

**CARACTERIZACION SEDIMENTOLOGICA DEL SEGMENTO ORGANOS DE
LA FORMACIÓN BUCARAMANGA EN EL SECTOR DEL ANILLO VIAL DEL
MUNICIPIO DE GIRÓN DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

**ANDERSON FABIAN GARNICA SUAREZ
LUIS GABRIEL NIÑO PINTO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2015

**CARACTERIZACION SEDIMENTOLOGICA DEL SEGMENTO ORGANOS DE
LA FORMACIÓN BUCARAMANGA EN EL SECTOR DEL ANILLO VIAL DEL
MUNICIPIO DE GIRÓN DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

**ANDERSON FABIAN GARNICA SUAREZ
LUIS GABRIEL NIÑO PINTO**

Trabajo de Grado para Optar al título de Geólogo

**Director:
GUILLERMO VARGAS PIESCHACON
Geólogo**

**Co-Director:
VICTOR MANUEL CABALLERO ORTIZ
Geólogo Msc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría, paciencia y capacidad para superar cada una de las etapas propuestas para este proyecto.

A mis padres Pedro Garnica P. y Olga Suárez V., por su incondicional apoyo durante toda mi carrera, ya que siempre creyeron en mí, estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos para celebrar conmigo mis triunfos y para ayudarme a superar mis derrotas.

A mis hermanos que siempre creyeron en mí, me apoyaron y confiaron en que sería capaz de cumplir mi meta de ser un profesional.

A mis profesores de carrera Hernando Mendoza, Francisco Velandia, que gracias a sus enseñanzas me siento un profesional altamente capacitado para ejercer mi profesión.

FABIÁN GARNICA SUÁREZ

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mis padres especialmente a mi madre que estuvo siempre a mi lado brindándome su mano amiga, dándome a cada instante una palabra de aliento y por ser la persona que siempre confió en mí. A mi hermana y hermanos que fueron fuente de luz convirtiéndose en pilares fundamentales para mi formación profesional y personal a quienes les debo muchas cosas, quienes han vivido de cerca los distintos procesos de mi vida como en los momentos felices y tristes que todo ser humano experimenta en la vida. A mi esposa e hijo por permitirme tener una familia que siempre me alienta a seguir forjando un destino y por darme el apoyo necesario en cada instante. Definitivamente esta tesis se la dedico a mi familia por darme el apoyo y comprensión necesaria para haber culminado de la mejor manera este proyecto.

Así mismo se la dedico a nuestro director del proyecto por su orientación, enseñanzas y consejos durante todas las etapas desarrolladas y en el cumplimiento de este. A los profesores que fueron partícipes de esta etapa culminada, especialmente a los calificadores por sus críticas constructivas que lograron enriquecer este libro. A todos los compañeros y amigos que durante la fase de estudiante estuvieron presentes en los buenos y malos momentos.

LUIS GABRIEL NIÑO PINTO

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al profesor y geólogo. Guillermo Vargas por su apoyo, orientación y enseñanzas durante todas las etapas desarrolladas en este proyecto.

Al técnico Luis Eduardo Garrido por la asistencia prestada durante la etapa de preparación de muestras y realización de láminas delgadas.

A la Empresa Petroco S.A y a los dueños de las bodegas de la Dinastía por el acceso a los afloramientos que comprenden zonas restringidas para uso privado.

A Edgar Rojas por las imágenes satelitales suministradas.

A la Escuela de Ingeniería Civil por el acceso a los laboratorios de granulometría y a su vez al técnico German que nos orientó y apoyó en el desarrollo de este.

A la Escuela de Geología y especialmente al comité de trabajos de grado por su eficiencia en los trámites necesarios para la programación de la sustentación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2. OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3. GENERALIDADES	23
3.1. LOCALIZACION	23
3.2. VIAS DE ACCESO	23
3.3. FISIOGRAFIA Y CLIMA	24
4. METODOLOGÍA	26
4.1. FASE DE PRECAMPO O RECOPIACION BIBLIOGRAFICA	26
4.2. FASE DE CAMPO	27
4.2.1. Descripción del afloramiento	27
4.2.2. Elaboración de Columna Estratigráfica	28
4.2.3. Conteo de clastos	28
4.2.4. Recolección de muestras de mano	29
4.3. FASE DE LABORATORIO Y OFICINA	29
4.3.1. Ensayos Granulométricos	29
4.3.2. Descripción de muestras de mano	30
4.3.3. Tratamiento Estadístico	32
4.4 ELABORACIÓN DE LIBRO	32
5. MARCO TEÓRICO	34
5.1. GENERALIDADES DE LOS ABANICOS ALUVIALES	38
5.2. ABANICO ALUVIAL DE BUCARAMANGA	41
5.3. ESTRATIGRAFIA DE LA TERRAZA DE BUCARAMANGA	46

5.3.1. Miembro Pre-órganos	46
5.3.2. Miembro órganos	47
5.3.3. Miembro Finos	48
5.3.4. Miembro Gravoso	48
5.3.5. Miembro Limos Rojos	49
5.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	50
5.4.1. Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta	51
5.4.2. Sistema de Fallas del Suarez	52
6. RESULTADOS	53
6.1. DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS	54
6.1.1. Columna Estratigráfica Sector PETROCO S.A (AF 1).	54
6.1.2. Columna Estratigráfica Sector PETROCO S.A – 2 (AF 2)	56
6.1.3. Columna Estratigráfica Sector la Dinastía	58
6.1.4. Columna Estratigráfica Sector Gravas	61
6.1.5. Columna Estratigráfica en el Sector de SEVICOL	63
6.2. PETROGRAFIA (MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA)	66
6.3. CONTEO DE CLASTOS	82
6.4. ENSAYOS GRANULOMETRICOS	87
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	93
7.1. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	93
7.2. CONTEOS DE CLASTOS	100
7.3. ENSAYOS GRANULOMETRICOS	106
7.4. PETROGRAFIA	108
8. CONCLUSIONES	110
9. SUGERENCIAS	112
BIBLIOGRAFIA	113

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.	23
Figura 2. Vías de acceso a la zona de estudio.	24
Figura 3. Imagen que muestra cómo se realizó el conteo de clastos, con una malla de 1 metro de área. Ubicada en el Afloramiento 3 (AF3).	28
Figura 4. Materiales utilizados en la realización del ensayo granulométrico. A) Balanza Shimadzu UW82005, Bandeja desechable de papel aluminio. B) Horno digital de precisión Pinzuar modelo PG190. C) Recipiente para almacenar agua, Tamices que van desde el número 2 al 200.	30
Figura 5. Ambientes sedimentarios fluviales, determinados con los parámetros de media y desviación estándar según Folk y Wards (1957).	37
Figura 6. Clasificación textural de rocas clásticas, determinado mediante porcentajes de Grava, Lodo y Arena, según Folk y Ward (1957)	38
Figura 7. Diagrama Esquemático De La Distribución De Facies En El Van Horn Sandstone (Mcgowen Y Groat, 1971).	39
Figura 8. Ubicación y forma del Abanico Aluvial de Bucaramanga, donde se limita la dovela en la cual se deposita el Abanico Aluvial de la Terraza de Bucaramanga. Norte hacia la parte superior de la imagen.	41
Figura 9. Evolución Morfoestructural de la Zona de las Mesas.	44
Figura 10. Geología estructural de la zona de la Terraza de Bucaramanga.	51
Figura 11. Mapa Geológico de la zona de estudio, donde se observa los sitios establecidos para la realización de este proyecto. Tomado y modificado de Mapa Geológico de la zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga.	53
Figura 12. Afloramiento AF 1, sector PETROCO S.A.	54
Figura 13. Columna estratigráfica 1 (AF 1). Sector Petroco S.A.	55

