cm de espesor de una arena de grano muy fino de color marrón oscuro a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces, lo característico de esta arena es que se pueden identificar la presencia de láminas de arenas amarillas de grano fino; luego, se encuentra una capa con un espesor de más de 10 cm de arena de grano muy fino limosa de color amarillo oscuro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro, con bioturbaciones, infrayacente a ésta tenemos una arena de grano fino a muy

fino, color amarillo claro con unos 16 cm de espesor con presencia de colores más blancos pero en bajas proporciones.

En la sección infrayacente o base se presenta una arena de grano muy fino a medio de color amarillo claro, de unos 30 cm de espesor, con tonalidades de color blanco a llegar a tonos grises en granos finos.

### **5.2.2 Columna sedimentológica 2 – Talud 1**

La columna 2 Talud 1 (Apéndice A.2) tiene un tope que se caracteriza por presentar detalles en el cambio de energía del flujo de las aguas del río al igual que en las otras columnas que corresponde a los taludes, tenemos un espesor de 10cm de arena muy fina a fina marrón infrayacente a este tenemos un espesor de 29cm de arena muy fina color marrón claro a tonos rojizos producto del óxido de hierro con presencia de limo también puede observarse con más evidencia las diversas bioturbaciones de reptiles; infrayacente a esta tenemos intercalaciones de secciones con espesores variables de arena fina a muy fina, arena fina a media, arena media a gruesa todas de color blanco a tonos grisáceos algunas con depositación irregular ondulada, esto a causa de las interacciones de diferentes partículas de sedimentos debido a las variaciones de los flujos de agua, y depósitos de grandes variedades de sedimentos.

### **5.2.3 Columna sedimentológica 3 – Calicata 2**

La columna 3 calicata 2 (Apéndice A.3) presenta en el tope una arena muy fina color marrón oscuro a tonos rojizos como ya hemos mencionado producto del óxido de hierro, con un espesor de 20 cm, se presenta bioturbaciones posiblemente de

insectos comunes del lugar; cabe resaltar que en esta capa tenemos más abundancia de raíces en la parte marrón que en la parte rojiza.

Luego continúa un espesor de 20cm de una capa de arena muy fina limosa color blanco con tonos rojizos producto de la oxidación de hierro a tonos rosados; infrayacente a esta tenemos un espesor de 30cm arena media color blanco a tonos rosados y como base 30cm de arena fina a muy fina de color blanco muy bien seccionadas, en los próximos 40 cm se caracterizan por un cambio de grano medio a grueso y posteriormente de medio a fino, todo esto es indicativo de las variaciones en la energía de las corrientes del río, en general de baja energía a media, durante el proceso de sedimentación.

#### **5.2.4 Columna sedimentológica 4 – Talud 2**

La columna 4 talud 2 (Apéndice A.4), tiene en el tope un espesor de 10cm de arena fina marrón oscuro a claro, no muy compactada, también con presencia de raíces y bioturbaciones, productos de insectos posiblemente escarabajos y arañas; infrayacente a esta se ubica 20cm de arena muy fina a fina color rojizo a rosado producto de la oxidación de hierro, muy bien compactada; seguida de esta ubicamos 16cm de arena muy fina limosa color gris y blanco con líneas rojizas depositada de forma irregular, infrayacente 24 cm de arena fina arcillosa y como base tenemos 30cm de espesor de arena muy fina con considerable presencia de arcilla color gris claro.

#### **5.2.5 Columna sedimentológica 5 – Calicata 3**

La columna 5 calicata 3 (Apéndice A.5), tiene en el tope arena muy fina marrón oscuro con cambio de tonalidad a un marrón claro con un espesor de 10cm con

presencia de raíces y algunas bioturbaciones, infrayacente a esta se encuentra 20cm de arena muy fina con presencia de limo color marrón oscuro a claro; seguida de 30cm arena muy fina con mayor presencia de limo color marrón claro con tonalidades blancas; finalmente en la base 40cm de arena muy fina arcillosa de color blanco a gris; la presencia de arcilla muy compacta dificultó la profundización de la calicata.

### **5.2.6 Columna sedimentológica 6 – Talud 3**

La columna 6 Talud 3 (Apéndice A.6) se caracteriza por presentar en el tope 15cm arena muy fina color marrón oscuro también con presencia de bioturbaciones de insectos arácnidos; infrayacente a esta sección tenemos un espesor de 25cm arena muy fina limosa color marrón claro a tonos amarillo no muy bien compactada seguidamente de 27cm de arena muy fina con presencia de limo y arcilla color amarillo regularmente compactada infrayacente a esta tenemos 33cm de espesor de arena muy fina con abundante arcilla muy bien compactada con color rosado con tonos blancos con intercalaciones rojas producto del óxido de hierro.

### **5.3 Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth**

Para clasificar texturalmente los sedimentos del río Caris, mediante la escala Wentworth, se realizaron veintidós (22) análisis granulométricos por tamizado (Apéndice B), cuyos resultados se presentan de forma simplificada en la tabla 5.1, donde se observa que en la Formación Mesa predominan las arenas finas y las arenas finas a media; en los taludes predominan las arenas finas y finas a muy finas; y en el lecho del cauce arena gruesa a media, arena media a muy gruesa y arena fina a media.

Tabla 5.1 Clasificación textural de los sedimentos del río Caris.

<b>Muestra</b>	<b>Unidad geológica</b>	<b>Clasificación textural</b>
C1M1	Formación Mesa	Arena muy fina a fina
C1M2		Arena muy fina a fina
C1M3		Arena fina a media
C1M4		Arena fina a media
C2M1		Arena muy fina
C2M2		Arena muy fina
C2M3		Arena media a gruesa
C2M4		Arena fina a media
C3M1		Arena muy fina
C3M2		Arena muy fina
T1M1		Sedimentos Recientes Taludes
T1M2	Arena muy fina	
T1M3	Arena media a gruesa	
T1M4	Arena fina a media	
T2M1	Arena muy fina a fina	
T2M2	Arena muy fina	
T2M3	Arena muy fina	
T3M1	Arena muy fina	
T3M2	Arena muy fina	
FCM1	Sedimentos Recientes	
FCM2	Fondo del cauce del río	Arena media a muy
FCM3		Arena fina a media

#### **5.4 Clasificación morfoscópica de las partículas de los sedimentos presentes en el cauce del río Caris utilizando los métodos de Powers, Zing, Sneed y Folk.**

##### **5.4.1 Método de Powers**

Para el método de Powers se utilizaron veintidós (22) muestras de sedimento del sector del tramo estudiado del río Caris. Como se puede apreciar en las tablas 5.2, 5.3 y 5.4, los sedimentos retenidos en los tamices 40, 70 y 100 presentan un alto

porcentaje de partículas sub-angulosas y porcentajes bajos de partículas redondeadas, de lo que se puede deducir que el transporte no ha sido suficiente para generar una meteorización y erosión para el desgaste en la superficie de estas y darle una forma más redondeada.

Estos sedimentos también están conformados por partículas angulosas, sub-redondeadas, redondeadas y muy redondeadas en cantidades menores, a pesar de ello indica una variedad de las partículas en consecuencia de la mezcla entre sedimentos jóvenes y retrabajados.

Tabla 5.2 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, tamiz 40.

Muestra	A	%	SA	%	SR	%	R	%	MR	%	Total
FCM1	7	3,6	89	44,6	96	48,2	7	3,6	0	0,0	200
FCM2	7	3,5	90	44,9	99	49,6	4	2,0	0	0,0	200
FCM3	5	2,3	124	61,8	70	35,2	1	0,7	0	0,0	200
C1M1	6	2,9	137	68,3	57	28,6	0	0,0	0	0,0	200
C1M2	12	6,2	143	71,7	43	21,7	0	0,2	0	0,0	200
C1M3	48	23,9	124	62,2	27	13,7	0	0,2	0	0,0	200
C1M4	45	22,6	135	67,5	18	9,0	0	0,0	0	0,0	200
C2M1	9	4,3	105	52,4	81	40,7	4	2,0	0	0,0	200
C2M2	16	7,8	114	57,0	67	33,7	2	0,9	0	0,1	200
C2M3	0	0,0	113	56,7	80	40,2	6	3,1	0	0,0	200
C3M1	6	3,0	125	62,4	66	32,9	3	1,6	0	0,0	200
C3M2	17	8,5	94	47,1	82	41,2	6	3,2	0	0,0	200
T1M1	46	23,1	125	62,5	21	10,5	1	0,6	0	0,0	200
T1M2	46	23,2	117	58,4	34	16,8	1	0,6	0	0,0	200
T1M3	0	0,0	113	56,4	83	41,4	4	2,2	0	0,0	200
T1M4	44	21,8	132	66,1	24	11,9	0	0,2	0	0,0	200
T2M1	0	0,0	105	52,4	93	46,4	2	1,2	0	0,0	200
T2M2	2	1,2	102	51,2	95	47,6	0	0,0	0	0,0	200
T2M3	16	7,9	105	52,5	78	39,2	1	0,3	0	0,0	200
T3M1	53	26,7	115	57,5	30	14,9	2	0,9	0	0,0	200
T3M2	49	24,3	108	54,1	42	21,2	0	0,0	0	0,0	200

Tabla 5.3 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, tamiz 70.

Muestra	A	%	SA	%	SR	%	R	%	MR	%	Total
FCM1	11	0,0	89	44,6	104	51,9	5	2,5	0	0,0	200
FCM2	5	2,3	96	47,9	94	47,2	5	2,6	0	0,0	200
FCM3	12	5,8	116	57,9	64	32,1	1	0,6	0	0,1	200
C1M1	36	18,0	119	59,6	44	22,0	1	0,3	0	0,0	200
C1M2	16	8,1	124	61,9	57	28,3	2	0,8	0	0,1	200
C1M3	39	19,6	139	69,5	20	10,0	2	0,9	0	0,0	200
C1M4	41	20,7	136	68,1	21	10,3	1	0,6	0	0,0	200
C2M1	8	3,8	111	55,7	79	39,5	1	0,4	0	0,0	200
C2M2	9	4,5	105	52,4	85	42,5	1	0,5	0	0,0	200
C2M3	0	0,0	107	53,4	76	38,2	17	8,4	0	0,0	200
C2M4	10	4,9	129	64,5	60	30,1	1	0,6	0	0,0	200
C3M1	8	4,2	116	58,0	62	31,1	13	6,7	0	0,0	200
C3M2	1	0,3	119	59,5	79	39,3	2	0,9	0	0,0	200
T1M1	49	24,5	126	62,8	26	12,8	0	0,2	0	0,0	200
T1M2	59	29,5	106	53,0	32	15,9	1	0,4	0	0,0	200
T1M3	0	0,0	113	56,4	83	41,4	4	2,2	0	0,0	200
T1M4	58	28,8	114	57,2	27	13,5	1	0,5	0	0,0	200
T2M1	0	0,0	112	56,1	83	41,4	5	2,4	0	0,0	200
T2M2	2	1,0	85	42,5	91	45,7	21	10,3	1	0,5	200
T2M3	11	5,7	105	52,6	82	40,8	2	1,0	0	0,0	200
T3M1	35	17,7	122	60,8	39	19,5	4	2,0	0	0,0	200
T3M2	56	28,2	105	52,5	38	18,8	1	0,4	0	0,0	200

Tabla 5.4 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Caris, tamiz 100.

Muestra	A	%	SA	%	SR	%	R	%	MR	%	Total
FCM1	10	5,2	98	49,1	88	44,1	3	1,6	0	0,0	200
FCM2	8	3,9	113	56,4	77	38,4	2	1,2	0	0,1	200
FCM3	9	4,4	121	60,6	68	33,8	2	1,1	0	0,2	200
C1M1	34	17,0	133	66,4	29	14,6	0	0,2	0	0,0	200
C1M2	23	11,3	122	61,1	53	26,4	0	0,0	0	0,0	200
C1M3	39	19,7	128	63,8	31	15,7	2	0,8	0	0,0	200
C1M4	44	22,2	120	60,2	34	17,0	1	0,5	0	0,0	200
C2M1	35	17,3	108	54,2	49	24,6	1	0,3	0	0,0	200
C2M2	20	10,0	135	67,6	40	19,8	0	0,1	0	0,1	200
C2M3	0	0,0	95	47,7	90	45,0	15	7,3	0	0,0	200
C2M4	1	0,5	126	63,1	69	34,5	4	1,9	0	0,0	200
C3M1	5	2,3	118	58,9	75	37,5	3	1,4	0	0,0	200
C3M2	2	0,9	90	44,9	97	48,3	12	6,0	0	0,0	200
T1M1	49	24,4	117	58,7	32	15,9	0	0,2	0	0,0	200
T1M2	51	25,6	123	61,4	24	12,1	0	0,2	0	0,0	200
T1M3	1	0,5	106	53,0	85	42,3	8	4,1	0	0,0	200
T1M4	58	28,8	114	57,2	27	13,5	1	0,5	0	0,0	200
T2M1	0	0,0	108	54,0	82	40,8	10	5,2	0	0,0	200
T2M2	1	0,3	119	59,5	74	37,2	6	3,0	0	0,0	200
T2M3	0	0,0	121	60,3	72	36,2	7	3,4	0	0,0	200
T3M1	41	20,6	139	69,6	19	9,3	1	0,6	0	0,0	200
T3M2	50	25,1	124	62,2	23	11,6	1	0,4	0	0,0	200

En la Tabla 5.5 se presenta un resumen de los porcentajes de las diferentes formas de las partículas determinadas para las muestras, donde se observa que en las calicatas los rangos son: angulosas 0-22,2 %, subangulosas 44,9-67,6 %, subredondeadas 9-48,3%, redondeados 0-8,4% y muy redondeados 0-0,5%; en los taludes: angulosos 0-29,5 %, subangulosas 42,5-69,6 %, subredondeadas 9,3-47,6%, redondeados 0-10,3% y muy redondeadas 0-0,5%; y en el fondo del río: angulosos 0-5,2 %, subangulosas 44,6-61,8 %, subredondeadas 32,1-49,6%, redondeados 0,6-3,6% y muy redondeados 0-0,2%.

Analizando los valores antes citados se tiene que en el fondo del río se encuentran menos partículas angulosas y subangulosas, y porcentajes mucho mayor de partículas subredondeadas, esto se atribuye al proceso de abrasión generado por el mayor transporte; en cambio en los sedimentos Recientes de los taludes las partículas angulosas y subangulosas se presentan en una mayor proporción y con porcentajes ligeramente superior a la de los sedimentos encontrados en las calicatas, asociados a la Formación Mesa.

Tabla 5.5 Resumen porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestra de sedimentos del río Caris. para los tamices 40, 70 y 100.

CALICATA	TAMIZ	A	SA	SR	R	MR
1	40	2,9-23,9	62,2-68,3	9-28,6	0-0,2	0
	70	8,1-20,7	61,9-69,5	10-28,3	0,6-0,9	0,1
	100	11,3-22,2	60,2-66,4	14,6-26,4	0-0,8	0
2	40	0-7,8	52,4-57	33,7-40,7	0,9-3,1	0-0,1
	70	0-4,9	52,4-64,5	30,1-42,5	0,4-8,4	0
	100	0-17,3	47,7-67,6	19,8-45,0	0,1-7,3	0
3	40	3-8,5	47,1-62,4	32,9-41,2	1,6-3,2	0
	70	0,3-4,2	58,0-59,5	31,1-39,3	0,9-6,7	0
	100	0,9-2,3	44,9-58,9	37,5-48,3	1,4-6,0	0
TALUD	TAMIZ					
1	40	0-23,2	56,4-66,1	10,5-41,4	0,2-2,2	0
	70	0-29,5	53,0-62,8	12,8-41,4	0,2-2,2	0
	100	0,5-28,8	53,0-61,4	12,1-42,3	0,2-4,1	0
2	40	0-7,9	51,2-52,4	39,2-47,6	0-1,2	0
	70	0-5,7	42,5-56,1	40,8-45,7	1,0-10,3	0-0,5
	100	0-0,3	54,0-60,3	36,2-40,8	3,0-5,2	0
3	40	24,3-26,7	54,1-57,5	14,9-21,2	20-0,9	0
	70	17,7-28,2	52,5-60,8	18,8-19,5	0,4-2,0	0
	100	20,6-25,1	62,2-69,6	9,3-11,6	0,4-0,6	0
FONDO	TAMIZ					
	40	2,3-3,6	44,6-61,8	35,2-49,6	0,7-3,6	0
	70	0-5,8	44,6-57,9	32,1-51,9	0,6-2,6	0-0,1
	100	3,9-5,2	49,1-60,6	33,8-44,1	1,1-1,6	0-0,2

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores se puede decir que el recorrido de estas partículas no ha sido extenso como para tener una adecuación de partículas que cumplan con los criterios de una madurez textural y una buena selección en cuanto al tamaño de granos y un buen escogimiento; por ende puede decirse que el material predominante está compuesto de granos medianamente inestables y pobremente libres de arcilla lo que explicaría la coloración distintiva de las arenas; aunque también existen otros parámetros que pueden explicar esta deficiencia del río como el nivel energético que está asociado con la pendiente del río ya que es mínima su velocidad y fuerza no produce un transporte significativo para erosionar las partículas .