Figura 14. Afloramiento AF 2. Sector PETROCO S.A.	56
Figura 15. Columna estratigrafica 2 (AF 2). Sector Petroco S.A.	57
Figura 16. Afloramiento 3 (AF 3). Sector La Dinastia.	58
Figura 17. Columna estratigrafica 3 (AF 3). Sector La Dinastia	60
Figura 18. Afloramiento 4 (AF 4). Sector Gravas y Triturador de Santander.	61
Figura 19. Columna estratigráfica 4 (AF 4). Sector Gravas y Triturados de Santander.	62
Figura 20. Afloramiento 5 (AF 5). Sector Sevicol.	63
Figura 21. Columna estratigrafica 5 (AF 5). Sector Sevicol.	65
Figura 22. Muestra SEC 2, recolectada en Sevicol (AF 5) estrato 31. A) Muestra de mano SEC 2. B) Seccion delgada de la muestra SEC 2, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 2, nicoles paralelos, ocular 5x.	67
Figura 23. Muestra SEC 3, recolectada en Petroco II (AF 2) estrato 20 A) Muestra de mano SEC 3. B) Seccion delgada de la muestra SEC 3, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 3, nicoles paralelos, ocular 5x	68
Figura 24. Muestra SEC 4, recolectada en Petroco II (AF 2)	69
Figura 25. Muestra SEC 5, recolectada en Petroco II (AF 2)	70
Figura 26. Muestra SEC 6, recolectada en La Dinastia (AF 3)	71
Figura 27. Muestra SEC 7, recolectada en La Dinastia (AF 3)	72
Figura 28. Muestra SEC 8, recolectada en La Dinastia (AF 3)	73
Figura 29. Muestra SEC 9, recolectada en La Dinastia (AF 3) estrato 9 A) Muestra de mano SEC 9. B) Seccion delgada de la muestra SEC 9, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 9, nicoles paralelos, ocular 5x	74
Figura 30. Muestra SEC 10, recolectada en La Dinastia (AF 3) estrato 10 A) Muestra de mano SEC 10. B) Seccion delgada de la muestra SEC 10, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 10, nicoles paralelos, ocular 5x	75

Figura 31. Muestra SEC 11, recolectada en Gravas (AF 4)	76
Figura 32. Muestra SEC 12, recolectada en Gravas (AF 4) estrato 5 A)	
Muestra de mano SEC 12. B) Seccion delgada de la muestra SEC 12, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 12, nicoles paralelos, ocular 5x	77
Figura 33 Muestra SEC 13, recolectada en Petroco (AF 1) estrato 19 A)	
Muestra de mano SEC 13. B) Seccion delgada de la muestra SEC 13, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 13, nicoles paralelos, ocular 5x	78
Figura 34 Muestra SEC 14, recolectada en Petroco II (AF 2) estrato 21 A)	
Muestra de mano SEC 14. B) Seccion delgada de la muestra SEC 14, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 14, nicoles paralelos, ocular 5x	79
Figura 35. Diagramas triangulares para la clasificacion textural y composicional de rocas sedimentarias.	81
Figura 36. Triangulo de Strekeissen para clasificaci3n de rocas 3gneas plut3nicas.	81
Figura 37. Composicion de los clastos en los conteos C1, C2, C3, C4.	83
Figura 38. Diagrama triangular para determinar la clasificacion textural, segun Folk y Wards (1974)	85
Figura 39 Diagrama triangular para determinar la clasificacion textural, segun Folk y Wards (1974)	89
Figura 40. Grafica que muestra el % de Frecuencia Acumulada.	90
Figura 41. Ambientes sedimentarios, para ubicar los resultados de los ensayos granulom3tricos.	92
Figura 42. Correlacion de las 5 columnas estratigraficas elaboradas en el area de estudio	93
Figura 43. Columna estratigrafica generalizada, divida por cada evento que registra de acuerdo a sus niveles de energia.	95

Figura 44. Perfil Geológico-Geofísico 3 – 3`. Perfil se ha realizado en el sentido W – NE. Su localización es prácticamente paralela al valle del río Frío, al sur de la zona de estudio. Tomado de Modelo geológico geofísico con fines hidrogeológicos para el área metropolitana de Bucaramanga.	97
Figura 45. Ubicación de la zona de estudio en el Abanico Aluvial de Bucaramanga. Tomado de Variación de los depósitos dentro de un abanico aluvial.	98
Figura 46. Distribucion en relacion a tamaño y composicion de los conteos de clastos C1, C2, C3, C4	100
Figura 47. Diagrama esquemático de la relación de la distancia de transporte de los clastos desde la posible área fuente.	102
Figura 48. Modelo de elevación donde se delimita el abanico aluvial de Bucaramanga y la zona de influencia de los clastos.	103
Figura 49. Mapa geologico de Santander, donde se limita la posible area de proveniencia de los clastos del abanico aluvial de Bucaramanga.	105
Figura 50. Diagrama de cada uno de los ambientes sedimentarios obtenidos en los ensayos granulometricos: A) Abanico aluvial. B) Fluvial-Playa. C) Fluvial	107
Figura 51 A) Muestra SEC 3. B) Muestra SEC 4.	108

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 .Ubicación de los afloramientos.	27
Tabla 2. Valores de desviación estándar, propuestos por Folk y Ward (1974) en Pierson and Scott (en Hurtado y Murcia).	35
Tabla 3. Escala de asimetrías de Folk y Ward (1974).	35
Tabla 4. Escala de Kurtuosis, Folk y Ward (1957).	36
Tabla 5. Fórmulas utilizadas en el tratamiento estadístico de los conteos de clastos y ensayos granulométrico	37
Tabla 6. Clasificación Textural y Composicional de las muestra sec1, sec2, sec3, sec4, sec5, sec6, sec7, sec8, sec9, sec10, sec11.	80
Tabla 7. Composición de los clastos en el conteo 1 (C1).	82
Tabla 8. Tamaños de los clastos en el Conteo 1 (C1)	84
Tabla 9. Clasificación textural de los clastos en los conteos C1, C2, C3, C4	84
Tabla 10. Percentiles utilizados para determinar los parámetros estadísticos propuestos por Folk y Wards (1974)	86
Tabla 11 Parámetros estadísticos propuestos por Folk (1974), para los conteos C1, C2, C3, C4	86
Tabla 12. Datos de diámetro, frecuencia, % frecuencia, % frecuencia acumulada de la muestra AF1.1, que registra la distribución del tamaño de los sedimentos en un ensayo granulométrico.	87
Tabla 13. Clasificación textural de los sedimentos analizados en el ensayo granulométrico para cada una de las muestras	88
Tabla 14. Percentiles para los parámetros de Folk y Wards (1974), muestra AF1.1	90
Tabla 15 Parámetros estadísticos propuestos por Folk y Wards (1974)	91
Tabla 16 Muestras de ensayo granulométrico según su ambiente sedimentario	92

Tabla 17. Litología y ambiente sedimentario de las muestras analizadas en ensayos granulométricos.

106

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL SEGMENTO ORGANOS DE LA FORMACIÓN BUCARAMANGA EN EL SECTOR DEL ANILLO VIAL DEL MUNICIPIO DE GIRÓN DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

AUTORES: GARNICA SUAREZ, ANDERSON FABIÁN
NIÑO PINTO, LUIS GABRIEL**

PALABRAS CLAVE:

Abanico de Bucaramanga, Miembro Órganos, Sedimentología, granulometría, conteo de clastos, petrografía, estadística.

DESCRIPCION:

La Formación Bucaramanga está compuesta por 5 miembros que de base a techo son: Miembro Preorganos (Antiguo Calcáreo), Miembro Órganos, Miembro Finos, Miembro Gravoso y Miembro Limos rojos. De tal forma se realizó esta investigación en el Miembro Órganos. Estudios realizados anteriormente en esta zona, enmarcaron a la Formación Bucaramanga como un abanico aluvial, con una depositación que ocurrió en el cuaternario, donde señalan al Macizo de Santander como principal área fuente.

Mediante estudios de conteo de clastos, ensayos granulométricos, se determinó a través del uso de parámetros estadísticos propuestos por Folk y Wards (1957), el tamaño de grano que predomina en la unidad estratigráfica, el ambiente de depositación de la zona de estudio, así mismo complementando estos estudios, se determinó la caracterización composicional y textural de la zona mediante petrografía macroscópica y microscópica, en donde se establece la posible área fuente de todos los clastos analizados. También se elaboró una columna estratigráfica en cada afloramiento analizado de la zona de estudio, con el objetivo de correlacionarlas, generando así una columna generalizada mediante continuidad lateral lo más detallada posible, en que se diferencian el Miembro Órganos Superior y el Miembro Órganos Inferior que fue determinada mediante eventos energéticos presentados al momento de la depositación.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacón. Co-Director: Victor Manuel Caballero.

ABSTRACT

TITLE: SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ORGANOS SEGMENT OF BUCARAMANGA'S FORMATION IN ANILLO VIAL, GIRON SANTANDER.*

AUTHORS: GARNICA SUAREZ, ANDERSON FABIAN
NIÑO PINTO, LUIS GABRIEL**

KEYWORDS:

Alluvial fans, Órganos member, sedimentology, granulometry, count clasts, petrography, statistics.

DESCRIPTION:

The Bucaramanga formation is composed of five members from base to top: Preorganos member (Old calcareous), Organos member, Fino Member, Gravoso member and Finos rojos member. The Bucaramanga formation is composed of five members from base to top: Preorganos member (Old calcareous), Organos member, Fino Member, Gravoso member and Finos rojos member. This research was carried out in the Organos Member. Previous studies in this area, framed to Bucaramanga formation as an alluvial fan with a deposition that occurred in the Quaternary, where show Santander's massif as the main source area.

Through clasts count studies, sieve tests, it was determined through the use of statistical parameters proposed by Folk and Wards (1957), the grain size that dominates the stratigraphic unit, the depositional environment of the study area, also complementing these studies, it was determined the compositional and textural characterization of the area through macroscopic and microscopic petrography, where the possible influence area of all analyzed clasts is established. A stratigraphic column was also developed in each outcrop analyzed of the study area, in order to correlate them, thus developing a generalized column by lateral continuity as detailed as possible, where difference upper Organos member and lower Organos member which was determined through energetic events presented at the depositional time.

* Grade work

** Phisicochemicals engineerings faculty, Department of Geology Director: Guillermo Vargas Pieschacón. Co-Director: Victor Manuel Caballero.

INTRODUCCIÓN

La Formación Bucaramanga, es una unidad sedimentaria comprendida por los miembros: PreÓrganos, Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos, que se encuentran definidos como un abanico aluvial de edad Cuaternaria Niño y Vargas¹. Este trabajo se enfoca esencialmente en el miembro Órganos, donde se hizo una caracterización sedimentológica adecuada.

El proyecto pretende complementar y actualizar el conocimiento de la geología y génesis del abanico de Bucaramanga, para un mayor entendimiento de la evolución de este abanico aluvial.

La zona de estudio se localiza al norte y sur del Anillo vial que comunica a los municipios de Floridablanca y Girón, Santander, En este sector se levantaron 5 columnas estratigráfica y realizaron análisis estratigráficos que incluyeron: conteos de clastos (composición y tamaño), ensayos granulométricos, tratamiento estadístico, descripción textural y composicional mediante análisis petrográfico (macroscópicamente y microscópicamente), las columnas estratigráfica se correlacionaron para obtener una columna generalizada de la base del miembro Órganos.

¹ NIÑO, Aura Enidia; VARGAS P, Guillermo. Neotectónica al norte de Bucaramanga. Facies UIS Vol 2 Nos. 1 y 2, 1993.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el área metropolitana de Bucaramanga se ha definido la Formación Bucaramanga como la principal secuencia estratigráfica que conforma la terraza de Bucaramanga, E Hubach, (1952) propuso para la Formación Bucaramanga los miembros Órganos y Finos, Porta² propuso los siguientes niveles: a) Un paquete inferior con más de 150 m de espesor, conformado por niveles discontinuos de gravas, clasto soportado, con lentes arenosos intercalados; b) Una capa relativamente delgada de 10 a 18 m de espesor, ubicada en la parte intermedia a alta, compuesta de sedimentos arcillosos, la cual se extiende por una buena parte de la terraza; y c) Un nivel superior de 8 a 15 m de espesor, constituido por una mezcla de fragmentos angulares gruesos y finos arenosos y Niño y Vargas³, proponen 5 miembros definidos de base a techo como: Calcáreo, Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos.

La caracterización sedimentológica de la Base del Segmento Órganos mejora el modelo de deposición, aclarando la génesis y ambiente de deposición de este segmento.

² DE PORTA, J. 1958. La Terraza de Bucaramanga. Boletín de Geología. vol. 3. p. 5-13. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

³ *Ibíd.*

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una caracterización sedimentológica al segmento Órganos de la Formación Bucaramanga, que aflora en los taludes del sector norte del Anillo vial, que comunica al municipio de Floridablanca con el municipio de Girón.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

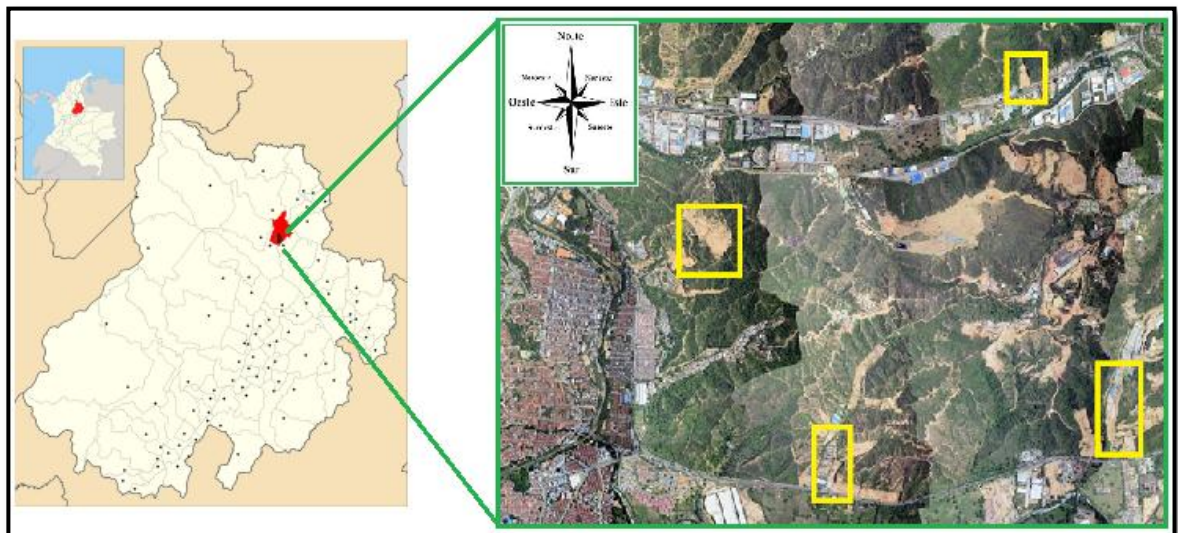
- Elaborar columnas estratigráficas de la zona de estudio
- Caracterizar sedimentológicamente los niveles estratigráficos identificados en la base del Miembro Órganos mediante análisis granulométricos que incluyen conteo porcentual de sedimentos en las capas conglomeráticas, determinando sus características físicas y químicas de manera macroscópica y ensayos granulométricos de los materiales más finos presentes en el Miembro Órganos.
- Realizar un estudio estadístico con los resultados obtenidos en el conteo porcentual de sedimentos y los ensayos granulométricos.
- Determinar el ambiente de formación de este segmento de acuerdo con los resultados del estudio estadístico empleando los parámetros establecidos por Folk y Wards 1957.

3. GENERALIDADES

3.1. LOCALIZACION

La zona de estudio se encuentra ubicada en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga, Santander, por el sector del Anillo Vial que comunica a los municipios de Floridablanca-Girón, Girón-Bucaramanga, donde se inicia en el punto referenciado N: 7°03'59,4", W: 73°08'05,8" y finaliza en el punto N: 7°05'04,95", W: 73°08'22", ver figura 1.

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



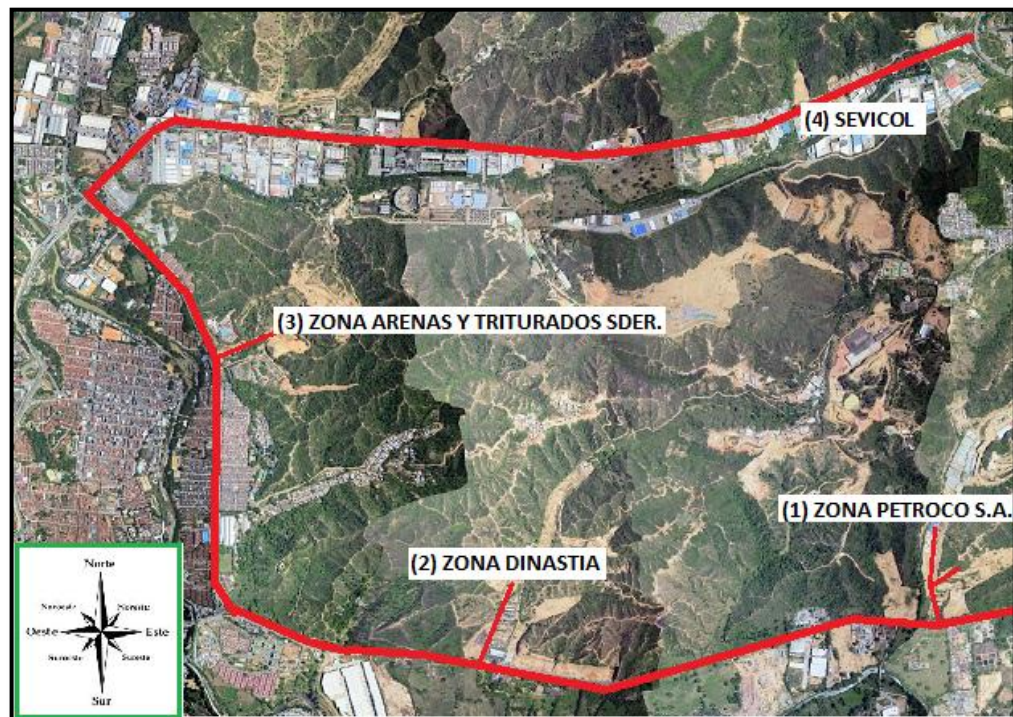
Fuente: Modificado de: ROJAS, Edgar Jesús. Ingeniero Civil. Especialista en SIG. INCER SAS. Imagen aérea. Bucaramanga. 2015