#### 5.4.2 Método de Zingg

La forma de las partículas depende de su mineralogía esto conlleva a su resistencia a ser deformada, y del transporte que esta sufre. Con el método Zingg fueron analizadas seis (6) partículas de grava de la muestra FCM1, donde a cada una de ellas se le midió sus tres dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c). Como resultados se obtuvieron tres (3) partículas en forma de rodillo, dos (2) con forma discoidal y una (1) en forma elipsoidal (Figura 5.3 y Tabla 5.6), lo cual es indicativo de un efecto abrasivo a causa de un alto transporte a corto plazo y no de manera constante.

Tabla 5.6 Forma de las gravas de la muestra FCM1 del río Caris, según Zingg.

Partícula #1	Partícula #2	Partícula #3	Partícula #4	Partícula #5	Partícula #6
Rodillo	Rodillo	Discoidal	Rodillo	Discoidal	Elipsoidal

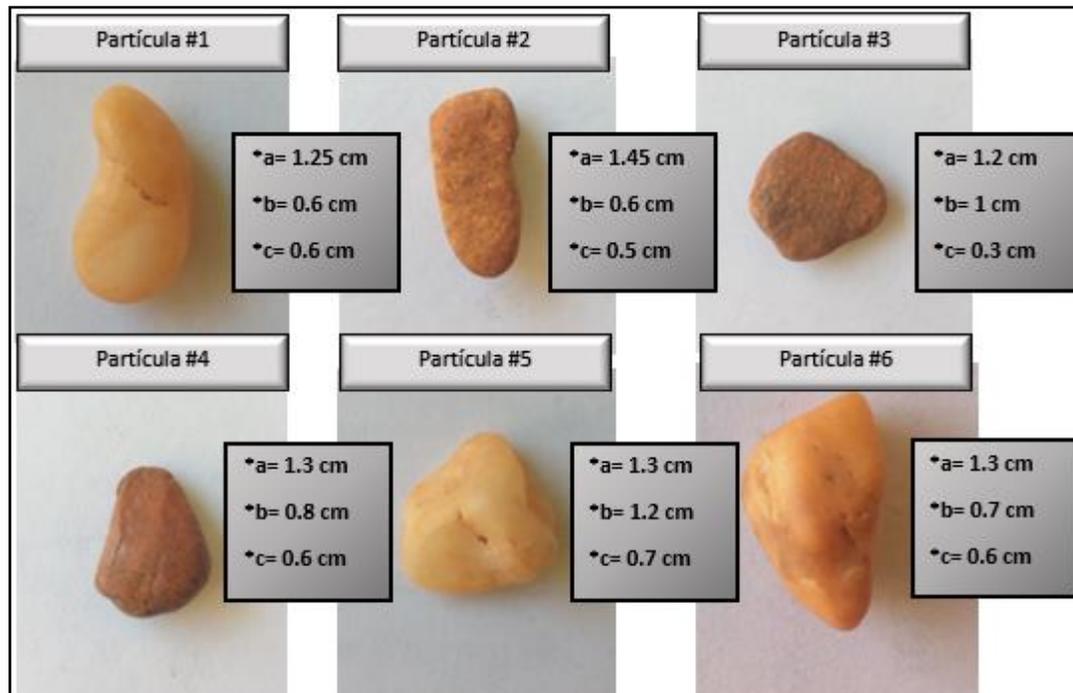


Figura 5.3 Muestras de gravas (FCM1) del río Caris con sus respectivas dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c).

### 5.4.3 Método de Sneed y Folk

Las muestras analizadas anteriormente por el método de Zingg, fueron estudiadas también por el método de clasificación que ofrecieron Sneed y Folk. Los resultados muestran una serie de partículas que de manera paulatina se acercan a ser unas esferas, donde logramos clasificar cuatro (4) partículas con forma alargada, una (1) muy planada y una (1) compactado aplanado (Figura C.2 y Tabla 5.7).

Tabla 5.7 Forma de las gravas de la muestra FCM1 del río Caris, según Sneed y Folk.

Partícula #1	Partícula #2	Partícula #3	Partícula #4	Partícula #5	Partícula #6
Alargada (A)	Alargada (A)	Muy Planada (MP)	Alargada (A)	Compactado Aplanado (EP)	Alargada (A)

Esto señala una progresión cercana al prismático, lo que confirma que hubo un transporte con efecto abrasivo, pero no constante, este análisis se realizó con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos con el método de Zingg que proporciona muy pocas opciones de clasificación, que a diferencia de Sneed y folk que ofrecen una amplia categoría para clasificar las partículas, lo que resulta en un mejor análisis en cuanto a la forma del clasto y su comportamiento hidrodinámico.

### **5.5 Análisis de las características morfológicas de los sedimentos para determinar el grado de transporte**

Según los resultados de los análisis realizados a las características morfosópicas de los sedimentos, se puede deducir que el grado de transporte que ha sufrido las partículas es de mediano a alto grado. Las variaciones en la intensidad del transporte se deben a las épocas de sequía y lluvia, que son muy marcadas en la zona.

### **5.6 Determinación de la composición mineralógica de los sedimentos presentes en la cuenca del río Caris usando el microscopio estereográfico**

De los resultados del análisis mineralógico, usando el microscopio estereográfico, de veintidós (22) muestras de sedimentos del sector del tramo en estudio del río Caris, se determinó que predomina el cuarzo; y en menores proporciones feldespato, magnetita, hornblenda, circón, entre otros.

Específicamente en los sedimentos del fondo de cauce del río Caris, el cuarzo se encuentra entre 99-94%, ilmenita entre 1-5% y en proporciones menores a 1% turmalina, mica muscovita, rutilo, magnetita y fragmentos arcillosos limonitizados (Tabla 5.8).

Tabla 5.8 Composición mineralógica de las muestras del fondo del cauce.

Muestra FCM1		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: feldespato, fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, fragmentos arcillosos limonitizados e ilmenita.	Muestra con abundante cuarzo. El feldespato se observa en fragmentos arcillosos caoliniticos.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios: feldespato, fragmentos terrosos de hematita, fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos de roca, ilmenita y magnetita.	
100	149	Cuarzo (~94%), ilmenita (~5%), como accesorios: feldespato, fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos terrosos de óxidos e hidróxidos de hierro, magnetita, turmalina, rutilo, mica muscovita y circón.	
Muestra FCM2		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: fragmentos arcillosos limonitizados, feldespato, fragmentos terrosos de hematita e ilmenita.	Muestra con abundante cuarzo. El feldespato se observa en fragmento arcilloso caolinitico.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios: feldespato, fragmentos arcillosos limonitizado, fragmentos terrosos de óxidos e hidróxidos de hierro e ilmenita.	
100	149	Cuarzo (~97%), como accesorios: ilmenita (~1%), feldespato (~1%), fragmentos arcillosos limonitizados, magnetita, fragmentos terrosos de óxidos e hidróxidos de hierro, turmalina, mica muscovita y fragmento de roca.	
Muestra FCM3		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: fragmentos arcillosos limonitizados, feldespato, fragmentos terrosos de hematita e ilmenita.	Muestra con abundante cuarzo. El feldespato se observa en fragmento arcilloso caolinitico.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios: fragmentos arcillosos limonitizados, ilmenita, fragmentos terrosos de óxidos e hidróxidos de hierro, magnetita, feldespato y rutilo.	
100	149	Cuarzo (~98%), como accesorios: ilmenita, feldespato, fragmentos arcillosos limonitizados, magnetita, fragmentos terrosos de óxidos e hidróxidos de hierro, turmalina, leucoxeno, rutilo y mica muscovita.	

En los sedimentos de la Formación Mesa, de las calicatas 1, 2 y 3, el cuarzo se encuentra 98-87%, y el feldespato entre 0-12%, y menores de 1% ilmenita, mica muscovita, hematita, leucoceno, turmalina, rutilo y fragmentos arcillosos limonitizados (Tablas 5.9, 5.10 y 5.11).

Tabla 5.9 Composición mineralógica de las muestras de la calicata 1.

Muestra C1M1		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~98%), como accesorios: feldespato, fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, fragmentos de roca, rutilo y leucoceno.	Muestra con abundante cuarzo. El feldespato se observa en fragmento arcilloso caolínico.
70	210	Cuarzo (~97%), como accesorios: feldespato (~2%), fragmento arcilloso limonitizado, ilmenita, mica muscovita y magnetita.	
100	149	Cuarzo (~87%), feldespato (~12%), como accesorios: fragmentos arcillosos limonitizados, ilmenita, magnetita, mica muscovita, hematita, leucoceno, turmalina y rutilo.	
Muestra C1M2		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~98%), como accesorios: fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, fragmentos de roca e ilmenita.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~98%), como accesorios: feldespato, ilmenita, fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos de roca, fragmentos terrosos de hematita, mica muscovita y rutilo.	
100	149	Cuarzo (~98%), como accesorios: feldespato, fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos terrosos de hematita, ilmenita, magnetita, leucoceno, turmalina y rutilo.	
Muestra C1M3		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: fragmentos rojizos de óxido e hidróxido de hierro y fragmentos arcillosos limonitizado.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos rojizos de óxido e hidróxido de hierro y fragmentos arcillosos limonitizado, rutilo e ilmenita.	
100	149	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos rojizos de óxido e hidróxido de hierro y fragmentos arcillosos limonitizado, ilmenita, rutilo y mica muscovita.	
Muestra C1M4		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: rutilo, fragmentos rojizos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, fragmentos arcillosos limonitizado y mica muscovita.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, rutilo, ilmenita, turmalina y mica muscovita.	
100	149	Cuarzo (~98%), como accesorios (2%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, ilmenita, leucoceno, turmalina, rutilo y mica muscovita.	

Tabla 5.10 Composición mineralógica de las muestras de la calicata 2.

Muestra C2M1		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~98%), como accesorios: feldespato, fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, fragmentos de roca, rutilo y leucoxeno.	Muestra con abundante cuarzo. El feldespato se observa en fragmento arcilloso caolínítico.
70	210	Cuarzo (~97%), como accesorios: feldespato (~2%), fragmento arcilloso limonitizado, ilmenita, mica muscovita y magnetita.	
100	149	Cuarzo (~87%), feldespato (~12%), como accesorios: fragmentos arcillosos limonitizados, ilmenita, magnetita, mica muscovita, hematita, leucoxeno, turmalina y rutilo.	
Muestra C2M2		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
70	210	Cuarzo (~95%), fragmentos arcillosos limonitizados (~3%), como accesorios se observó: leucoxeno, ilmenita y feldespato.	No presenta muestra en la malla 40.
100	149	Cuarzo (~96%), ilmenita (~3%), como accesorios se observó: anfíbol, feldespato, leucoxeno y turmalina.	
Muestra C2M3		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: rutilo, fragmentos rojizos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, fragmentos arcillosos limonitizado y mica muscovita.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, rutilo, ilmenita, turmalina y mica muscovita.	
100	149	Cuarzo (~98%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, ilmenita, leucoxeno, turmalina, rutilo y mica muscovita.	
Muestra C2M4		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: rutilo, fragmentos rojizos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, fragmentos arcillosos limonitizado y mica muscovita.	El cuarzo se presenta teñido de óxidos de hierro y con inclusiones magnéticas.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, rutilo, ilmenita, turmalina y mica muscovita.	
100	149	Cuarzo (~98%), como accesorios (2%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, ilmenita, leucoxeno, turmalina, rutilo y mica muscovita.	

Tabla 5.11 Composición mineralógica de las muestras de la calicata 3.

<b>Muestra C3M1</b>		<b>Minerales en Orden de Abundancia Decreciente</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Malla</b>	<b>μ</b>		
<b>70</b>	<b>210</b>	Cuarzo (~94%), fragmentos arcillosos limonitizados (~4%), como accesorios se observaron: ilmenita, magnetita, feldespato y mica.	El cuarzo se presenta mayormente teñido de óxidos de hierro.
<b>100</b>	<b>149</b>	Cuarzo (~95%), ilmenita (~3%), como accesorios se observaron: feldespato, mica y fragmentos de óxidos de hierro.	(La muestra no presenta material en la malla 40)
<b>Muestra C3M2</b>		<b>Minerales en Orden de Abundancia Decreciente</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Malla</b>	<b>μ</b>		
<b>70</b>	<b>210</b>	Cuarzo (~80%), fragmentos arcillosos limonitizados (~15%), ilmenita (~3%), como accesorios se observó: fragmentos de óxidos de hierro, mica y feldespato.	El cuarzo se presenta mayormente teñido de óxidos de hierro.
<b>100</b>	<b>149</b>	Cuarzo (~90%), fragmentos arcillosos limonitizados (~5%), fragmentos terrosos de óxidos de hierro (~3%), como accesorios se observó: feldespato, ilmenita, mica y circón.	(La muestra no presenta material en la malla 40)

En los sedimentos de los taludes del río el cuarzo se encuentra 99-95%, y el feldespato entre 0-12%, fragmentos arcillosos limonitizados entre 10-3% y como minerales accesorios (1%) ilmenita, mica muscovita, hematita, leucoceno, turmalina, rutilo, anfíbol, circón, fragmentos de óxidos e hidróxidos y fragmentos de óxidos e hidróxidos limonitizados (Tablas 5.12, 5.13 y 5.14).

La diferencia entre la composición mineralógica de la Formación Mesa y los sedimentos del Reciente está en que esa formación presenta mayor proporción de feldespatos y no presenta circón. En general los sedimentos son siliciclásticos.

Tabla 5.12 Composición mineralógica de las muestras del talud 1

<b>Muestra T1M1</b>		<b>Minerales en Orden de Abundancia Decreciente</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Malla</b>	<b>μ</b>		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: cuarzo, anfíbol, rutilo y leucoxeno.	Muestra con abundante anfíbol e ilmenita.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): anfíbol, fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, leucoxeno y rutilo.	
100	149	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): anfíbol, magnetita, rutilo, ilmenita y mica muscovita.	
<b>Muestra T1M2</b>		<b>Minerales en Orden de Abundancia Decreciente</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Malla</b>	<b>μ</b>		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: rutilo, magnetita y fragmentos de óxido e hidróxido de hierro.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, ilmenita, leucoxeno y rutilo.	
100	149	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, ilmenita, mica muscovita, magnetita y rutilo.	
<b>Muestra T1M3</b>		<b>Minerales en Orden de Abundancia Decreciente</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Malla</b>	<b>μ</b>		
40	420	Cuarzo (~95), feldespato (~3%), como accesorios se observaron: leucoxeno y mica.	El cuarzo se presenta mayormente con inclusiones magnéticas.
70	210	Cuarzo (~98%), como accesorios se observaron: ilmenita, magnetita, fragmentos arcillosos limonitizados y anfíbol.	
100	149	Cuarzo (~95%), ilmenita (~3%), como accesorios se observaron: fragmentos arcillosos limonitizados, fragmentos terrosos de óxidos de hierro, turmalina, feldespato, mica y leucoxeno.	
<b>Muestra T1M4</b>		<b>Minerales en Orden de Abundancia Decreciente</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Malla</b>	<b>μ</b>		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios: rutilo, fragmentos de óxido e hidróxido de hierro limonitizado y feldespato.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, fragmentos de óxido e hidróxido de hierro limonitizado, ilmenita, leucoxeno y rutilo.	
100	149	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos de óxido e hidróxido de hierro, ilmenita, rutilo, mica muscovita y circón.	

Tabla 5.13 Composición mineralógica de las muestras del talud 2.

Muestra T2M1		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~95%), fragmentos arcillosos limonitizados (~3%), como accesorios se observó: feldespato y mica.	El cuarzo se presenta mayormente teñido de óxidos de hierro y con inclusiones magnéticas.
70	210	Cuarzo (~94%), ilmenita (~4%), como accesorios se observó: fragmentos arcillosos limonitizados, mica, feldespato y leucoxeno.	
100	149	Cuarzo (~90%), ilmenita (~5%), fragmentos arcillosos limonitizados (~3%), como accesorios se observó: feldespato, fragmentos de óxidos de hierro, turmalina, mica y circón.	
Muestra T2M2		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
70	210	Cuarzo (~80%), fragmentos arcillosos limonitizados (~10%), fragmentos de óxidos de hierro (~5%), mica (~3%), como accesorios se observó: ilmenita, feldespato, magnetita y circón.	No presenta malla 40.
100	149	Cuarzo (~80%), fragmentos arcillosos limonitizados (~15%), fragmentos de óxidos de hierro (~3%), como accesorios se observó: ilmenita, mica, feldespato y magnetita.	
Muestra T2M3		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~90%), fragmentos arcillosos limonitizados (~5%), fragmentos de óxidos de hierro (~3%), como accesorios se observó: ilmenita, anfíbol, feldespato, mica y magnetita.	El cuarzo se presenta mayormente teñido de óxidos de hierro.
70	210	Cuarzo (~95%), fragmentos arcillosos limonitizados (~3%), como accesorios se observó: fragmentos de óxidos de hierro, mica, feldespato, ilmenita, anfíbol y magnetita.	
100	149	Cuarzo (~90%), fragmentos terrosos de óxidos de hierro (~5%), ilmenita (~3%), como accesorios se observó: feldespato y mica.	

Tabla 5.14 Composición mineralógica de las muestras del talud 3.