3.2. VIAS DE ACCESO

El acceso a la zona de estudio, se puede hacer por el anillo vial, unos de los principales corredores viales de la ciudad de Bucaramanga, Santander, el cual

nos permite un fácil acceso a los afloramientos estudiados, que cuentan con vías secundarias muy accesibles, donde se encuentran 4 puntos de estudio: (1) Zona PETROCO S.A., Km 5.5 vía Girón- Floridablanca, Santander, (2) Zona LA DINASTIA, Km 4 vía Girón-Floridablanca, Santander, (3) Zona ARENAS Y GRAVAS DE SANTANDER S.A.S., Carrera 17 con Calle 45, Rincón de Girón, Girón, Santander, (4) Zona SEVICOL, Km. 4 vía Girón-Bucaramanga, Santander. Ver figura 2.

Figura 2. Vías de acceso a la zona de estudio.



Fuente: Modificado de: ROJAS, Edgar Jesús. Ingeniero Civil. Especialista en SIG. INCER SAS. Imagen aérea. Bucaramanga. 2015

3.3. FISIOGRAFIA Y CLIMA

“El clima en la zona de estudio es cálido seco, con temperaturas promedio de 30°C. El clima se caracteriza por presentar una precipitación anual promedio de

1279 mm. El régimen de lluvias está distribuido en dos períodos secos y dos lluviosos. Los períodos secos comprenden los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto. Los períodos lluviosos se distribuyen en los meses de abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre”. IDEAM (2010).

4. METODOLOGÍA

Para la **Caracterización Sedimentológica del Segmento Órganos de la Formación Bucaramanga**, se estructuró una metodología comprendida en tres fases: (1) fase de pre campo o recopilación bibliográfica (2) fase de campo (3) fase de laboratorio y de interpretación de datos.

4.1. FASE DE PRECAMPO O RECOPIACION BIBLIOGRAFICA

En esta fase se recopila toda la información relacionada con el tema a tratar, para ello se utilizaron las siguientes herramientas:

- Visita a la zona de estudio con el director del proyecto de grado, para determinar los mejores afloramientos y distribuir el trabajo según sea necesario.
- Base de datos de la Universidad Industrial de Santander, para obtener artículos y trabajos investigativos realizados en el área de estudio, tesis de grado recientemente realizadas.
- Base de datos del Servicio Geológico Colombiano, para la obtención de mapas bases generados a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Entrenamiento en el manejo del programa Global Mapper y Arcgis, para la digitalización de mapas de la zona de estudio.
- Recopilar información acerca de los métodos a utilizar para la interpretación de los datos obtenidos en campo, como la descripción de muestras a nivel macro y micro, metodología para realizar el tratamiento estadístico de los ensayos granulométricos y los conteos de clastos; se planifica el trabajo y se elabora el cronograma de actividades a seguir.

- Como conclusión de esta etapa se definieron 5 afloramientos para realizar esta investigación, para el nombre se utilizó la nomenclatura AF n, siendo n el número del afloramiento, y de la misma forma se realizó la marcación de la muestra Ver Tabla 1.

Tabla 1 .Ubicación de los afloramientos.

Afloramiento	Ubicación	Coordenada N	Coordenada W
AF 1	Anillo vial Floridablanca - Girón, sector Petroco	07°03'59,6"	73°08'05,8"
AF 2	Anillo vial Floridablanca - Girón, sector Petroco	07°04'04,9"	73°08'05,3"
AF3	Anillo vial Floridablanca - Girón, sector Bodegas la Dinastia	07°03'50,4"	73°09'08,6"
AF4	Anillo vial Floridablanca - Girón, sector Rincon de Girón, Gravas Santander	07°4'32,63"	73°09'42,63"
AF 5	Anillo vial Bucaramanga - Girón, sector Sevicol Ltda.	07°05'09,5"	73°08'22"

4.2. FASE DE CAMPO

Comprendió las siguientes actividades: Descripción del afloramiento, elaboración de columna estratigráfica, realización del conteo de clastos, recolección de muestras de mano.

Materiales utilizados: Malla metálica 1*1 metro, Martillo, Brújula, Lupa de 10x y 30x, Decámetro de 50 metros, Libreta de campo, Cinta de empapelar, Bolsas para empacar muestras, GPS.

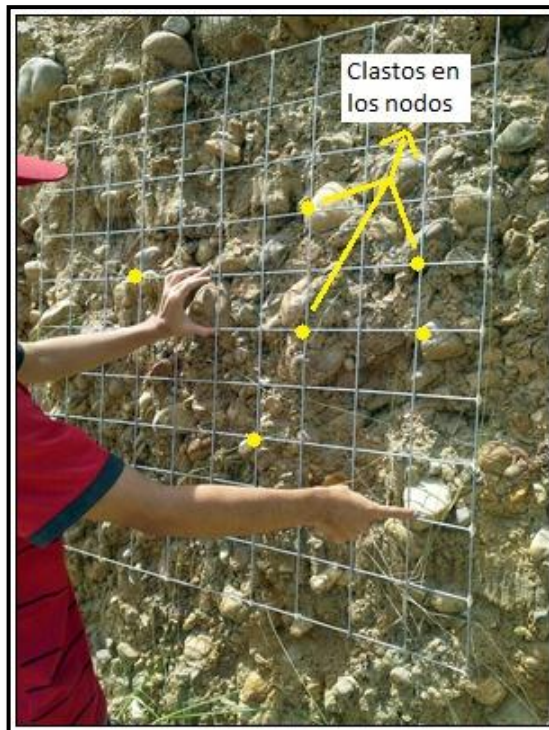
4.2.1. Descripción del afloramiento. Se identificaron los niveles estratigráficos y para cada uno de estos se describió: El tipo de estratificación, la distribución y

estructuras presentes en cada capa, la presencia de evidencias tectónicas como fallas, pliegues, diaclasas y registrarlas.

4.2.2. Elaboración de Columna Estratigráfica. Se midieron los espesores con un decámetro, se registraron las características de cada estrato (color, estructuras, diaclasas, litología).

4.2.3. Conteo de clastos. Se realizó en las capas conglomeráticas de cada afloramiento estudiado, en el cual con una malla de un metro por área, con separaciones de 10 cm, de forma horizontal y vertical, se describió cada clasto ubicado en cada uno de los nodos de la malla; estos clastos fueron descritos en composición y tamaño, basándonos en la tabla de tamaño de grano de Wentworth, Caballero y Cruz (2007).

Figura 3. Imagen que muestra cómo se realizó el conteo de clastos, con una malla de 1 metro de área. Ubicada en el Afloramiento 3 (AF3).



En cada capa se realizaron un total de 15 conteos de 121 puntos cada uno por cada capa conglomerática, dejando un total de 1815 puntos, lo cual es un número significativo para la veracidad de nuestro análisis. (Ver Anexo 1).

4.2.4. Recolección de muestras de mano. Se recolectaron 14 muestras de mano, de los tamaños superiores a 5 cm y se les hizo una descripción en el afloramiento en cuanto a composición y textura de acuerdo con el método propuesto por Caballero y Cruz⁴, Guía de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos. A 8 muestras de se les realizó sección delgada.

De la matriz y niveles finos se tomaron 17 muestra de 1 Kilogramo para la realización de ensayos granulométricos.

4.3. FASE DE LABORATORIO Y OFICINA

Se realizaron los ensayos granulométricos, descripción de muestras en mano, elaboración y descripción de sección delgada, tratamiento estadístico de los datos obtenidos en el conteo de clastos y ensayos de granulometría y posterior descripción del libro.

4.3.1. Ensayos Granulométricos. Se realizaron en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil, ubicados en el edificio Álvaro Beltrán.

En total fueron 17 muestras a las que se les realizó ensayos de granulometría, el cual se basó en la norma INV-E-123 de INVIAS. Para el desarrollo de esta actividad se utilizó:

⁴ CRUZ GUEVARA, Luis Enrique. CABALLERO, Víctor Manuel. Guías de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos, 2007.

- Bandejas desechables de papel aluminio.
- Báscula Shimadzu modelo UW82005.
- Horno Digital de Precisión Pinzuar modelo PG190.
- Recipiente para almacenar agua.
- Tamices que van desde el numero 2 al 200.

Figura 4. Materiales utilizados en la realización del ensayo granulométrico. A) Báscula Shimadzu UW82005, Bandeja desechable de papel aluminio. B) Horno digital de precisión Pinzuar modelo PG190. C) Recipiente para almacenar agua, Tamices que van desde el número 2 al 200.



4.3.2. Descripción de muestras de mano. Esta descripción se realizó en dos etapas: (1) Descripción de muestras en tamaño macroscópico, para lo cual se utilizó una lupa con aumento de 10X y 30X, en la que para su completa descripción se usó como referencia la metodología propuesta por Caballero y Cruz⁵ en la Guía de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos, donde se basa en la textura y composición de la roca así:

⁵ Ibid.

Textura:

- Tamaño de los granos.
- Esfericidad y redondez.
- Selección o calibrado de las partículas.
- Fabrica (armazón, matriz y cemento).
- Contacto entre partículas.
- Clasificación textural, de acuerdo al Diagrama triangular para la clasificación textural, particularmente tamaño de grano, de las rocas siliciclásticas o terrígenas, Folk (1974).

Composición:

- “Descripción composicional de la roca, utilizando el Diagrama triangular para la clasificación composicional de las areniscas”. Folk (1974) en Caballero y Cruz⁶
- Completar los datos basándonos en la Tabla 4.2 Porcentaje de los componentes de una roca sedimentaria. Tomada de Caballero y Cruz (2007). LABORATORIO No 2 GUÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ROCASTERRÍGENAS Parte II: COMPOSICIÓN.
- Determinar el nombre composicional de la roca integrado con el textural.

(2) Descripción de muestras en sección delgada, el cual se utilizó un microscopio de luz transmitida marca Nikon Eclipse E200/50PO con cámara y pantalla incorporada, ubicado en los laboratorios de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, en donde para su descripción completa se usó como referencia el Atlas en Color de Rocas y Minerales en Lamina Delgada Mackenzie, W. S. Adams, A. E.⁷, Guía de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos Caballero y Cruz⁸, Manual de Laboratorio de Petrología Ígnea García R. (1997).

⁶ CRUZ GUEVARA, Luis Enrique. CABALLERO, Víctor Manuel. Op. Cit.

⁷ MACKENZIE, W. S. ADAMS, A. E. Atlas en Color de Rocas y Minerales en Lámina Delgada, 1997.

⁸ CRUZ GUEVARA, Luis Enrique. CABALLERO, Víctor Manuel. Op. Cit.

4.3.3. Tratamiento Estadístico. Los resultados obtenidos en el conteo de clastos y ensayos de granulometría fueron tabulados en una hoja de Excel para realizar un tratamiento estadístico así:

- Se procedió a obtener la frecuencia y el porcentaje acumulado, en relación al tamaño de grano y a la composición.
- Elaboración de graficas de porcentaje de frecuencia (eje y) vs diámetro de las partículas (eje x), porcentaje acumulado (eje y) vs diámetro de las partículas (eje x).
- Elaboración de diagrama de barras para representar la composición en una gráfica de porcentaje de frecuencia (eje y) vs composición (eje x).
- Hallar los percentiles necesarios para poder calcular la mediana, moda, el promedio, desviación estándar, kurtosis, asimetría según Folk y Wards (1974).
- Se determina el ambiente de formación, de acuerdo al diagrama de Spalletti⁹.

4.4 ELABORACIÓN DE LIBRO

Después de haber realizado toda la etapa de pre campo, campo y procesos necesarios para el desarrollo de este trabajo investigativo, se procedió a realizar los siguientes pasos:

- a) Digitalización del mapa geológico de la zona, el cual fue tomado y modificado de la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) e Ingeominas¹⁰, en el que se utilizara los software Global Mapper V16.1 y ArcGis.
- b) Digitalización de columnas estratigráficas realizadas directamente en los afloramientos mientras se desarrolla la fase de campo, utilizando el programa Corel Draw X7.

⁹ SPALETTI, Luis A. Cátedra de Sedimentología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. 2007

¹⁰ INGEOMINAS. Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga. Bogotá, junio de 2001.

- c) Luego de haber realizado todo el trabajo propuesto y con la obtención de los resultados de cada una de las etapas de este estudio, se procede a hacer el análisis e interpretación de resultados.

Verificar el cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos al inicio de este proyecto investigativo, para que junto a los análisis e interpretación de resultados obtenidos, justificar mediante conclusiones el trabajo realizado.

5. MARCO TEÓRICO

Para realizar los ensayos granulométricos y conteo de clastos en el abanico aluvial de Bucaramanga, se tomó como referencia la metodología propuesta por Folk y Wards (1974), que sirve para determinar la distribución de los tamaños de granos, mediante coeficientes que son definidos como:

Mediana (Md): Es el tamaño de grano en el cual la mitad de las partículas son gruesas y la mitad de las partículas son finas. Se mide fácilmente en la curva de frecuencia acumulada, La media y la mediana son las medidas de la tendencia central. Reflejan la energía cinética media del agente de transporte.

Moda: Corresponde al tamaño de partícula más frecuente de la distribución, puede ser determinada a partir de los histogramas o de las curvas de frecuencia (el pico más alto de la curva), muchas distribuciones para depósitos sedimentarios pueden ser unimodales si tiene una moda, bimodal si tiene dos modas o multimodal si tiene Más de dos modas.

Media (Mz): Es la medida en el centro de la distribución; en otras palabras es el promedio estadístico expresado en unidades phi.

Desviación estándar (selección): Mide la uniformidad en el tamaño de grano dentro de una muestra de sedimento. Definido como desviación estándar gráfica, medida en la parte central (68%) de la curva acumulativa y desviación estándar gráfica inclusiva medida en el 90% de la misma, este parámetro, está directamente relacionado con la pendiente de las curvas de frecuencia acumulada (a mayor pendiente, mejor selección de la muestra). Ver tabla 2.

Tabla 2. Valores de desviación estándar, propuestos por Folk y Ward (1974) en Pierson and Scott (en Hurtado y Murcia).

< 0,35 Φ	Muy bien seleccionado
0,35 Φ - 0,49 Φ	Bien seleccionado
0,50 Φ - 0,99 Φ	Moderadamente seleccionado
1,00 Φ - 1,99 Φ	Pobrementemente seleccionado
2,00 Φ - 3,99 Φ	Muy pobrementemente seleccionado
>4,00 Φ	Extremadamente mal seleccionado

Fuente: ARROYAVE FRANCO, Claudia Patricia, RAMOS CARVAJAL Keepler. Tesis: Caracterización geológica y análisis granulométrico de depósitos volcániclasticos en la formación la Paila (Secciones, La Paila – Sevilla, La Uribe-Sevilla, Andalucía-Galicia y Buga-La Habana). Universidad de Caldas. 2009

Asimetría: Mide la desigualdad de la curva de frecuencia, la cual se establece graficando tamaño de grano (ϕ) y frecuencia de ocurrencia en la muestra. Un valor positivo indica el desvanecimiento de la curva a la derecha de la media con un exceso de partículas finas, un valor negativo indica un desvanecimiento de la curva a la izquierda de la media y un exceso de gruesos. Se interpreta con base en los siguientes intervalos. Ver tabla 3.

Tabla 3. Escala de asimetrías de Folk y Ward (1974).

-1,00 a -0,31	Asimetría muy negativa
-0,30 a -0,11	Asimetría negativa
-0,10 a 0,09	Cercanamente simétrica
0,10 a 0,29	Asimetría positiva
0,30 a 0,99	Asimetría muy positiva

Fuente: ARROYAVE FRANCO, Claudia Patricia, RAMOS CARVAJAL Keepler. Tesis: Caracterización geológica y análisis granulométrico de depósitos volcániclasticos en la formación la Paila (Secciones, La Paila – Sevilla, La Uribe-Sevilla, Andalucía-Galicia y Buga-La Habana). Universidad de Caldas. 2009

Kurtosis: Es la medida de la desviación simétrica de una curva normal. Se establece haciendo una comparación entre el calibrado en las colas de la distribución y el calibrado en la porción central de la misma. Las curvas se denominan como: Leptocurticas o puntiaguda si la porción central de la curva es mejor seleccionada, si ocurre lo contrario la curva es platicurtica o achatada. Una kurtosis con valor de 1 indica que la curva tiene distribución log-normal; una aproximación a esta distribución da como resultado una curva mesocurtica. Ver tabla 4.