Muestra T3M1		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
40	420	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): cuarzo teñido de óxido, fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, anfíbol, magnetita e ilmenita.	Muestra con abundante cuarzo.
70	210	Cuarzo (~99%), como accesorios (1%): fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, ilmenita, rutilo, mica muscovita y circón.	
100	149	Cuarzo (~98%), como accesorios (1%): fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, magnetita, rutilo, ilmenita, mica muscovita, circón y anfíbol.	
Muestra T3M2		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla	$\mu$		
70	210	Cuarzo (~95%), fragmentos arcillosos limonitizados (~3%), como accesorios se observó: leucoxeno, ilmenita y feldespato.	No presenta muestra malla 40
100	149	Cuarzo (~96%), ilmenita (~3%), como accesorios se observó: anfíbol, feldespato, leucoxeno y turmalina.	

### 5.7 Determinación de los mecanismos de transporte utilizando el método de Visher

Para determinar los mecanismos de transporte de los sedimentos del río Caris utilizando el método de Visher, se realizó la interpretación de veintidós (22) curvas granulométricas de frecuencia acumulada (Apéndice D). A cada curva se le determinaron los puntos de truncamiento, dividiéndose en líneas de trazos rectos unidos por estos puntos. Cada segmento recto representa una subpoblación que depende del mecanismo de transporte (suspensión, saltación y arrastre).

Analizando los resultados se tiene que en todos los sedimentos predomina el mecanismo de saltación con el diámetro de las partículas de 0.35 – 0.105 mm; en cuanto al mecanismo de tracción, el diámetro de las partículas de los sedimentos del lecho del cauce del río son los que presentan mayor diámetro con valores entre 3-0,35

mm, y los sedimentos de la Formación Mesa (muestras de las calicatas) y los sedimentos Recientes en los taludes presentan igual diámetro con valores entre 1,5-0,35 mm; y en cuanto a las partículas de la subpoblación de suspensión en el fondo del lecho están ausente y para los sedimentos de la Formación Mesa los diámetros están entre 0,105-0,033 mm y en los sedimentos de los taludes entre 0,105-0,055 mm, ligeramente de mayor diámetro que en la Formación Mesa (Tabla 5.15).

Tabla 5.15 Mecanismos de transporte de los sedimentos del tramo estudiado del río Caris.

Muestra	Diámetro en mm de las partículas de las subpoblaciones		
	Suspensión	Saltación	Tracción
<b>Columnas</b>			
C1M1	0.105 – 0.065	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C1M2	0.105 – 0.05	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C1M3	0.105 – 0.055	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C1M4	0.105 – 0.06	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C2M1	0.105 – 0.055	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C2M2	0.105 – 0.033	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C2M3	–	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C2M4	0.105 – 0.05	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
C3M1	0.105 – 0.06	0.35 – 0.105	–
C3M2	0.105 – 0.05	0.35 – 0.105	–
<b>Trincheras</b>			
T1M1	0.105 – 0.055	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
T1M2	0.105 – 0.065	0.35 – 0.105	0.9 – 0.35
T1M3	–	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
T1M4	0.105 – 0.065	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
T2M1	0.105 – 0.055	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35
T2M2	0.105 – 0.05	0.35 – 0.105	–
T2M3	0.105 – 0.065	0.35 – 0.105	–
T3M1	0.105 – 0.05	0.35 – 0.105	1.2– 0.35
T3M2	0.105 – 0.06	0.35 – 0.105	–
<b>Fondo del cauce</b>			
FCM1	-	0.35 – 0.105	3 – 0.35
FCM2	-	0.35 - 0.105	1.5 - 0.35
FCM3	-	0.35 – 0.105	1.5 – 0.35

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. En la zona de estudio se encuentran dos (2) unidades geológicas: Formación Mesa y sedimentos del Reciente.

2. La Formación Mesa se encuentra representada por tres unidades, en la base una arena de grano fino de color marrón a amarillo y arena media a fina color amarillo a rojizo y arenas medias y finas de color grisáceo con tonalidades blancas y rosadas; suprayacente otra unidad de arenas de grano fino, de color marrón a amarillo y color grisáceo, de una consistencia muy dura, con cierta cementación y en el tope arenas de granos medios, de color marrón a amarillo y arenas blancas con tonos rosados con granos medios y arenas de grano muy fino con arcillas.

3. Los sedimentos del Reciente se presentan a lo largo del cauce de río Caris, y sus aluviones y eluviones están conformados por arenas medias a finas con tendencia a muy fina, también gravas y guijarros de cuarzo en el fondo del río, limos, arcillas y otras facies mixtas (arenas arcillosas), de color grisáceo, algunas de color fucsia y otras marrones oscuras a medida que se aproxima a las orillas del río.

4. En las columnas sedimentológicas de la Formación Mesa se encuentran en general 5 capas de tope a base: 1) Arena de grano muy fino de color marrón oscuro, marrón oscuro a veces con tonos rojizos, con bioturbaciones posiblemente de insectos y raíces de 30 a 20 cm; 2) Arena fina a muy fina a veces limosa amarilla y blanco o marrón claro de 20 cm; 3) Arena muy fina o arena media, marrón claro, con tonalidades blancas o rosados de 30 cm; 4) Arena fina y muy fina limosa blanca y gris con arcilla compacta, de 40 cm; y 5) Arena media a gruesa y arena media a fina, blanca y gris 40 cm.

5. En las columnas de los taludes en el tope presentan arena fina y fina a muy fina marrón oscuro a claro, no muy compactada, con raíces y bioturbaciones, productos de insectos posiblemente escarabajos y arañas, infrayacente arena muy fina a fina limosa color rojizo a rosado, marrón claro con tonos amarillos o rojizos, de muy bien compactada a poco compacta, y en la base arena fina a muy fina, arena fina a muy fina limosa, o arena fina a media, arena media a gruesa de color blanco a tonos grisáceos, con presencia de limos y arcillas en algunos sector

6. La clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth, indica que en la Formación Mesa predominan las arenas finas y las arenas finas a media; en los taludes predominan las arenas finas y finas a muy finas; y en el lecho del cauce del río Caris arena gruesa a media, arena media a muy gruesa y arena fina a media.

7. El método de Powers señalo una amplia distribución en el tipo de forma que poseen las partículas, en los tamices 40, 70 y 100 se exponen un alto contenido de partículas sub-angulosas y que tienen una tendencia muy leve a partículas sub-redondeados con poca presencia de partículas angulosas y redondeadas.

8. De acuerdo a la morfoscopía, las partículas en las calicatas presentan rangos de angulosas 0-22,2 %, subangulosas 44,9-67,6 %, subredondeadas 9-48,3%, redondeados 0-8,4% y muy redondeados 0-0,5%; en los taludes: angulosas 0-29,5 %, subangulosas 42,5-69,6 %, subredondeadas 9,3-47,6%, redondeados 0-10,3% y muy redondeadas 0-0,5%; y en el fondo del río: angulosas 0-5,2 %, subangulosas 44,6-61,8 %, subredondeadas 32,1-49,6%, redondeados 0,6-3,6% y muy redondeados 0-0,2%.

9. Analizando los valores antes citados se tiene que en el fondo del río se encuentran menos partículas angulosas y subangulosas, y porcentajes mucho mayor de partículas subredondeadas, esto se atribuye al proceso de abrasión generado por el mayor transporte; en cambio en los sedimentos Recientes de los taludes las partículas angulosas y subangulosas se presentan en una mayor proporción y con porcentajes ligeramente superior a la de los sedimentos encontrados en las calicatas, asociados a la Formación Mesa.

10. Con el método de Zing se analizaron seis (6) partículas, obteniendo tres (3) partículas en forma de rodillo, dos (2) con forma discoidal y una (1) en forma elipsoidal.

11. Para el método Sneed y Folk se estudiaron las mismas partículas de gravas utilizadas en Zingg, clasificándolas de acuerdo a su forma en: cuatro (4) partículas con forma alargada, una (1) muy planada y una (1) compactado aplanado. Estos resultados son indicativos de un efecto abrasivo a causa de un alto transporte a corto plazo y no de manera constante.

12. De acuerdo a los resultados de los análisis morfoscópicos de los sedimentos, se puede deducir que el grado de transporte que ha sufrido las partículas es de mediano a alto grado y las variaciones en la intensidad del mismo se deben a las épocas de sequía y lluvia, que son muy marcadas en la zona.

13. Con el microscopio estereográfico se estableció que la composición mineral de los sedimentos del tramo de estudio del río Caris, en general predomina el cuarzo (99%~85%), se encuentra mayor presencia de cuarzo en la malla 40 y en menor cantidad en las mallas 70 y 100, en estas mallas se aprecia mayor cantidad de minerales accesorios como feldespato, ilmenita, fragmentos terrosos de óxido e hidróxido de hierro, entre otros. En muestras arcillosas y limosas hay una

disminución considerable del cuarzo (~80%) en las mallas 70 y 100 y (~15%) en fragmentos arcillosos limonitizados.

14. En los sedimentos del fondo de cauce del río Caris, el cuarzo se encuentra entre 99-94%, ilmenita entre 1-5% y en proporciones menores a 1% turmalina, mica muscovita, rutilo, magnetita y fragmentos arcillosos limonitizados.

15. En los sedimentos de la Formación Mesa, de las calicatas 1, 2 y 3, el cuarzo se encuentra 98-87%, y el feldespato entre 0-12%, y menores de 1% ilmenita, mica muscovita, hematita, leucoceno, turmalina, rutilo y fragmentos arcillosos limonitizados.

16. En los sedimentos de los taludes del río el cuarzo se encuentra 99-95%, y el feldespato entre 0-12%, fragmentos arcillosos limonitizados entre 10-3% y como minerales accesorios (1%) ilmenita, mica muscovita, hematita, leucoceno, turmalina, rutilo, anfíbol, circón, fragmentos de óxidos e hidróxidos y fragmentos de óxidos e hidróxidos limonitizados.

17. A través de la interpretación de las curvas granulométricas de frecuencia acumulada y utilizando el concepto de mecanismo de transporte de Visher, se demostró que en el tramo estudiado del río Caris predomina el mecanismo de transporte por saltación, con partículas que presentan un diámetro de 0.105 – 0.35 mm tanto en las muestras de la Formación Mesa de las calicatas, y en los taludes y el fondo del cauce del río Caris. En algunas muestras arcillosas y limosas hay una ausencia del mecanismo de transporte por tracción que presentan un diámetro mayor a 0.35 mm hasta 3 mm en el lecho del río y en algunas muestras de grano medio a muy grueso una ausencia en el mecanismo de transporte por suspensión que presentan un diámetro menor a 0.105 mm.

## **RECOMENDACIONES**

1. Ampliar esta investigación hacia otros tramos del río Caris
2. Realizar aforos del río para relacionar el diámetro de las partículas de los sedimentos con las velocidades a diferentes profundidades.
3. Profundizar más esta investigación, con la implementación de otros estudios, tales como análisis mineralógicos de los limos y arcillas por el método de difracción de rayos X.

## REFERENCIAS

Arche, Alfredo (2010) **SEDIMENTOLOGÍA DEL PROCESO FÍSICO A LA CUENCA SEDIMENTARIA**. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid España. pp 75

Arias, Fidias (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Episteme, C.A. Caracas 2012, 6ta edición. P: 143.

Baamonde M., José (2006) **PETROLOGÍA**. Universidad Central de Venezuela – Facultad de Ciencias, Caracas Venezuela. pp 137-181, 227.

Bejarano S. y Reyes G. (2017). **PROPUESTA DE INGENIERÍA BÁSICA DE LA PROTECCIÓN DE LOS TALUDES DE LAS RIBERAS DE UN TRAMO DEL RÍO CARIS EN SU CUENCA MEDIA, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÀTEGUI, VENEZUELA**. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero Civil. Universidad de Oriente Núcleo Bolívar

Bejarano, M. (2000), “**ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO E HIDRODINÁMICO DEL SECTOR BARRANCAS EN EL RÍO ORINOCO, ESTADO MONAGAS, VENEZUELA**”.

Benitez, C. (1980). **MANUAL DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS**. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Perú

Corporación Venezolana de Guayana. Técnica Minera C.A. (TECMIN C.A.) (1991) **INFORME DE AVANCE NB-20-4. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, VEGETACIÓN**. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana (P.I.R.N.R.G.), Ciudad Bolívar, Venezuela. Tomo I. pp 1-73.

Fariás, H., Pilán, T., Pece. (2003). “**EROSIÓN GENERAL EN RÍOS CON LECHOS ARENOSOS**”, primer Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, Buenos Aires, noviembre 2003

Larez G., Haydee L.; Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. (1972) “**GEOLOGÍA DEL ÁREA DE CERRO MONTECRISTO, DISTRITO HERES,**

**ESTADO BOLÍVAR”** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias De La Tierra, Ciudad Bolívar. pp 1, 3, 5, 8.

Ledesma V. Jorge (2013) **MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA.** Universidad Autónoma de Baja California – Facultad de Ciencias Marina, Ensenada México. pp 7-17

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO).** Ciudad Bolívar, Venezuela, P 184.

Petróleos de Venezuela, PDVSA – Intevep. (1997 – 2005) **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA.** Versión Digitalizada.

Pettijohn, F. J. (1976) **ROCAS SEDIMENTARIAS.** Edición EUDEBA. Tercera Edición, Buenos Aires Argentina. pp 2-76

Tarbuck, Edward y Lutgens, Frederick (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA – INTRODUCCION A LA GEOLOGIA FISICA.** Pearson Educación S. A. Madrid, 8va edición. pp 456-459.

Visher, G. (1969) **GRAIN SIZE DISTRIBUTION AND DEPOSITIONAL PROCESSES.** University of Tulsa, Tulsa, Oklahoma, EUA. pp 1076-1078.

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A**

### **COLUMNAS SEDIMENTOLÓGICAS DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO CARIS**

Río Caris, Calicata #1					
Escala vertical 1:10					
Prof (m)	Toma de muestra	Litología	Espesor (cm)	Estructura (forma de deposición)	Observaciones
0,10	C1M1		17	No se observó	Arena muy fina, color marrón oscuro con restos orgánicos.
0,20			13	No se observó	Arena muy fina a fina con presencia de limo, color marrón amarillento.
0,30			14	No se observó	Arena muy fina limosa color amarillo oscuro.
0,40			16	No se observó	Arena muy fina a fina, color amarillo oscuro a tonos blancos.
0,50			16	No se observó	Arena muy fina a fina, color amarillo oscuro a tonos blancos.
0,60	C1M2		10	No se observó	Arena muy fina a fina, color amarillo con tonos blancos.
0,70			10	No se observó	Arena muy fina a fina, color amarillo con tonos blancos.
0,80	C1M3		16	No se observó	Arena fina a media, color amarillo con tonos blancos.
0,90	C1M4		16	No se observó	Arena fina a media, color amarillo con tonos blancos.
1,00			14	No se observó	Arena fina a media, color amarillo con tonos blancos.

Apéndice A.1 Columna sedimentológica de la calicata 1 del río Caris.

Río Caris, Talud #1					
Escala vertical 1:10					
Prof (m)	Toma de muestra	Litología	Espesor (cm)	Estructura (forma de deposición)	Observaciones
0,10	T1M1		10	No se observó	Arena muy fina a fina con partículas de limo, color marrón oscuro con restos orgánicos.
0,20			16	No se observó	Arena muy fina limosa color marrón claro a tonos rojizos.
0,30			13	No se observó	Arena muy fina limosa, color marrón muy claro.
0,40	T1M2		13	No se observó	Arena muy fina limosa, color marrón muy claro.
0,50			14	No se observó	Arena muy fina a fina, color blanco.
0,60			12	No se observó	Arena fina a media, color blanco con tonos grisáceos.
0,70			12	No se observó	Arena fina a media, color blanco con tonos grisáceos.
0,80	T1M3		17	No se observó	Arena media a gruesa, color blanco con tonalidades grisáceas oscuro.
0,90	T1M4		17	No se observó	Arena media a gruesa, color blanco con tonalidades grisáceas oscuro.
1,00			18	No se observó	Arena fina a media, color blanco con tonalidades grisáceas claro y oscuro.

Apéndice A.2 Columna sedimentológica del talud 1 del río Caris.

Río Caris, Calicata #2					Escala vertical 1:10
Prof. (m)	Toma de muestra	Litología	Espesor (cm)	Estructura (forma de deposición)	Observaciones
0,10	C2M1		10	No se observó	Arena muy fina, color marrón oscuro a tonos rojizos
0,20			10	No se observó	Arena muy fina con presencia de limo, color marrón claro a tonos rojizos
0,30	C2M2		18	No se observó	Arena muy fina limosa, color marrón con tonos rojizos
0,40					
0,50			22	No se observó	Arena muy fina a fina, color blanco a tonos rosados
0,60					
0,70	C2M3		17	No se observó	Arena media a gruesa, color blanco en matriz de grano grueso color gris
0,80					
0,90	C2M4		23	No se observó	Arena fina a Media, color rojizo
1,00					

Apéndice A.3 Columna sedimentológica de la calicata 2 del río Caris.