Tabla 4. Escala de Kurtuosis, Folk y Ward (1957).

<0,67	Muy platicurtica
0,67 – 0,89	Platicurtica
0,90- 1,09	Mesocurtica
1,10 – 1,49	Leptocurtica
1,50 – 2,99	Muy leptocurtica
>3,00	Extremadamente leptocurtica

Fuente: ARROYAVE FRANCO, Claudia Patricia, RAMOS CARVAJAL Keepler. Tesis: Caracterización geológica y análisis granulométrico de depósitos volcanoclasticos en la formación la Paila (Secciones, La Paila – Sevilla, La Uribe-Sevilla, Andalucía-Galicia y Buga-La Habana). Universidad de Caldas. 2009

Y aplicando los comandos estadísticos de mediana, moda y promedio básicos de Excel. La cual nos arroja el respectivo resultado. Para hallar los coeficientes estadísticos de Folk y Wards (1974) se utilizando las siguientes formulas. Ver tabla 5.

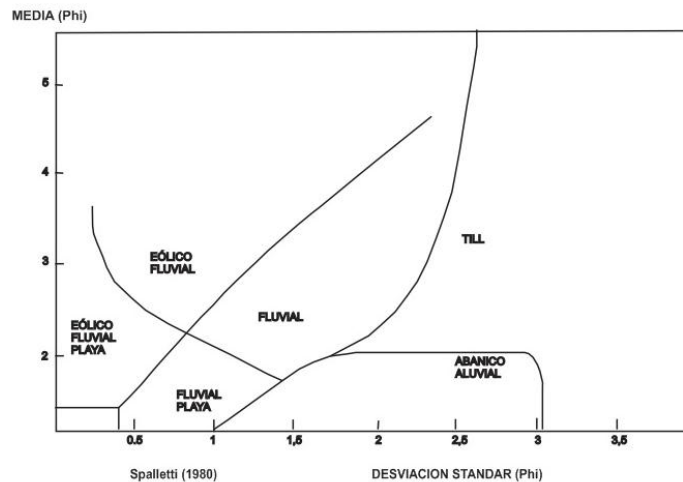
Tabla 5. Fórmulas utilizadas en el tratamiento estadístico de los conteos de clastos y ensayos granulométrico

Parámetros estadísticos	Fórmulas del método gráfico (de Folk y Ward, 1957)
media (x)	$\frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3}$
selección (σ)	$\frac{(\phi_{84} - \phi_{16})}{4} + \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{6,6}$
asimetría (SK_1)	$\frac{(\phi_{16} + \phi_{84} - 2.\phi_{50})}{2.(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{(\phi_5 + \phi_{95} - 2.\phi_{50})}{2.(\phi_{95} - \phi_5)}$
mediana (Md)	ϕ_{50}
agudeza (K_c)	$\frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{2,44.(\phi_{75} - \phi_{25})}$

Fuente: SPALETTI, Luis A. Cátedra de Sedimentología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. 2007

Ya con la tabla donde se registran los coeficientes según Folk y Wards (1974), los utilizamos para generar el gráfico de Spalletti¹¹, mediante el análisis bivariado y reconocimiento de ambientes sedimentarios. Ver figura 5.

Figura 5. Ambientes sedimentarios fluviales, determinados con los parámetros de media y desviación estándar según Folk y Wards (1957).

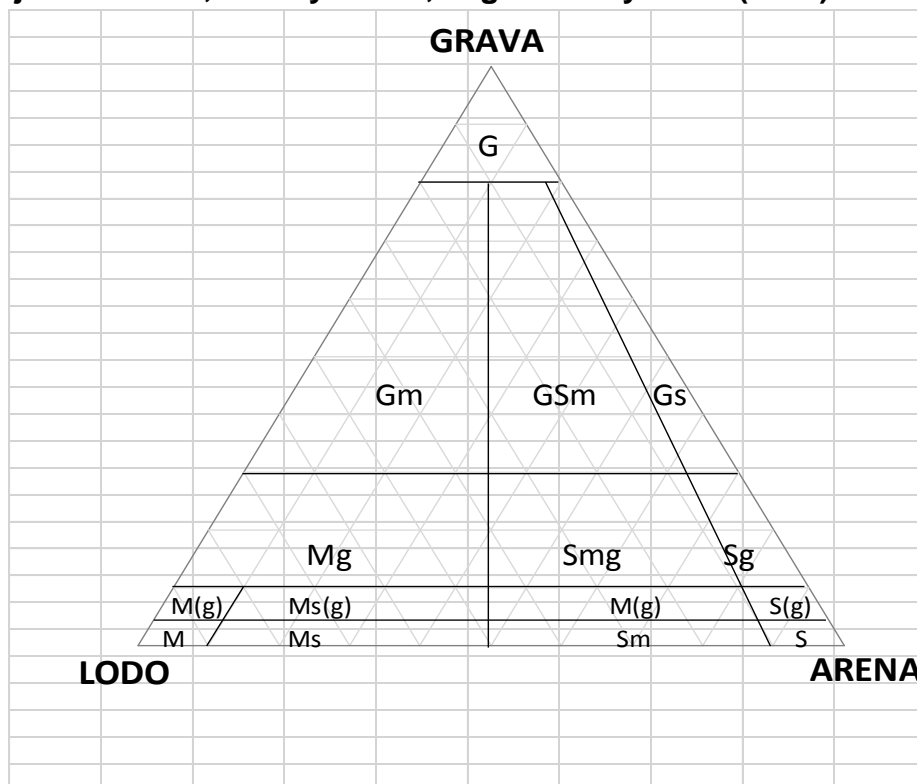


Fuente: SPALETTI, Luis A. Cátedra de Sedimentología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. 2007

¹¹ SPALETTI, Luis A Op. Cit.

Con la tabla de frecuencias de tamaño de clastos, hacemos la suma total de grava, arena y lodo. Para hacer el Diagrama triangular para la clasificación textural, particularmente tamaño de grano, de las rocas siliciclásticas o terrígenas, tomado de Folk y Wards (1974).

Figura 6. Clasificación textural de rocas clásticas, determinado mediante porcentajes de Grava, Lodo y Arena, según Folk y Ward (1957)



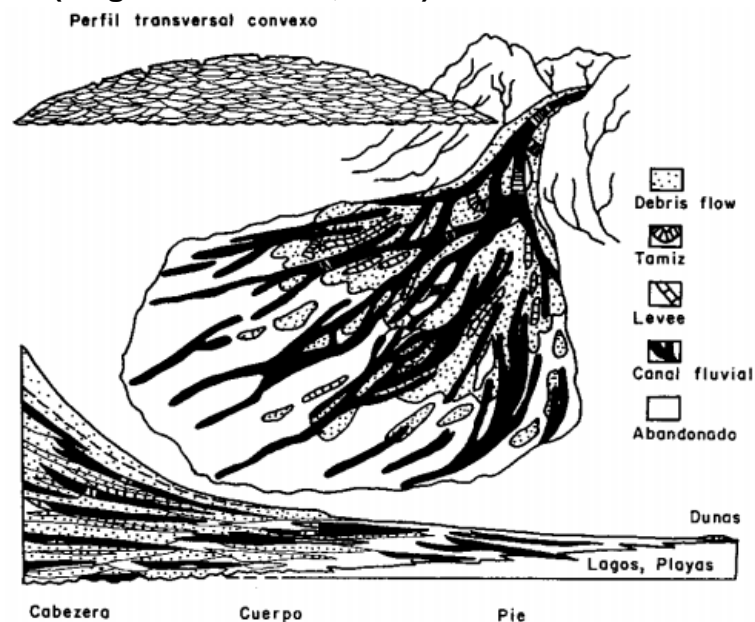
Fuente: CRUZ GUEVARA, Luis Enrique, CABALLERO, Víctor Manuel. Guías de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos, 2007. Pág. 9

5.1. GENERALIDADES DE LOS ABANICOS ALUVIALES

Los abanicos aluviales son depósitos cuya forma se asemeja a un segmento de un cono y se desarrollan en áreas de alto relieve, donde hay un abundante suministro de sedimentos. El tamaño es controlado ampliamente por la extensión de su cuenca hidrográfica, aunque la naturaleza litológica del área fuente y el clima son

factores importantes. En el abanico las corrientes son canales radiales a partir del ápice y disectan la superficie. El canal principal está comúnmente inciso en el nivel superior del abanico y la base del canal está socavando los sedimentos del abanico, mientras que en el nivel inferior del abanico la corriente es superficial; el punto límite entre el nivel superior y el nivel inferior se denomina Punto de Intersección y a partir de éste se inicia el lóbulo deposicional del abanico¹²

Figura 7. Diagrama Esquemático De La Distribución De Facies En El Van Horn Sandstone (Mcgowen Y Groat, 1971).



Fuente: Arche, Alfredo Variación de los depósitos dentro de un abanico aluvial Sedimentología, nuevas tendencias. Vol I. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1989.

Los abanicos tienen perfiles radiales cóncavos hacia arriba y perfiles trasversales cóncavos hacia abajo. Muestran como característica un rápido decrecimiento hacia el frente del abanico en tamaño de grano, la redondez de la grava se incrementa mientras la proporción de facies finas crece con la distancia, resultando en variaciones laterales de facies, los depósitos proximales del abanico están dominados por gravas pobremente imbricadas y estratificadas

¹² MORENO RUIZ, Saraith nathalia; PLATA GUERRERO, Christian Leonardo. Estudio sedimentológico del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, hacia el escarpe occidental en las estribaciones del municipio de Girón, 2015.

horizontalmente, mientras la estratificación cruzada se incrementa distalmente, generalmente contienen sedimentos inmaduros textural y composicionalmente¹³.

Nilsen (1984) analiza que las secuencias de los abanicos consisten en mezclas de depósitos de flujo de corriente, flujos de escombros y de lodo con sus depósitos relacionados y depósitos de derrumbe. Los depósitos por corriente de flujo resultan a partir de los depósitos transportados por tracción, saltación y suspensión por agua corriente; ellos incluyen canales colmados, márgenes de canales y depósitos de flujo laminar de regiones de abanicos más bajos y en algunos abanicos se presentan depósitos de criba, los cuales son lóbulos permeables de grava bien calibrada y porosa. Los depósitos de flujo de escombros y de flujo de lodo resultan a partir del transporte de sedimentos como flujos fangosos viscoso en los cuales la matriz de fango suministra soporte para los clastos suspendidos; los depósitos de flujo de escombros pueden formarse en las mismas áreas de los depósitos de flujos de corriente pero son generalmente más característicos de áreas proximales; estos depósitos son moderadamente calibrados, contienen pocas estructuras sedimentarias y pueden ser esparcidos a través del abanico; se generan a partir de pendientes altas hacia la zona de intercanales de las corrientes que alimentan los abanicos¹⁴.

Los abanicos aluviales son indicadores de la forma del relieve terrestre resultante del levantamiento de la litosfera en márgenes continentales y fallamiento intracratónico. En el caso de abanicos desarrollados en respuesta a fallamiento activo, el relieve se mantiene y la posición del ápice del abanico puede permanecer fijo mientras grandes espesores de sedimentos a menudo se mantienen por kilómetros, los grandes espesores están visualmente cercanos a los límites de fallas donde las facies reflejan la proximidad del ápice del abanico y

¹³ *Ibíd.*

¹⁴ NIÑO, Aura Enidia; VARGAS P, Guillermo. Modelo de evolución para el abanico de Bucaramanga. *Facies UIS* Vol 2 Nos. 1 y 2, 1993.

el adelgazamiento distal varia en su proporción entre los diferentes depósitos del abanico, cambiando el tamaño y del tipo de procesos dominantes¹⁵

5.2. ABANICO ALUVIAL DE BUCARAMANGA

El abanico de Bucaramanga, se encuentra limitado al E por la Falla Bucaramanga, al W por la Falla del Suárez, al S por la mesa de Ruitoque y en dirección N por la intersección de la Falla de Bucaramanga y la Suárez. La zona de estudio se encuentra en la parte media del abanico en las estribaciones del Municipio de Girón en dirección E. Ver figura 8.

Figura 8. Ubicación y forma del Abanico Aluvial de Bucaramanga, donde se limita la dovela en la cual se deposita el Abanico Aluvial de la Terraza de Bucaramanga. Norte hacia la parte superior de la imagen.



¹⁵ Ibíd.

Para la acumulación de los aluviones de la Terraza de Bucaramanga, se destacan las sugerencias de Julivert¹⁶ y De Porta¹⁷. Julivert¹⁸ sugiere que dicha acumulación está influenciada por el cambio de dirección de N a NW del Río Sogamoso, por lo que para ello indica que en la época en que se formó la Terraza de Bucaramanga el Río Sogamoso tenía un curso en dirección S-N, el cual seguía su cauce por el Río de Oro y Lebrija. Ahora bien, para el desarrollo de este modelo, Julivert se basó en la morfología que presenta la zona que él llamó como Las Mesas, en la cual cita, al principio existía una plataforma inicial en lo que hoy día representa la zona de Bucaramanga, Barichara, Los Santos, Ruitoque, Zapatoca y Lebrija, en la que dicha plataforma fue cortada por la Falla del Suárez en dirección N-S, separando las mesas de Lebrija y Zapatoca con las mesas de Los Santos, Ruitoque, Bucaramanga, Barichara.

Posteriormente los dos bloques resultantes (occidental y oriental) presentan elevaciones; el bloque occidental (Mesa de Lebrija y Zapatoca) se elevó hacia el sur y el bloque oriental (Mesas de Barichara, Los Santos, Ruitoque, Bucaramanga) presentó una elevación hacia el E. Debido a las basculaciones de los dos bloques, la red hídrica que aparece en cada uno de ellos se ve influenciada por la inclinación de estos. Los ríos y quebradas del bloque occidental presentan un caudal de S-N, mientras que los caudales presentes en el bloque oriental se encontraban en sentido E-W, lo que moldeó el paisaje que hoy día vemos.

Según Julivert¹⁹, mientras el Río Sogamoso continuaba su curso en sentido N hacia el Río de Oro y Lebrija, la mesa de Lebrija y Zapatoca era erosionada por el cauce de un pequeño río orientado hacia W debido a la inclinación que presentaba el bloque oriental, esta erosión fue generando el cañón del Río Sogamoso, donde

¹⁶ JULIVERT, M. La Morfoestructura de la Zona de las Mesas al SW de Bucaramanga, (Colombia S.A), Universidad Industrial de Santander, Bol. De Geol. No 1, 1958, pp. 22 y 35-40.

¹⁷ De Porta Op. Cit.

¹⁸ JULIVERT, M. Op. Cit.

¹⁹ Ibid.

posteriormente sería este río de dirección W el que capturaría al Río Sogamoso, influenciando así su cambio de dirección de N a NW.

Uno de los afluentes del Río Sogamoso, es el Río Chicamocha que nace en la Sabana de Bogotá por la que discurre una parte de su curso a unos 2.000 m. luego empieza a excavar y se dirige hacia el N bordeando el Macizo de Santander por su lado E hasta que cerca de Capitanejo se inflexiona en dirección NE y atraviesa el macizo abriendo en él un profundo cañón, luego vuelve a dirigirse al W para unirse al Suárez. El caso concreto del codo del Chicamocha en el Pescadero podría ser una captura similar a la del Sogamoso; el antiguo curso del Chicamocha pudo ser en Los Curos y la hacienda Campo Alegre, entre Piedecuesta y Floridablanca; de ser así el Chicamocha se habría orientado en este sector paralelo a la falla de Bucaramanga. Lo amplio de los valles en la línea de los Curos – Piedecuesta – Floridablanca parece favorecer esta teoría²⁰. La localización de la Terraza de Bucaramanga²¹, indica que su origen corresponda a causas locales. A este respecto es interesante observar como el área en que la terraza se desarrolla, está limitada por fallas: al E la falla de Bucaramanga, al W y al N con la falla del Suárez y al S una fractura de menos importancia que se orienta ENE-ESE siguiendo la quebrada de Los Montes, al N las fallas del Suárez y de Bucaramanga convergen y se unen cerrando completamente el área. Todas estas fallas tienen un labio hundido hacia la zona de Bucaramanga de modo que limitan una dovela triangular hundida entre la plataforma de Lebrija, el Macizo de Santander y la Mesa de Los Santos²².