Río Caris, Talud #2					Escala vertical 1:10
Prof. (m)	Toma de muestra	Litología	Espesor (cm)	Estructura (forma de deposición)	Observaciones
0,10			10	No se observó	Arena fina color marrón oscuro a claro
0,20			20	No se observó	Arena muy fina a fina limosa, color rojizo a rosado
0,30					
0,40	T2M1		16		Arena muy fina a fina con partículas Limosas, color gris con líneas rojizas
0,50	T2M2		24	No se observó	Arena muy fina arcillosa, color gris oscuro
0,60					
0,70	T2M3		30	No se observó	Arena muy fina limosa, color gris claro
0,80					
0,90					
1,00					

Apéndice A.4 Columna sedimentológica del talud 2 del río Caris.

Río Caris, Calicata #3					
Escala vertical 1:10					
Prof. (m)	Toma de muestra	Litología	Espesor (cm)	Estructura (forma de deposición)	Observaciones
0,10	C3M1		10	No se observó	Arena muy fina, marrón oscuro
0,20			20	No se observó	Arena muy fina (limo arenoso), Color marrón oscuro a claro
0,30			30	No se observó	Arena muy fina limosa, color marrón claro
0,40					
0,50	C3M2		40	No se observó	Arena muy fina arcillosa, color grisáceo
0,60					
0,70					
0,80					
0,90					
1,00					

Apéndice A.5 Columna sedimentológica de la Calicata 3 del río Caris.

Río Caris, Talud #3					
Escala vertical 1:10					
Prof (m)	Toma de muestra	Litología	Espesor (cm)	Estructura (forma de deposición)	Observaciones
0,10	T3M1		15	No se observó	Arena muy fina color marrón oscuro
0,20	T3M2				
0,30			10	No se observó	Arena muy fina (limosa), color amarillo
0,40			27	No se observó	Arena muy fina (limo arcilloso), color amarillo con tonos blancos
0,50					
0,60					
0,70			33	No se observó	Arena muy fina (arcilla), color rosado claro
0,80					
0,90					
1,00					

Apéndice A.6 Columna sedimentológica del talud 3 del río Caris.

## **APÉNDICE B**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS. CURVA DE FRECUENCIA  
ACUMULADA. SUBPOBLACIONES DE VISHER REALIZADOS A LOS  
SEDIMENTOS DEL RÍO CARIS**

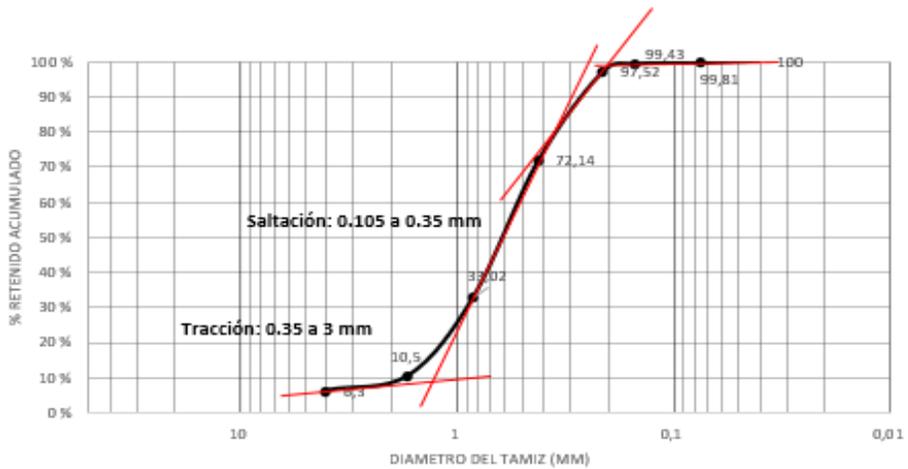
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: FC-M1  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzotegui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 629,0  
 Descripción: Arena media a gruesa

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
5	4,00			33,0	6,30	6,30	93,70
12	1,680	448,90	470,90	22,0	4,20	10,50	89,50
20	0,84	506,00	624,00	118,0	22,52	33,02	66,98
40	0,42	314,00	519,00	205,0	39,12	72,14	27,86
70	0,210	262,00	395,00	133,0	25,38	97,52	2,48
100	0,149	452,58	462,58	10,0	1,91	99,43	0,57
200	0,074	504,00	506,00	2,0	0,38	99,81	0,19
-200				1,0	0,19	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				524,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
0,95



**Parámetros Estadísticos**

M=0.6    Q3=0.4    Q1=1    P95=0.23    P90=0.28    P40=0.71    P10=1.8    P5=3.2

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 2.03$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{10}} = 2.53$	<p><b>Simetria</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 0.36$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.58$
--	--	---	---

Apéndice B.1 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra FCM1.

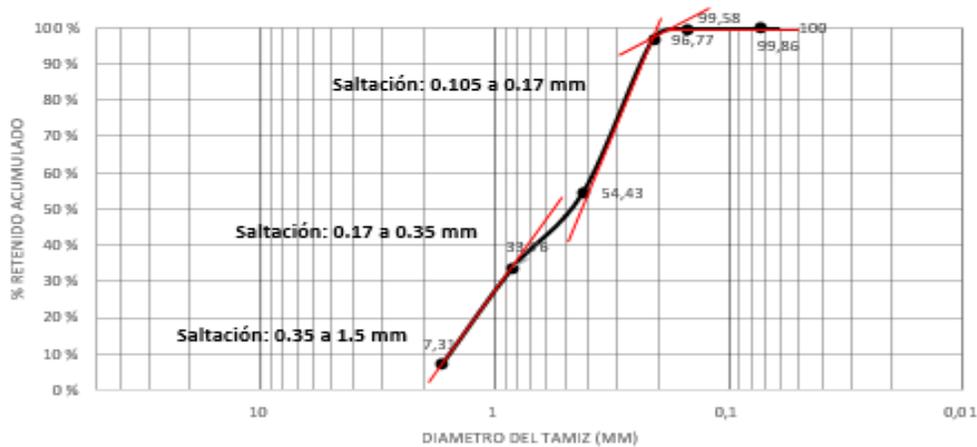
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: FC-M2  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 714,0  
 Descripción: Arena Media a Muy Gruesa

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	500,9	52,0	7,31	7,31	92,69
20	0,84	506,00	604,00	188,0	26,44	33,76	66,24
40	0,42	314,00	461,00	147,0	20,68	54,43	45,57
70	0,210	262,00	563,00	301,0	42,33	96,77	3,23
100	0,149	452,58	472,58	20,0	2,81	99,58	0,42
200	0,074	504,00	506,00	2,0	0,28	99,86	0,14
-200				1,0	0,14	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				<b>711,0</b>	<b>100,00</b>		

<b>% de pérdida</b>
0,42



**Parámetros Estadísticos**

M=0.48    Q3=0.2    Q1=1.1    P95=0.22    P90=0.24    P40=0.7    P10=1.6    P5=1.8

<p align="center"><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 0.72$	<p align="center"><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.91$	<p align="center"><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 0.95$	<p align="center"><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 2.34$
---	---	--	--

Apéndice B.2 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra FCM2.

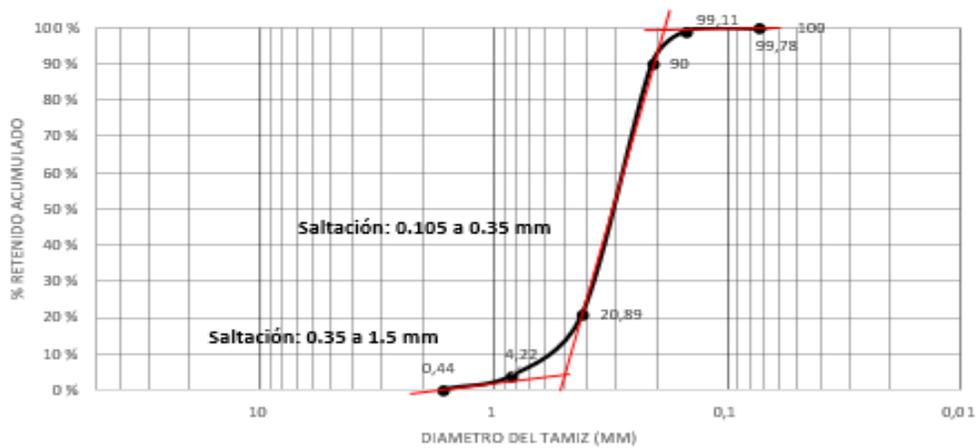
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: FC-M3  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 458,0  
 Descripción: Arena Fina a Media

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	450,9	2,0	0,44	0,44	99,56
20	0,84	506,00	523,00	17,0	3,78	4,22	95,78
40	0,42	314,00	389,00	75,0	16,67	20,89	79,11
70	0,210	262,00	573,00	311,0	69,11	90,00	10,00
100	0,149	452,58	493,58	41,0	9,11	99,11	0,89
200	0,074	504,00	507,00	3,0	0,67	99,78	0,22
-200				1,0	0,22	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				450,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
0,66



**Parametros Estadísticos**

M=0.3    Q3=0.24    Q1=0.39    P95=0.19    P90=0.22    P40=0.34    P10=0.6    P5=0.8

<b>Curtosis</b> $K = \frac{P_{35} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 0.40$	<b>Coefficiente de uniformidad</b> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1.54$	<b>Simetria</b> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.04$	<b>Coefficiente de selección</b> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.27$
--	--	---	---

Apéndice B.3 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra FCM3.

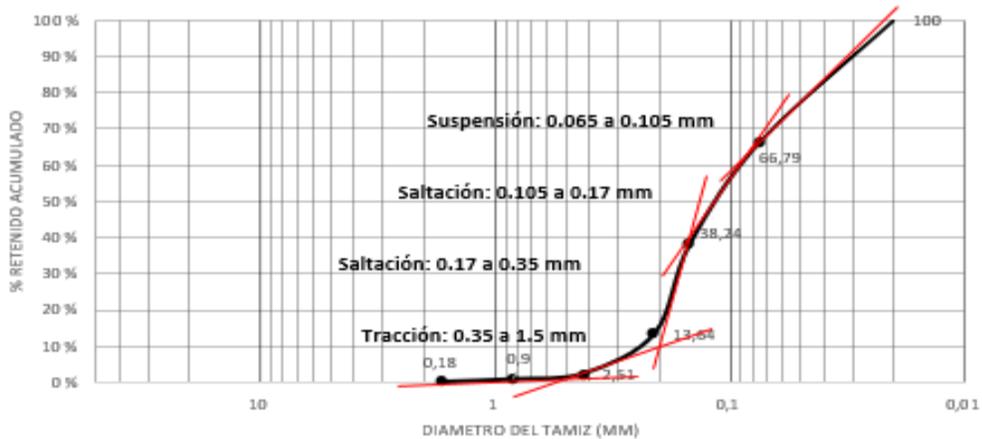
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C1-M1  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 686,0  
 Descripcción: Arena Muy Fina a Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	449,90	1,0	0,18	0,18	99,82
20	0,84	506,00	510,00	4,0	0,72	0,90	99,10
40	0,42	314,00	323,00	9,0	1,62	2,51	97,49
70	0,210	262,00	324,00	62,0	11,13	13,64	86,36
100	0,149	452,58	589,58	137,0	24,60	38,24	61,76
200	0,074	504,00	663,00	159,0	28,55	66,79	33,21
-200				185,0	33,21	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				557,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,42



**Parametros Estadísticos**

M=0.11    Q3=0.07    Q1=0.18    P95=0.064    P90=0.065    P40=0.15    P10=0.25    P5=0.34

<p align="center"><b>Curstosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.02$	<p align="center"><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.30$	<p align="center"><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_3 - Q_1}{(Md)^2} = 1.04$	<p align="center"><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_\phi = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.60$
--	---	--	---

Apéndice B.4 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M1.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

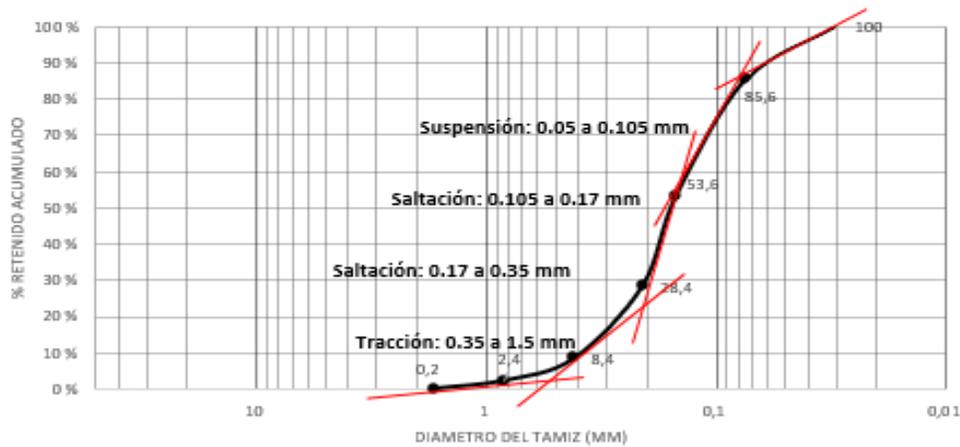
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C1-M2  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 610,0  
 Descripción: Arena Muy Fina a Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	449,9	1,0	0,20	0,20	99,80
20	0,84	506,00	517,00	11,0	2,20	2,40	97,60
40	0,42	314,00	344,00	30,0	6,00	8,40	91,60
70	0,210	262,00	362,00	100,0	20,00	28,40	71,60
100	0,149	452,58	578,58	126,0	25,20	53,60	46,40
200	0,074	504,00	664,00	160,0	32,00	85,60	14,40
-200				72,0	14,40	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				500,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,96



**Parametros Estadísticos**

M=0.16    Q3=0.09    Q1=0.23    P95=0.065    P90=0.07    P40=0.18    P10=0.39    P5=0.51

<p><b>Curstosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.30$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.57$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_3 - Q_1}{Md^2} = 0.80$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.59$
---	--	---	---

Apéndice B.5 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M2.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

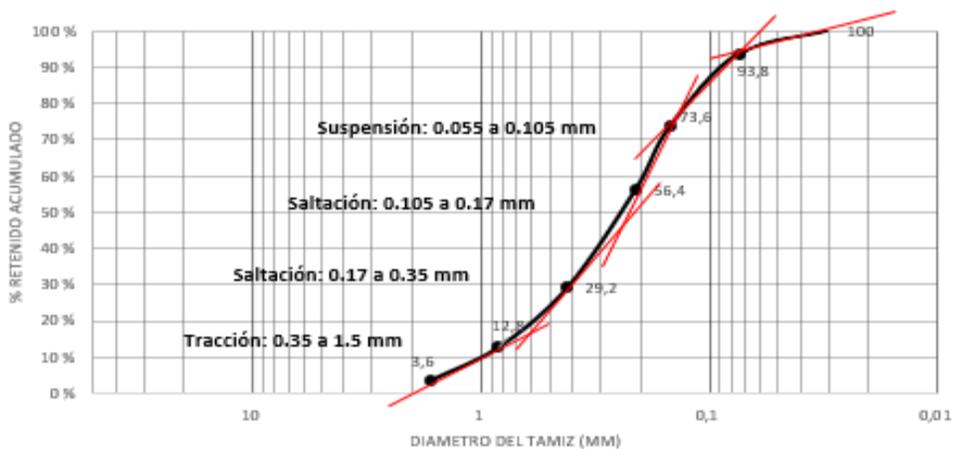
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C1-M3  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 510,0  
 Descripción: Arena Fina a Medía

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	466,9	18,0	3,60	3,60	96,40
20	0,84	506,00	552,00	46,0	9,20	12,80	87,20
40	0,42	314,00	396,00	82,0	16,40	29,20	70,80
70	0,210	262,00	398,00	136,0	27,20	56,40	43,60
100	0,149	452,58	538,58	86,0	17,20	73,60	26,40
200	0,074	504,00	605,00	101,0	20,20	93,80	6,20
-200				31,0	6,20	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				500,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,96



**Parametros Estadísticos**

M=0.25    Q3=0.15    Q1=0.49    P95=0.07    P90=0.085    P40=0.31    P10=1    P5=1.7

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.96$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 3.64$	<p><b>Simetria</b></p> $Sk = \frac{Q_3 - Q_1}{(Md)^2} = 0.17$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.80$
--	--	---	---

Apéndice B.6 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M3.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C1-M4  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

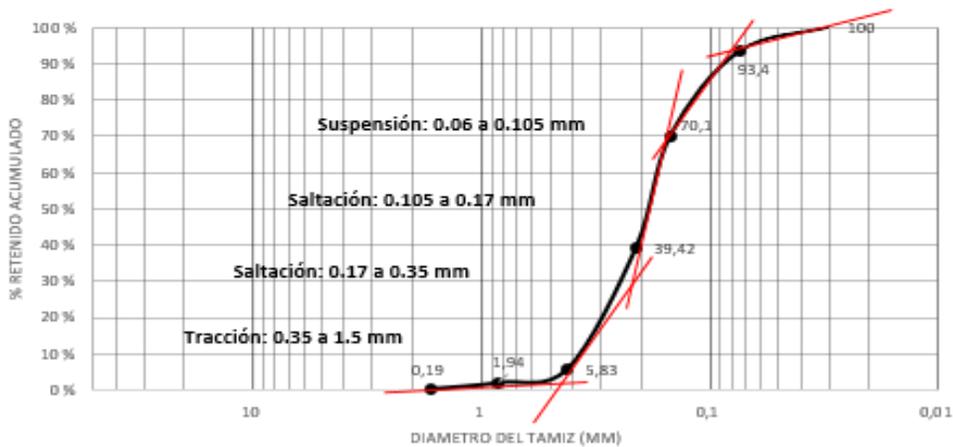
PESO MUESTRA INICIAL (gr): 626,0

Decoripolón: Arena Fina a Media

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	449,90	1,0	0,19	0,19	99,81
20	0,84	506,00	515,00	9,0	1,75	1,94	98,06
40	0,42	314,00	334,00	20,0	3,88	5,83	94,17
70	0,210	262,00	435,00	173,0	33,59	39,42	60,58
100	0,149	452,58	610,58	158,0	30,68	70,10	29,90
200	0,074	504,00	624,00	120,0	23,30	93,40	6,60
-200				34,0	6,60	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				515,0	100,00		

<b>% de perdida</b>	
1,90	



**Parametros Estadísticos**

M=0.19    Q3=0.14    Q1=0.27    P95=0.07    P90=0.082    P40=0.21    P10=0.37    P5=0.44

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{85} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.16$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.56$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.04$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.38$
--	--	---	---

Apéndice B.7 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C1M4.

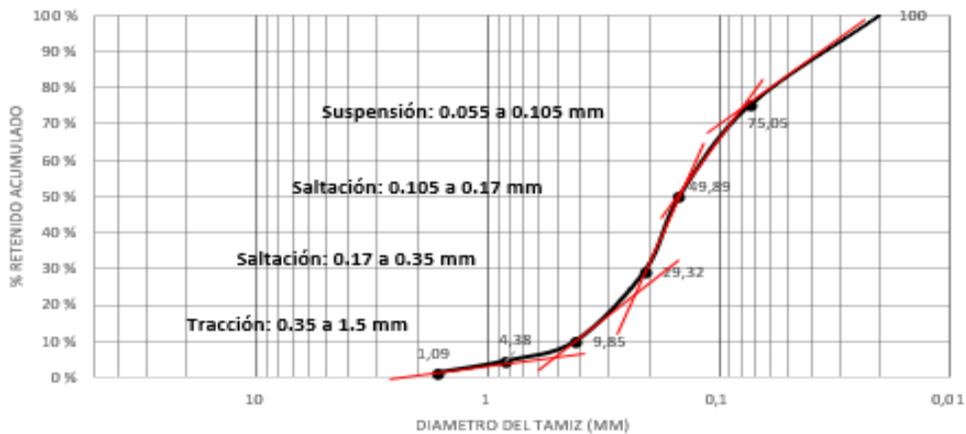
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T1- M1  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PE80 MUESTRA INICIAL (gr): 482,0  
 Descripción: Arena Muy Fina a Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	453,90	5,0	1,09	1,09	98,91
20	0,84	506,00	521,00	15,0	3,28	4,38	95,62
40	0,42	314,00	339,00	25,0	5,47	9,85	90,15
70	0,210	262,00	351,00	89,0	19,47	29,32	70,68
100	0,149	452,58	546,58	94,0	20,57	49,89	50,11
200	0,074	504,00	619,00	115,0	25,16	75,05	24,95
-200				114,0	24,95	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				457,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,08



**Parametros Estadísticos**

M=0.16    Q3=0.072    Q1=0.25    P95=0.064    P90=0.066    P40=0.17    P10=0.4    P5=0.82

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.74$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.57$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md^2)} = 0.70$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.86$
--	--	---	---

Apéndice B.8 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M1.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.

PE SO MUE STRA INICIAL (gr): 486,0

Muestra: T1- M2

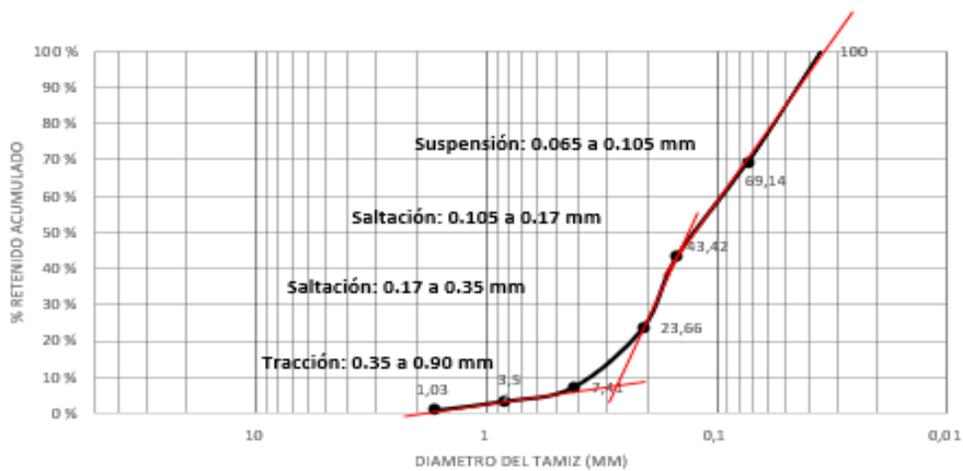
Descripción: Arena Muy Fina

PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	453,90	5,0	1,03	1,03	98,97
20	0,84	506,00	518,00	12,0	2,47	3,50	96,50
40	0,42	314,00	333,00	19,0	3,91	7,41	92,59
70	0,210	262,00	341,00	79,0	16,26	23,66	76,34
100	0,149	452,58	548,58	96,0	19,75	43,42	56,58
200	0,074	504,00	629,00	125,0	25,72	69,14	30,86
-200				150,0	30,86	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				486,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>	
1,82	



**Parametros Estadísticos**

M=0.14    Q3=0.07    Q1=0.2    P95=0.063    P90=0.064    P40=0.17    P10=0.37    P5=0.7

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 2.01$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.65$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 0.71$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.69$
--	--	---	---

Apéndice B.9 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M2.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

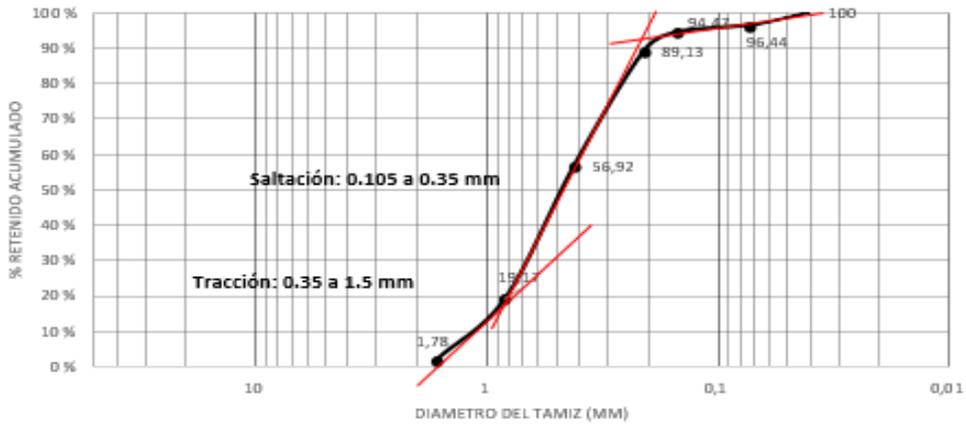
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T1- M3  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PEBO MUESTRA INICIAL (gr): 608,0  
 Descripción: Arena media a gruesa

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	457,90	9,0	1,78	1,78	98,22
20	0,84	506,00	594,00	88,0	17,39	19,17	80,83
40	0,42	314,00	505,00	191,0	37,75	56,92	43,08
70	0,210	262,00	425,00	163,0	32,21	89,13	10,87
100	0,149	452,58	479,58	27,0	5,34	94,47	5,53
200	0,074	504,00	514,00	10,0	1,98	96,44	3,56
-200				18,0	3,56	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				506,0	100,00		

<b>% de pérdidas</b>
0,59



**Parametros Estadísticos**

M=0.49    Q3=0.29    Q1=0.71    P95=0.16    P90=0.21    P40=0.58    P10=1.3    P5=1.6

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.40$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.76$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 0.85$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.56$
--	--	---	---

Apéndice B.10 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M3.

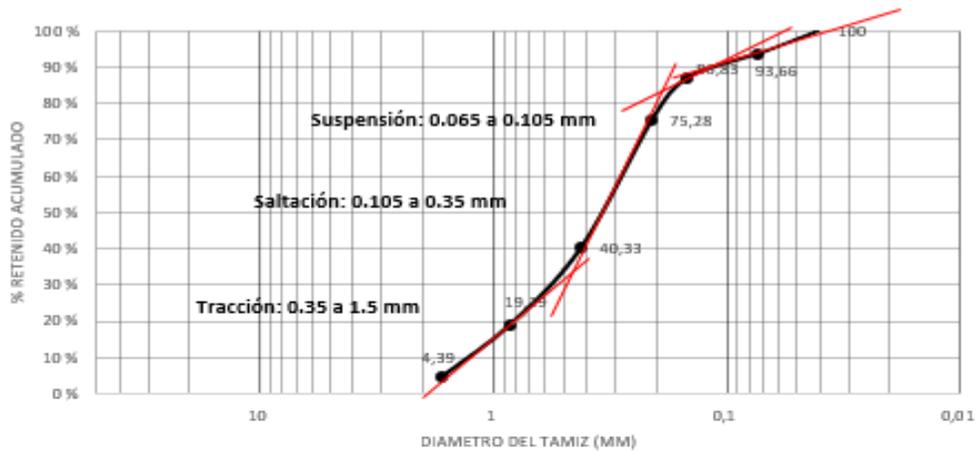
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T1- M4  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 620,0  
 Descripción: Arena fina a media

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	475,90	27,0	4,39	4,39	95,61
20	0,84	506,00	597,00	91,0	14,80	19,19	80,81
40	0,42	314,00	444,00	130,0	21,14	40,33	59,67
70	0,210	262,00	477,00	215,0	34,96	75,28	24,72
100	0,149	452,58	523,58	71,0	11,54	86,83	13,17
200	0,074	504,00	546,00	42,0	6,83	93,66	6,34
-200				39,0	6,34	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				615,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
0,81



**Parametros Estadísticos**

M=0.34    Q3=0.21    Q1=0.68    P95=0.074    P90=0.11    P40=0.42    P10=1.4    P5=1.6

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 2.031.33$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 3.8$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.23$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.79$
--	---	---	---

Apéndice B.11 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T1M4.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C2-M1  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 686,0  
 Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	452,90	4,0	0,72	0,72	99,28
20	0,84	506,00	519,00	13,0	2,33	3,04	96,96
40	0,42	314,00	332,00	18,0	3,22	6,26	93,74
70	0,210	262,00	362,00	60,0	10,73	16,99	83,01
100	0,149	452,58	546,58	94,0	16,82	33,81	66,19
200	0,074	504,00	674,00	170,0	30,41	64,22	35,78
-200				200,0	35,78	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				559,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,06



**Parametros Estadísticos**

M=0.1    Q3=0.069    Q1=0.18    P95=0.062    P90=0.065    P40=0.14    P10=0.3    P5=0.37

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.14$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.8$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.24$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.62$
--	---	---	---

Apéndice B.12 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M1.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

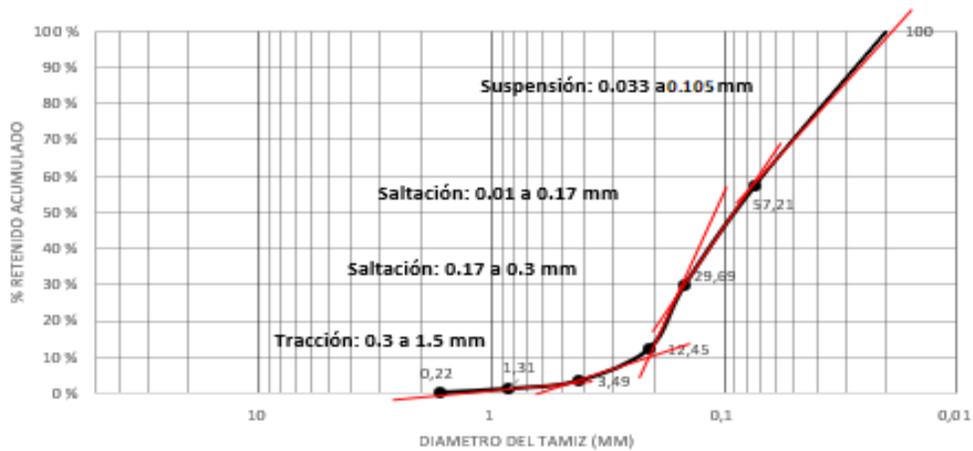
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C2-M2  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 482,0

Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	449,00	1,0	0,22	0,22	99,78
20	0,84	506,00	511,00	5,0	1,09	1,31	98,69
40	0,42	314,00	324,00	10,0	2,18	3,49	96,51
70	0,210	262,00	303,00	41,0	8,95	12,45	87,55
100	0,149	452,58	531,58	79,0	17,25	29,69	70,31
200	0,074	504,00	630,00	126,0	27,51	57,21	42,79
-200				196,0	42,79	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				458,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
0,87



**Parametros Estadísticos**

M=0.082    Q3=0.065    Q1=0.175    P95=0.067    P90=0.069    P40=0.115    P10=0.225    P5=0.32

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 0,94$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1,66$	<p><b>Simetria</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1,69$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1,64$
--	--	---	---

Apéndice B.13 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M2.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

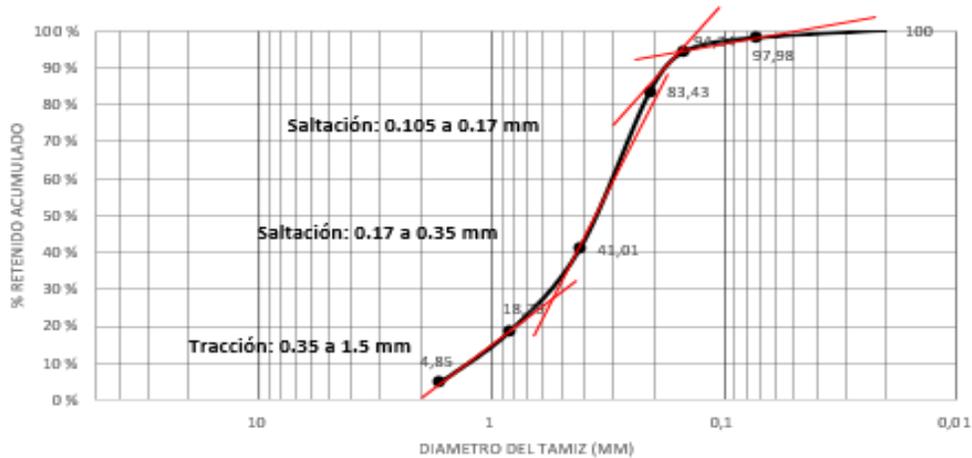
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C2-M3  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 600,0  
 Descripción: Arena Media

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	472,90	24,0	4,85	4,85	95,15
20	0,84	506,00	575,00	69,0	13,94	18,79	81,21
40	0,42	314,00	424,00	110,0	22,22	41,01	58,99
70	0,210	262,00	472,00	210,0	42,42	83,43	16,57
100	0,149	452,58	506,58	54,0	10,91	94,34	5,66
200	0,074	504,00	522,00	18,0	3,64	97,98	2,02
-200				10,0	2,02	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				495,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,00



**Parámetros Estadísticos**

M=0.38    Q3=0.25    Q1=0.68    P95=0.16    P90=0.18    P40=0.42    P10=1.3    P5=1.7

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.47$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.33$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.18$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.65$
--	--	---	---

Apéndice B.14 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M3.

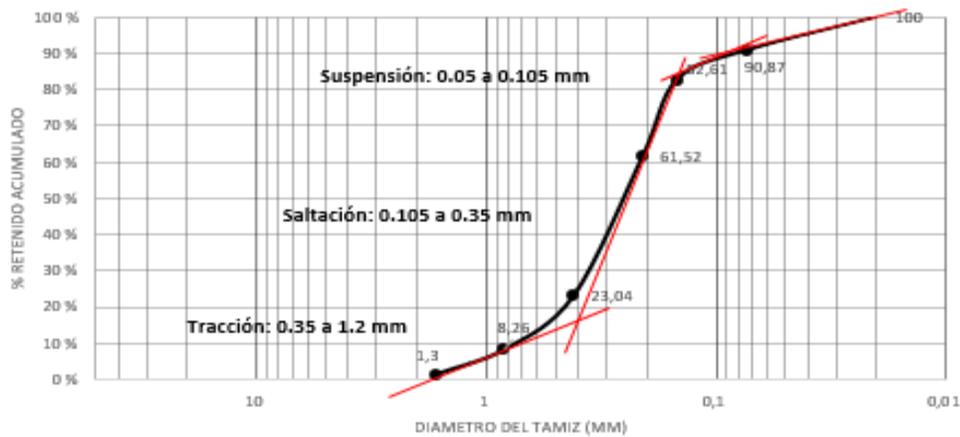
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C2-M4  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PEBO MUESTRA INICIAL (gr): 488,0  
 Descripción: Arena Fina a Medía

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	454,90	6,0	1,30	1,30	98,70
20	0,84	506,00	538,00	32,0	6,96	8,26	91,74
40	0,42	314,00	382,00	68,0	14,78	23,04	76,96
70	0,210	262,00	439,00	177,0	38,48	61,52	38,48
100	0,149	452,58	549,58	97,0	21,09	82,61	17,39
200	0,074	504,00	542,00	38,0	8,26	90,87	9,13
-200				42,0	9,13	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				460,0	100,00		

<b>% de pérdidas</b>
1,92



**Parametros Estadísticos**

M=0.28    Q3=0.19    Q1=0.4    P95=0.068    P90=0.086    P40=0.3    P10=0.74    P5=1.2

<p><b>Curstosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 2.20$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 3.48$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 0.96$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.45$
---	--	---	---

Apéndice B.15 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C2M4.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.

PE SO MUESTRA INICIAL (gr): 860,0

Muestra: T2-M1

Descripción: Arena muy fina a fina

PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	453,90	5,0	0,77	0,77	99,23
20	0,84	506,00	537,00	31,0	4,78	5,55	94,45
40	0,42	314,00	398,00	84,0	12,94	18,49	81,51
70	0,210	262,00	517,00	255,0	39,29	57,78	42,22
100	0,149	452,58	602,58	150,0	23,11	80,89	19,11
200	0,074	504,00	598,00	94,0	14,48	95,38	4,62
-200				30,0	4,62	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				649,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
0.15



**Parametros Estadísticos**

M=0.25    Q3=0.18    Q1=0.38    P95=0.075    P90=0.1    P40=0.29    P10=0.6    P5=0.85

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{35} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.58$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 2.9$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.09$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.45$
--	---	---	---

Apéndice B.16 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T2M1.

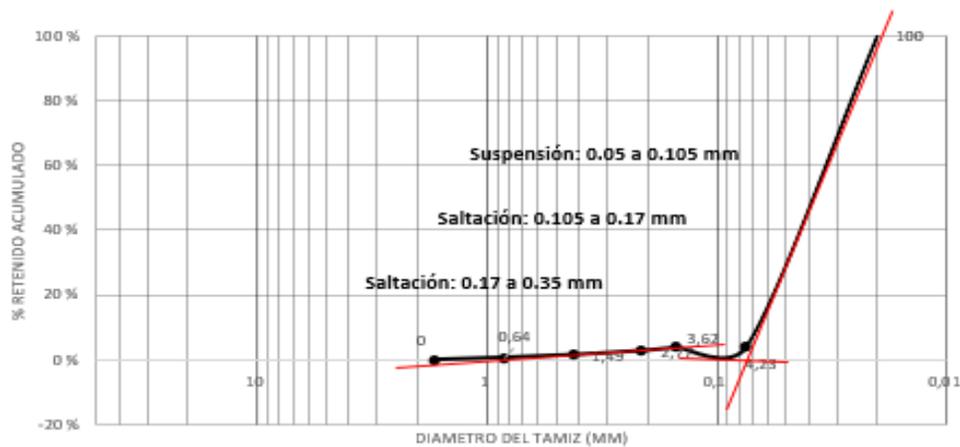
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T2-M2  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 472,0  
 Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	448,90	0,0	0,00	0,00	100,00
20	0,84	506,00	509,00	3,0	0,64	0,64	99,36
40	0,42	314,00	318,00	4,0	0,85	1,49	98,51
70	0,210	262,00	268,00	6,0	1,28	2,77	97,23
100	0,149	452,58	456,00	4,0	0,85	3,62	96,38
200	0,074	504,00	507,00	3,0	0,64	4,26	95,74
-200				449,0	95,74	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				469,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
0,64



**Parámetros Estadísticos**

M=0.065    Q3=0.066    Q1=0.067    P95=0.065    P90=0.065    P40=0.068    P10=0.069    P5=0.07

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 2.04$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1.05$	<p><b>Simetria</b></p> $Sk = \frac{Q_3 - Q_1}{(Md)^2} = 1.05$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 0.99$
--	--	---	---

Apéndice B.17 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T2M2.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

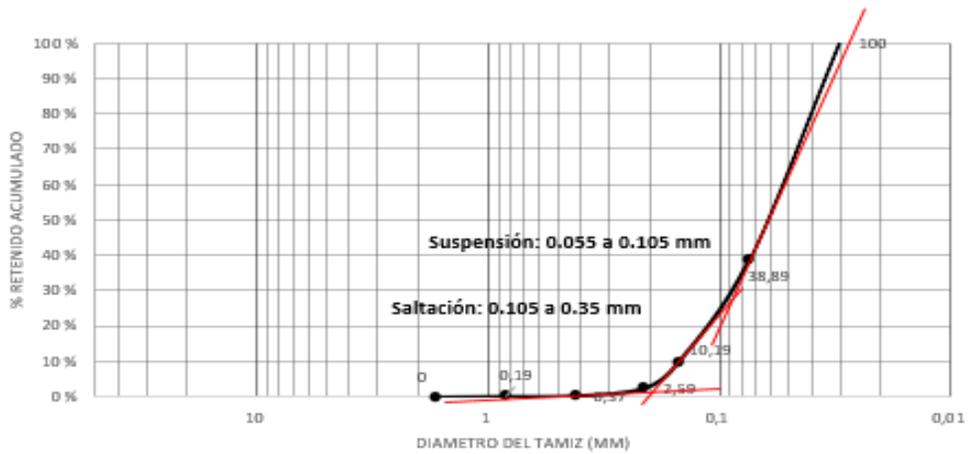
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T2-M3  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PE SO MUE STRA INICIAL (gr): 648,0  
 Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	448,90	0,0	0,00	0,00	100,00
20	0,84	506,00	507,00	1,0	0,19	0,19	99,81
40	0,42	314,00	315,00	1,0	0,19	0,37	99,63
70	0,210	262,00	274,00	12,0	2,22	2,59	97,41
100	0,149	452,58	493,58	41,0	7,59	10,19	89,81
200	0,074	504,00	659,00	155,0	28,70	38,89	61,11
-200				330,0	61,11	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				540,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,46



**Parametros Estadísticos**

M=0.079    Q3=0.075    Q1=0.095    P95=0.061    P90=0.063    P40=0.08    P10=0.16    P5=0.19

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 2.64$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1.26$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.14$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.12$
--	--	---	---

Apéndice B.18 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T2M3.

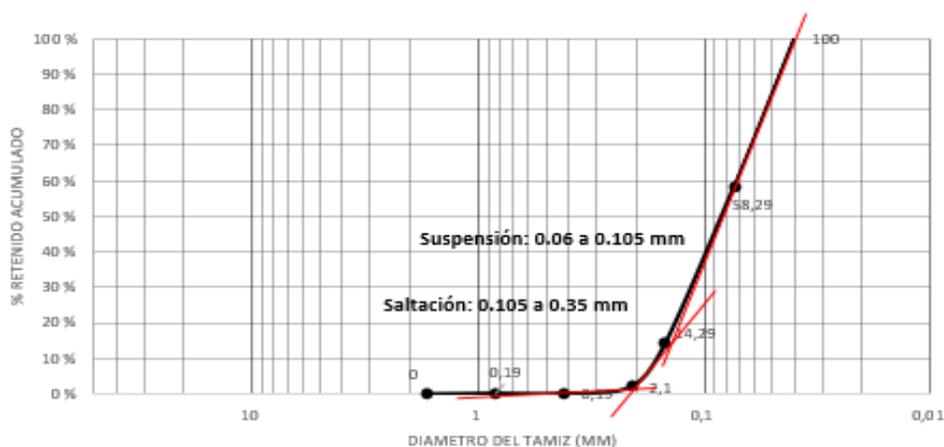
**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C3-M1  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 636,0  
 Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	448,90	0,0	0,00	0,00	100,00
20	0,84	506,00	507,00	1,0	0,19	0,19	99,81
40	0,42	314,00	314,00	0,0	0,00	0,19	99,81
70	0,210	262,00	272,00	10,0	1,90	2,10	97,90
100	0,149	452,58	516,58	64,0	12,19	14,29	85,71
200	0,074	504,00	735,00	231,0	44,00	58,29	41,71
-200				219,0	41,71	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				525,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,87



**Parámetros Estadísticos**

M=0.08    Q3=0.069    Q1=0.14    P95=0.065    P90=0.067    P40=0.097    P10=0.17    P5=0.19

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 0.72$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1.4$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_2 - Q_3}{(Md)^2} = 1.5$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.42$
--	---	--	---

Apéndice B.19 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C3M1.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

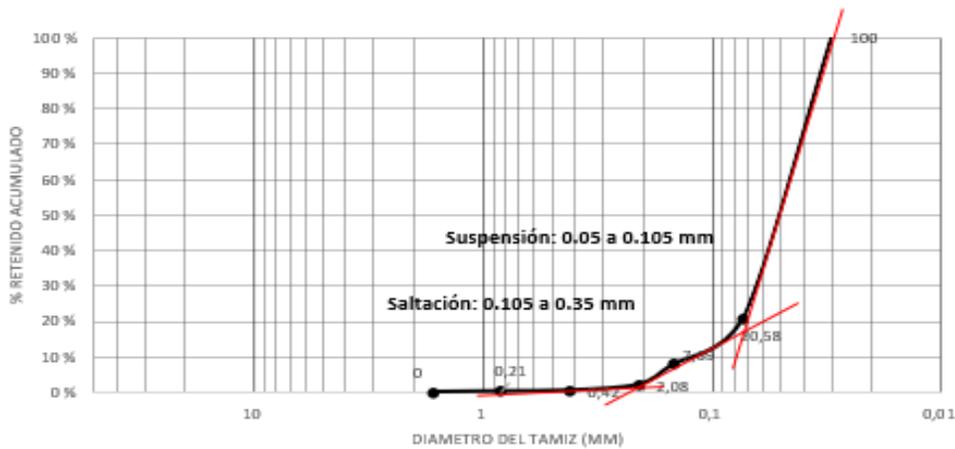
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: C3-M2  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PE 80 MUESTRA INICIAL (gr): 488,0

Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	448,90	0,0	0,00	0,00	100,00
20	0,84	506,00	507,00	1,0	0,21	0,21	99,79
40	0,42	314,00	315,00	1,0	0,21	0,42	99,58
70	0,210	262,00	270,00	8,0	1,66	2,08	97,92
100	0,149	452,58	479,58	27,0	5,61	7,69	92,31
200	0,074	504,00	566,00	62,0	12,89	20,58	79,42
-200				382,0	79,42	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				481,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,03



**Parametros Estadísticos**

M=0.069    Q3=0.065    Q1=0.071    P95=0.062    P90=0.064    P40=0.068    P10=0.13    P5=0.17

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 7.37$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1.06$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 0.96$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.04$
--	--	---	---

Apéndice B.20 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra C3M2.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

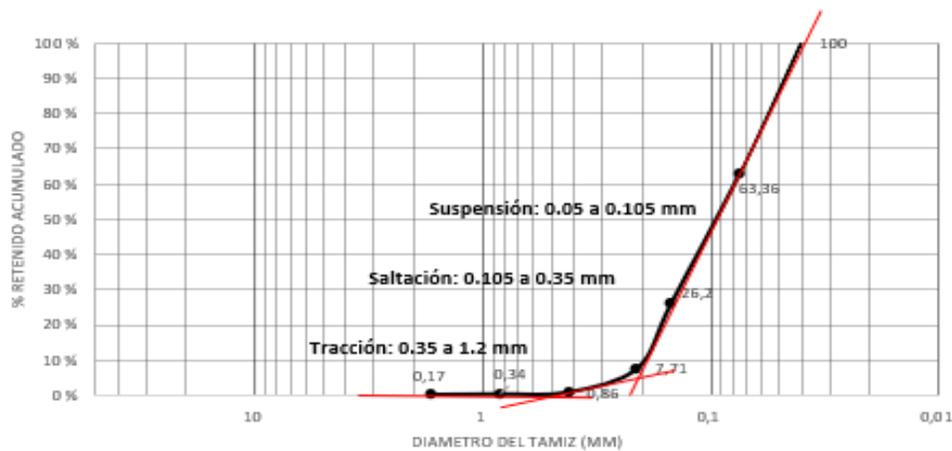
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T3-M1  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PESO MUESTRA INICIAL (gr): 680,0  
 Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	449,90	1,0	0,17	0,17	99,83
20	0,84	506,00	507,00	1,0	0,17	0,34	99,66
40	0,42	314,00	317,00	3,0	0,51	0,86	99,14
70	0,210	262,00	302,00	40,0	6,85	7,71	92,29
100	0,149	452,58	560,58	108,0	18,49	26,20	73,80
200	0,074	504,00	721,00	217,0	37,16	63,36	36,64
-200				214,0	36,64	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				584,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,02



**Parametros Estadísticos**

M=0.089    Q3=0.068    Q1=0.17    P95=0.067    P90=0.069    P40=0.1    P10=0.19    P5=0.25

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 0.73$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{20}}{P_{90}} = 1.44$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_3 - Q_1}{(Md)^2} = 1.46$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} = 1.58$
--	--	---	---

Apéndice B.21 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T3M1.

**LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES**

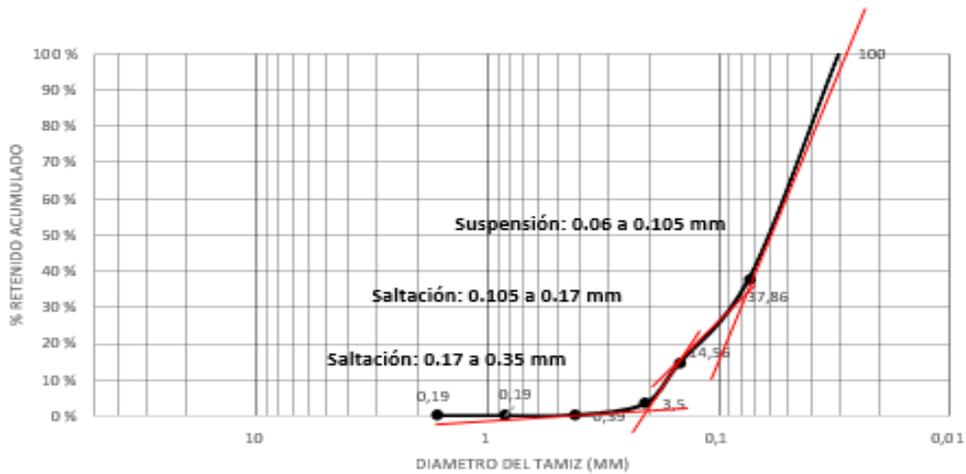
Solicitante: Brito A. Junior R. / Ascanio J. Yamil B.  
 Muestra: T3-M2  
 PROCEDENCIA: RIO CARIS Anzoategui

PE80 MUESTRA INICIAL (gr): 626,0  
 Descripción: Arena Muy Fina

Tamiz	Apertura (mm)	PESO TAMIZ (gr.)	PESO TAMIZ + SUELO (gr.)	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
12	1,680	448,90	449,90	1,0	0,19	0,19	99,81
20	0,84	506,00	506,00	0,0	0,00	0,19	99,81
40	0,42	314,00	315,00	1,0	0,19	0,39	99,61
70	0,210	262,00	278,00	16,0	3,11	3,50	96,50
100	0,149	452,58	509,58	57,0	11,07	14,56	85,44
200	0,074	504,00	624,00	120,0	23,30	37,86	62,14
-200				320,0	62,14	100,00	0,00
<b>TOTAL</b>				515,0	100,00		

<b>% de pérdida</b>
1,90



**Parametros Estadísticos**

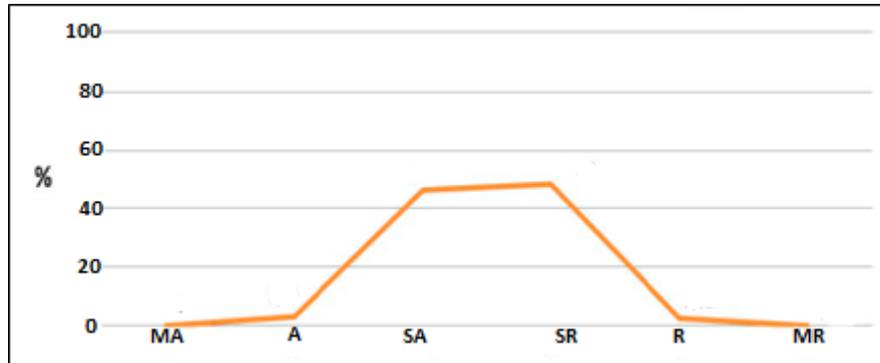
M=0.069    Q3=0.061    Q1=0.091    P95=0.062    P90=0.063    P40=0.07    P10=0.17    P5=0.19

<p><b>Curtosis</b></p> $K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} = 1.75$	<p><b>Coefficiente de uniformidad</b></p> $U = \frac{P_{40}}{P_{90}} = 1.1$	<p><b>Simetría</b></p> $Sk = \frac{Q_1 Q_3}{(Md)^2} = 1.16$	<p><b>Coefficiente de selección</b></p> $S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = 1.2$
--	---	---	--

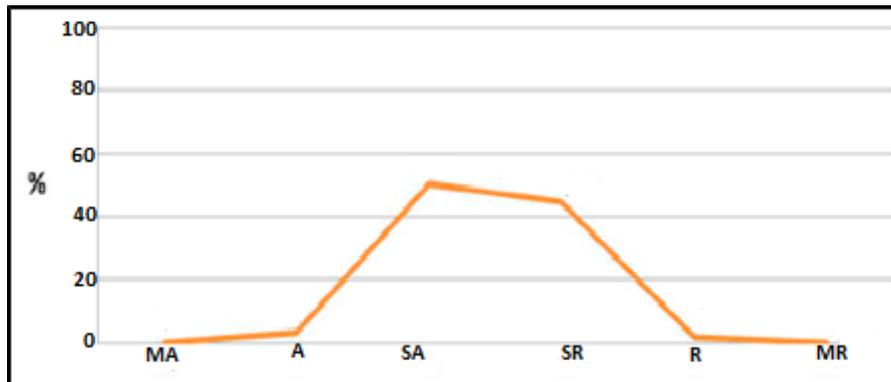
Apéndice B.22 Análisis granulométrico y subpoblaciones de Visher de la muestra T3M2.

## **APÉNDICE C**

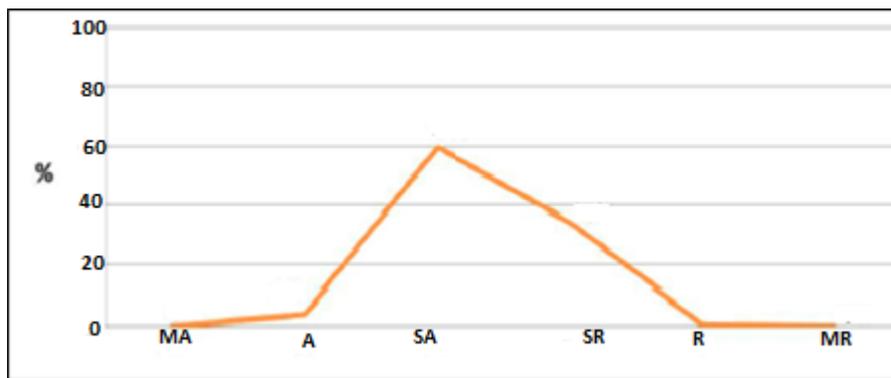
**ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. HIDROGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN  
PORCENTUAL DEL TIPO DE FORMA DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN  
POWERS.**



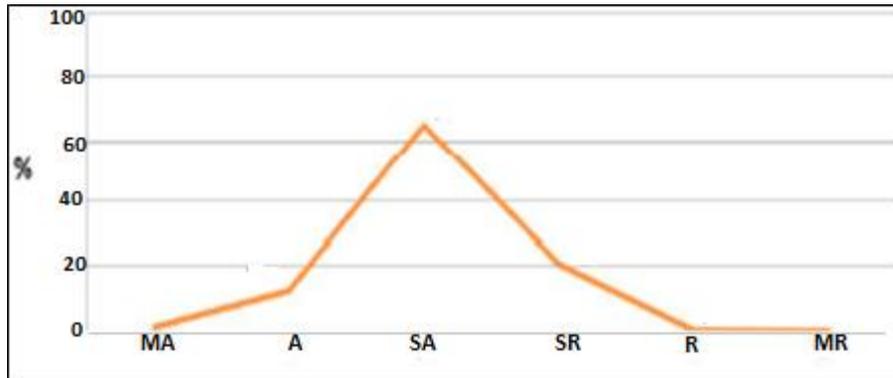
Apéndice C.1 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM1. Según Powers.



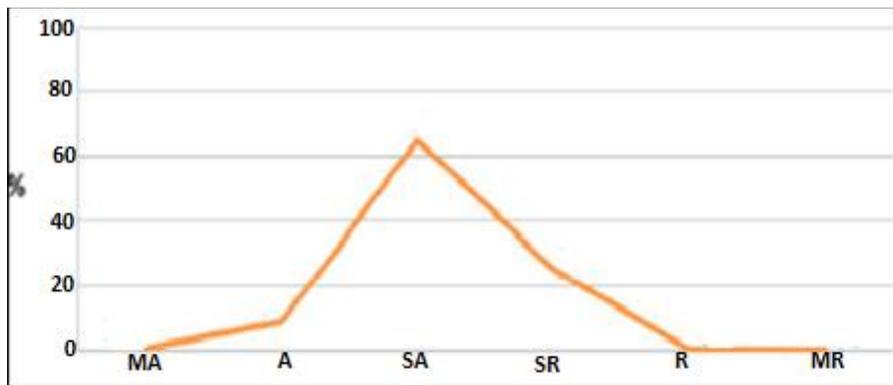
Apéndice C.2 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM2. Según Powers.



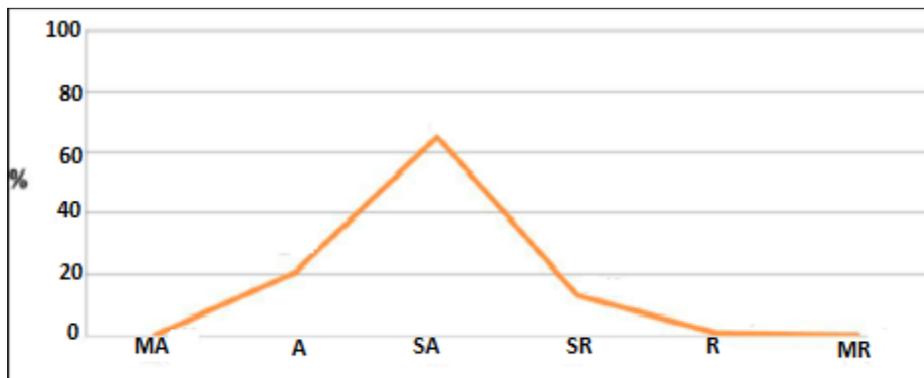
Apéndice C.3 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM3. Según Powers.



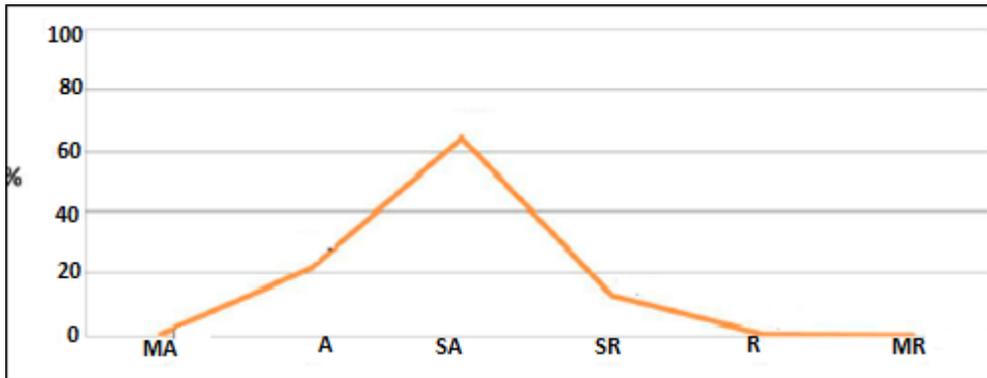
Apéndice C.4 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M1. Según Powers.



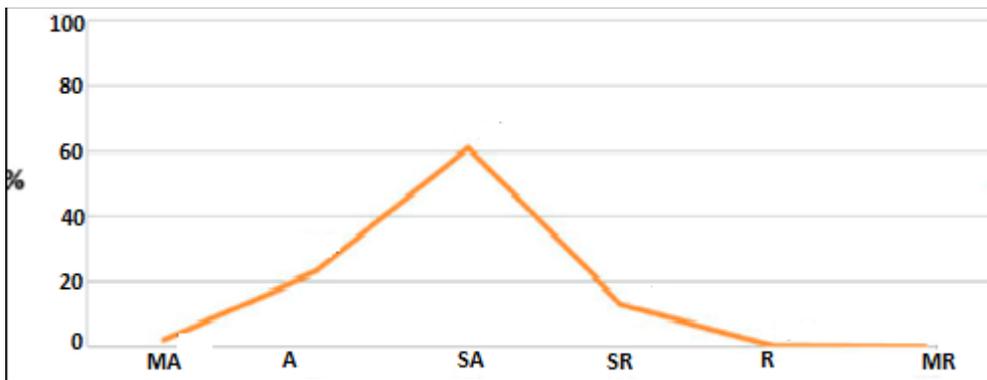
Apéndice C.5 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M2. Según Powers.



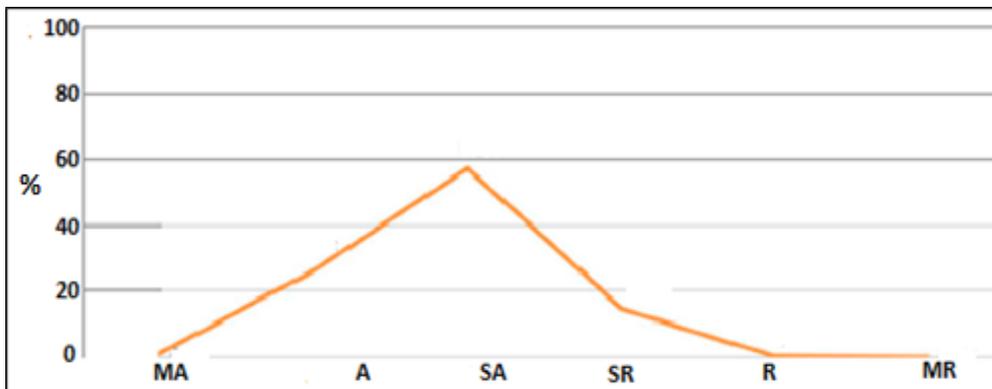
Apéndice C.6 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M3. Según Powers.



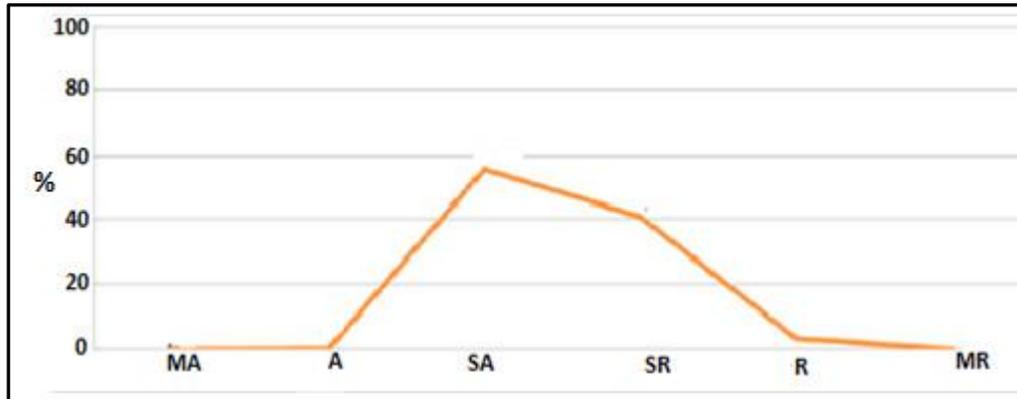
Apéndice C.7 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M4. Según Powers.



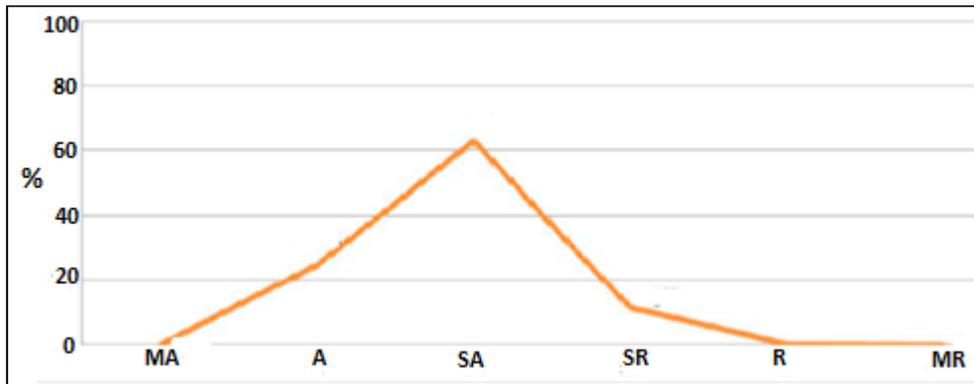
Apéndice C.8 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M1. Según Powers.



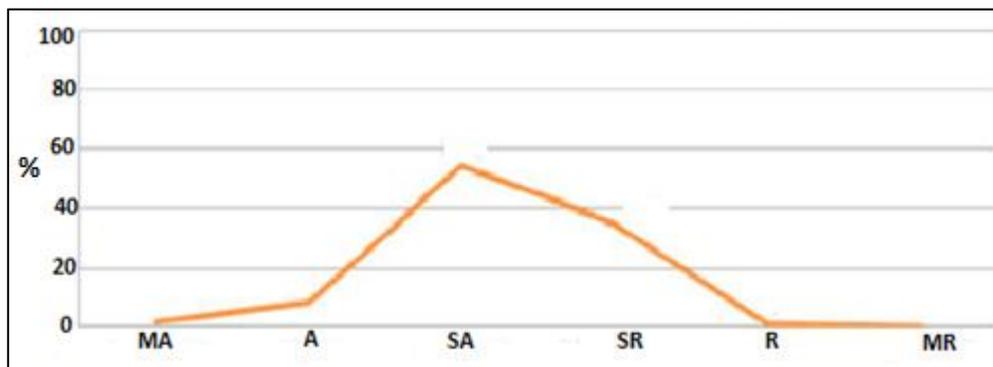
Apéndice C.9 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M2. Según Powers.



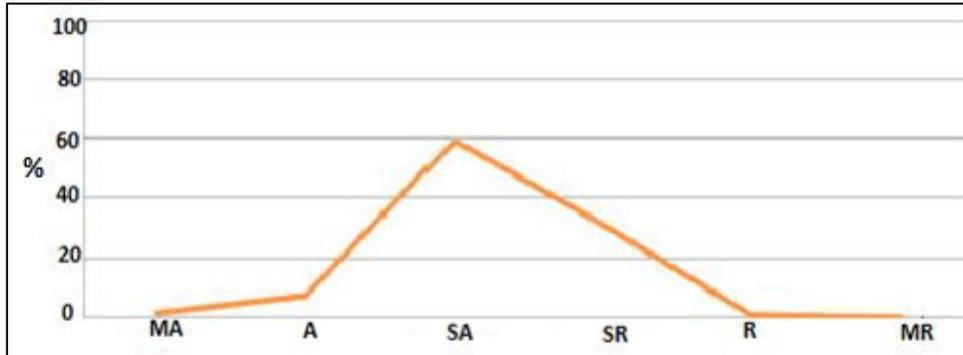
Apéndice C.10 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M3. Según Powers.



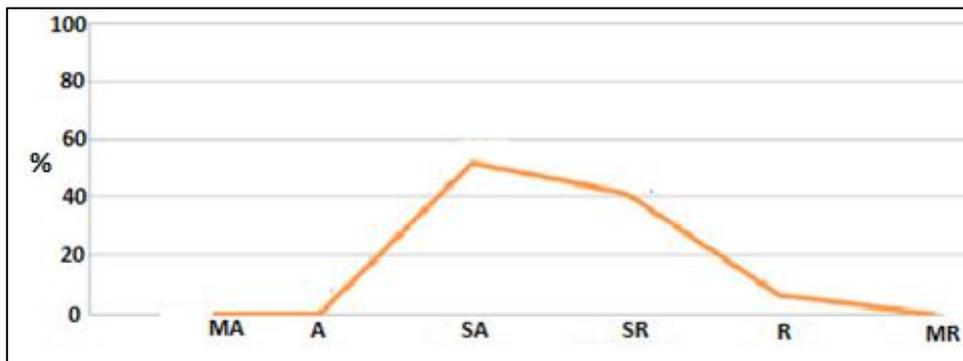
Apéndice C.11 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M4. Según Powers.



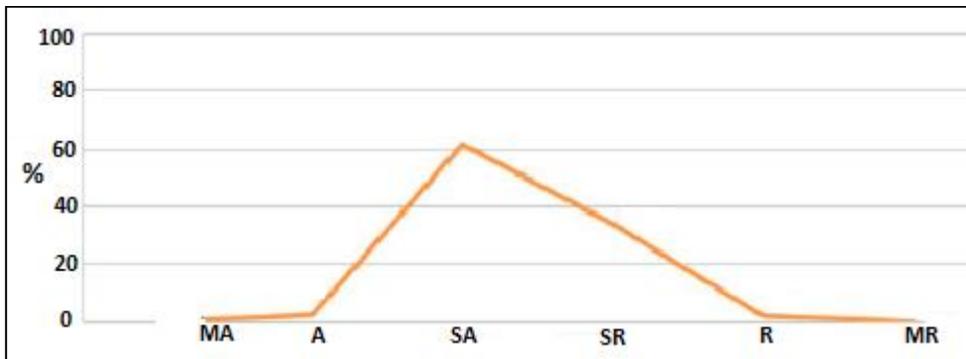
Apéndice C.12 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M1. Según Powers



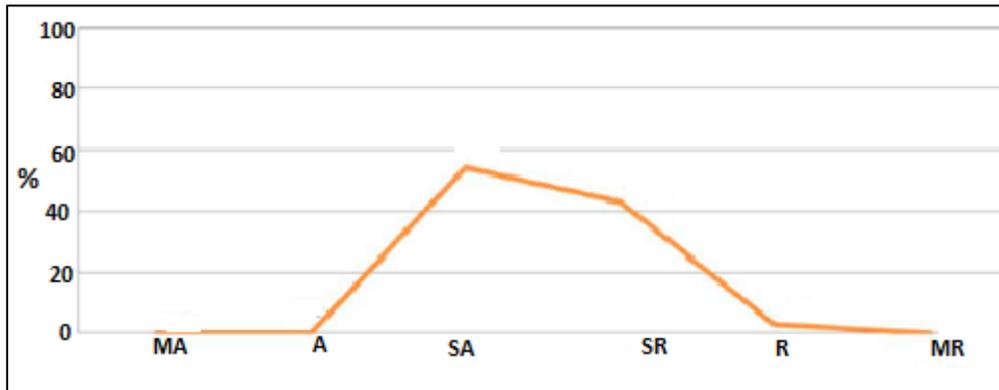
Apéndice C.13 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M2. Según Powers.



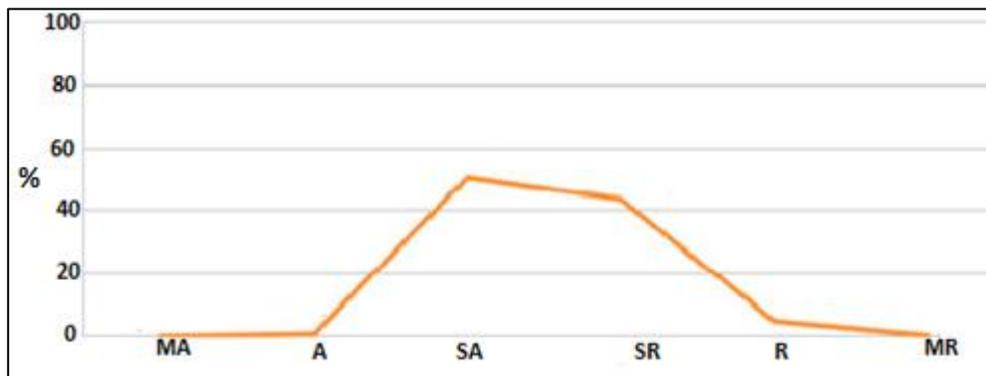
Apéndice C.14 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M3. Según Powers.



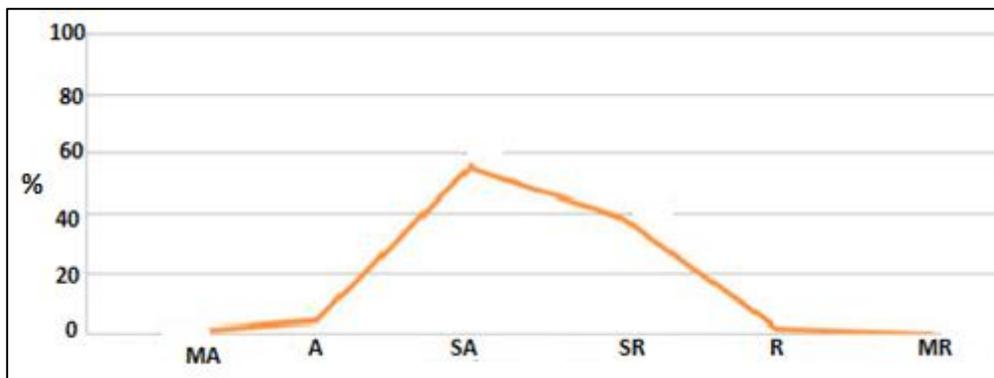
Apéndice C.15 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M4. Según Powers.



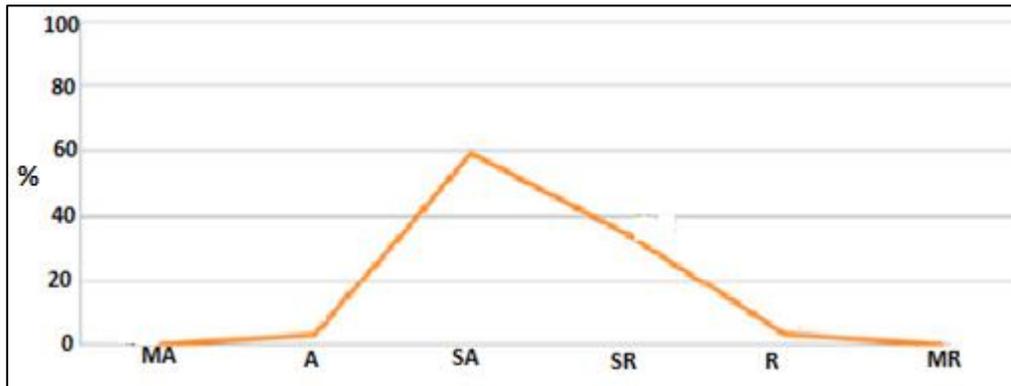
Apéndice C.16 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M1. Según Powers.



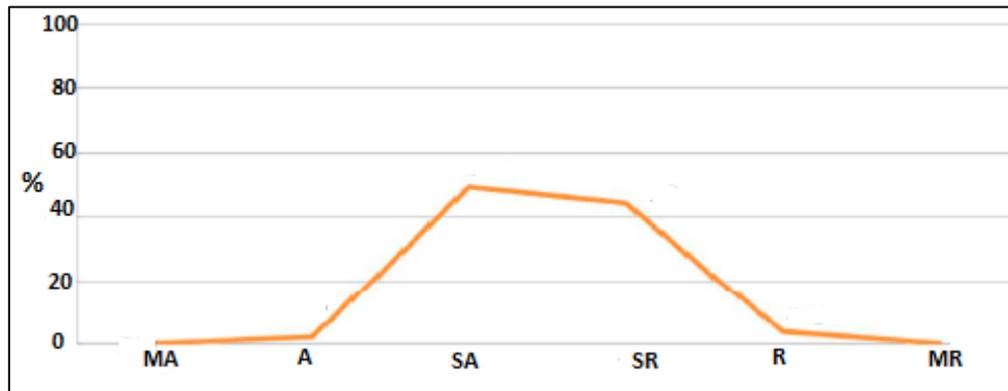
Apéndice C.17 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M2. Según Powers.



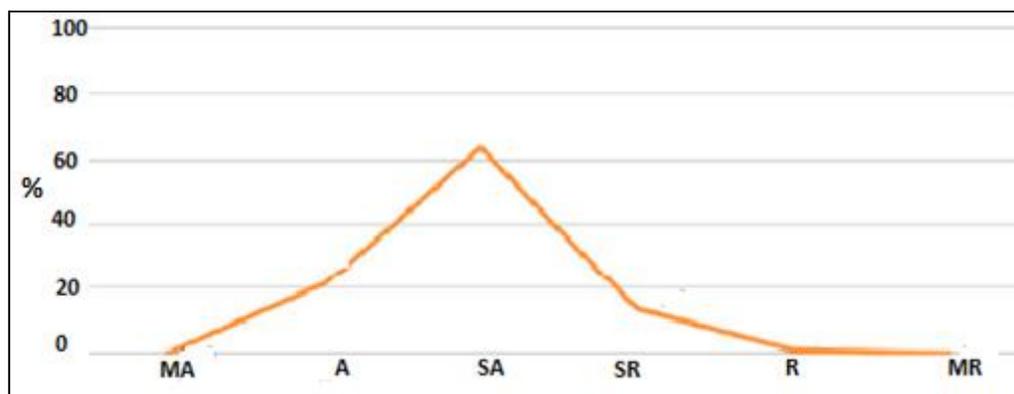
Apéndice C.18 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M3. Según Powers.



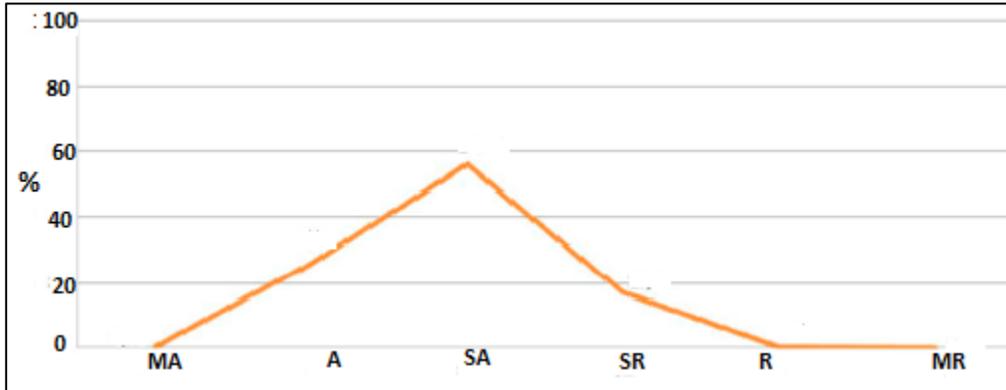
Apéndice C.19 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C3M1. Según Powers.



Apéndice C.20 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C3M2. Según Powers.



Apéndice C.21 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T3M1. Según Powers



Apéndice C.22 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T3M2. Según Powers.

## **APÉNDICE D**

**ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. DIAGRAMAS DE CLASIFICACIÓN DE  
FORMA DE LAS PARTÍCULAS POR LOS MÉTODOS DE ZINGG Y DE  
SNEED Y FOLK**

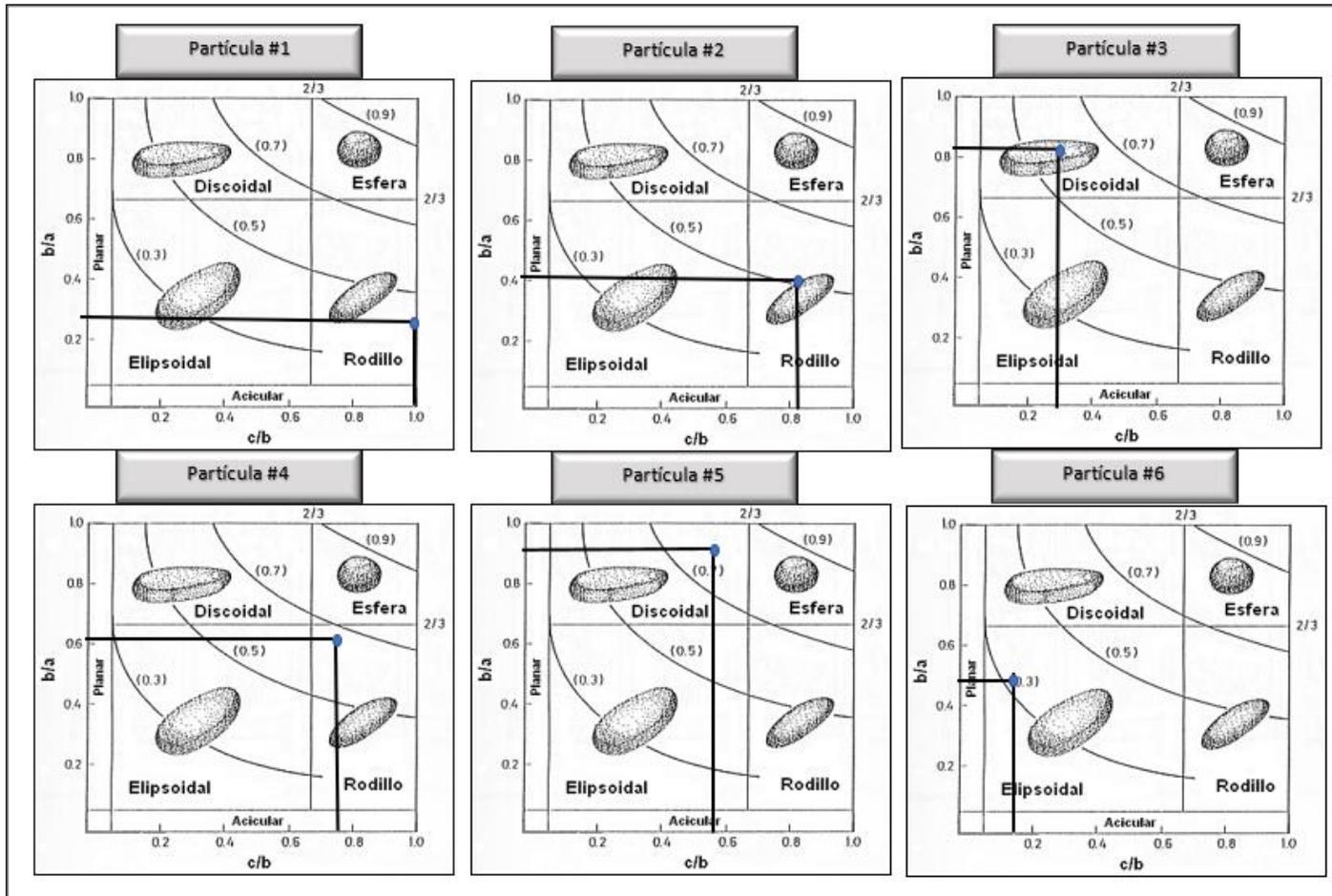


Figura D.1 Clasificación de la forma de las gravas de la muestra FCM1. Según Zingg.

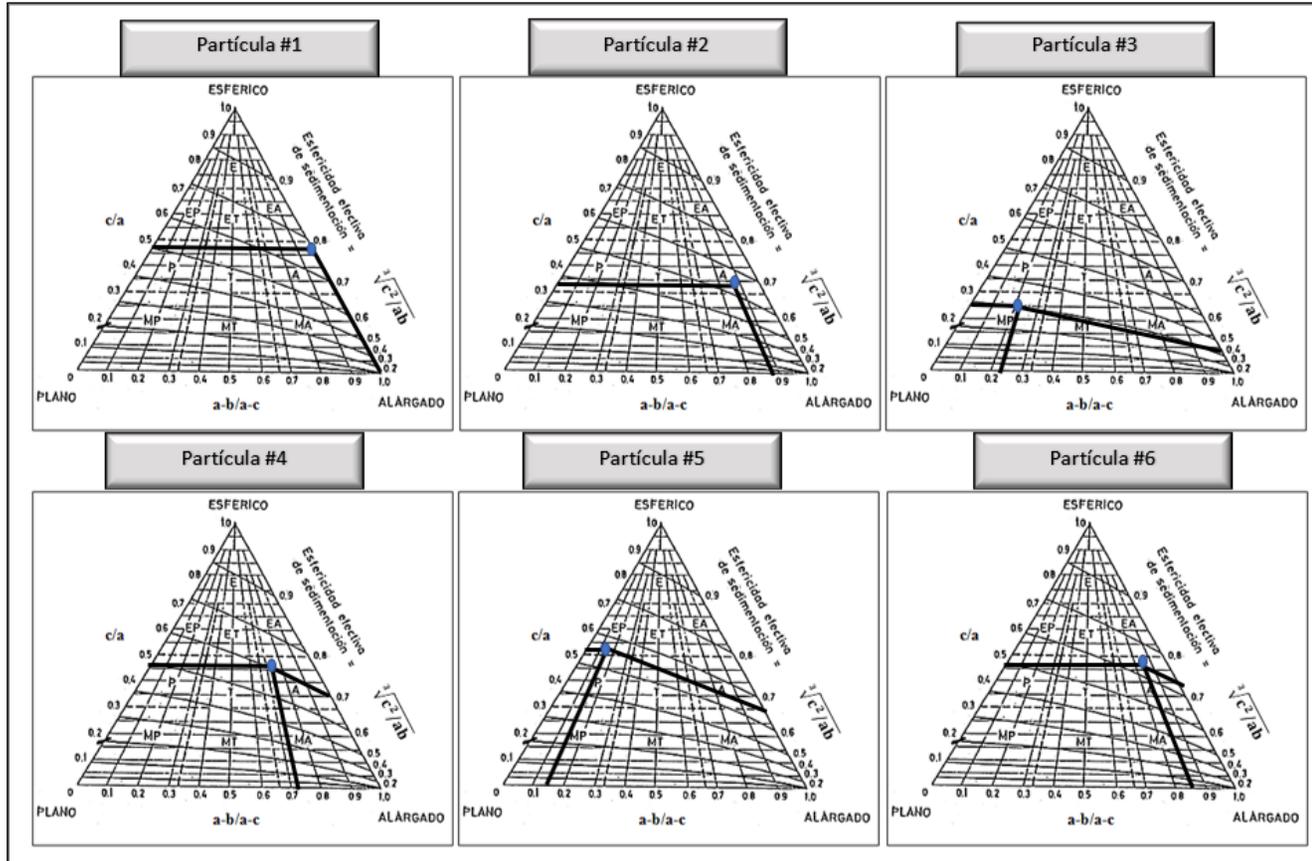


Figura D.2 Clasificación de la forma de las gravas de la muestra FCM1. Según Sneed y Folk.

## **ANEXO**