Finalmente con todos los datos y observaciones, se realiza la siguiente evolución morfoestructural de las mesas²³

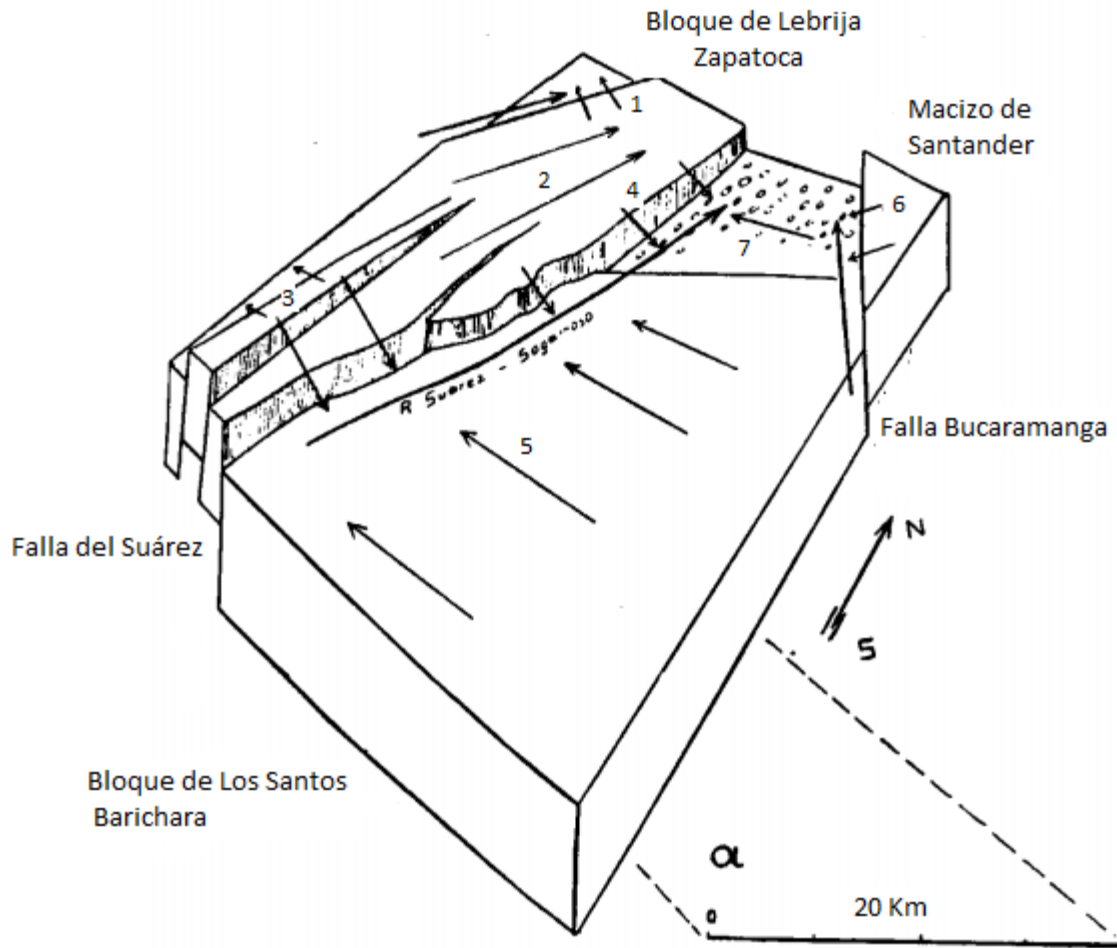
²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

²² MORENO RUIZ, Saraith nathalia; PLATA GUERRERO, Christian Leonardo. Op. Cit.

²³ JULIVERT, M. Op. Cit.

Figura 9. Evolución Morfoestructural de la Zona de las Mesas.



Fuente: JULIVERT, M. La Morfoestructura de la Zona de las Mesas al SW de Bucaramanga, (Colombia S.A), Universidad Industrial de Santander, Bol. De Geol. No 1, 1958, pp. 22 y 35-40.

1, Circulación hacia el W debido al escalón sobre el Valle del Magdalena; 2, Circulación al N debido al basculamiento del bloque Lebrija – Zapatoa; 3, Quebradas hacia el E y W debido al bloque Lloriques – Los Cobardes que rompe hacia el S la Mesa de Zapatoa; 4, Pequeñas quebradas originadas por el escalón de la falla del Suárez; 5, Circulación de E y W debido al basculamiento del bloque Ruitoque – Los Santos – Barichara; 5, Quebradas originadas por el escalón de falla Macizo de Santander; 7, Dovela de Bucaramanga en hundimiento con inicio

de sedimentación fluvial). Los ríos Chicamocha, Suárez, Sogamoso y Chucuri se orientan paralelos a accidentes estructurales²⁴.

De Porta²⁵, define la Terraza de Bucaramanga como un conjunto de rocas que se ha depositado sobre una dovela que se ha hundido progresivamente, lo que explica el enorme espesor de los sedimentos y la discordancia progresiva que se observa en la carretera de Girón a Lebrija. Su estratigrafía comprende tres niveles, el inferior, que es el más potente, consta de conglomerados con intercalaciones de arenas, sigue un nivel de materiales finos que se extiende por toda la terraza y finalmente un nivel superior formado por elementos más gruesos. La serie termina con unos aportes laterales que fosilizan los accidentes tectónicos que limitan la dovela.

La Terraza de Bucaramanga en realidad está limitada por las fallas que han formado la dovela, la cual se estrecha hacia el norte, que al hundirse paulatinamente ha perdido la acumulación de gran cantidad de sedimentos. Si se observa el trazado del Río de Oro, llama la atención el cambio de dirección que experimenta en la confluencia con el Suratá. No es solo la variación brusca de su dirección lo más notable sino que con ello atraviesa la prolongación de la falla del Suárez. La causa de esta desviación es una falla de dirección general NW-SE, falla que divide a la dovela en dos bloques. El labio norte corresponde al hundido, aunque topográficamente es más elevado, gracias a su basculación. Precisamente esta basculación del bloque norte impidió que el Río de Oro continuara hacia el norte. A medida que fue profundizando su cauce, la falla que probablemente continuó jugando, aunque débilmente, le marcó su nuevo rumbo.

El trazado del Río Suratá sigue las mismas directrices; al atravesar la Falla Bucaramanga sufre un cambio brusco, para unirse después al Río de Oro. Este

²⁴ Ibid.

²⁵ De Porta Op. Cit.

accidente es bien visible donde el río cambia de dirección, debajo mismo de la carretera que conduce a Matanza, Santander²⁶

5.3. ESTRATIGRAFIA DE LA TERRAZA DE BUCARAMANGA

La Formación Bucaramanga fue descrita inicialmente por De Porta²⁷, corresponde a un depósito sedimentario aluvial de edad Cuaternario, morfogenéticamente definido como un abanico aluvial, asociado a un control tectónico en su desarrollo y deposición. El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente en la meseta de Bucaramanga y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedio cercanos a los 250 m.

La formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo. Según la bibliografía consultada y seleccionada se tiene que la formación Bucaramanga se ha diferenciado en 5 miembros los cuales son de base a techo: Pre-Órganos, Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos. Los cuales pertenecen al mismo evento evolutivo que conforman un abanico húmedo formado por el paleocauce del río surata, en una cuenca cerrada con su ápice en el actual barrió Morrórico. Estos miembros se describen a continuación.

5.3.1. Miembro Pre-órganos. Este segmento estratigráfico tiene un espesor máximo de 60 metros, con capas inferiores de geometría tabular gruesa y encima de medias a finas. Las capas finas presentan laminación plana y ondulosa paralela de continua a discontinua. Los contactos son netos planos y suavemente ondulado texturalmente consta de lodos y lodos arenosos compactos, gravas arenosas y

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid.

arenolodas, redondeada y de esfericidad media, de moderadamente a mal calibrada, presenta fragmentos calcáreos, de algunos feldespatos alterados dentro del material gravoso y la matriz predominante es arenolodosa²⁸

5.3.2. Miembro órganos. Definido por Hubach (1952). Aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área Metropolitana, en los alrededores del municipio de Girón, anillo vial, en las estribaciones de la parte norte de la mesa de Ruitoque y en los cortes de la carretera que comunica la población de Girón con la ciudad de Bucaramanga. Los mejores afloramientos donde se puede observar casi toda la secuencia se presentan en una extensa área sobre el escarpe occidental del Abanico de Bucaramanga, destacándose los siguientes espesores: En las quebradas dos Aguas (espesor : 164.8 m), las Navas (espesor : 72 m de la base del nivel), Argelia (espesor : 60 m de la parte superior del nivel) y la parte norte de la Cuyamita (espesor : 8.8 m de la parte superior del nivel) ; otros afloramientos son referidos a los barrios La Feria (espesor : 144.2 m) y Don Bosco (5.2 m del tope del nivel).

Con base en las columnas realizadas, correlaciones estratigráficas y cortes topográficos, se estima que su espesor podría superar los 180 m, siendo el nivel más potente de la Formación Bucaramanga (Mancera y Salamanca, 1994). Morfológicamente este miembro constituye valles en “V”, interfluvios de filos ondulados con crestas agudas ramificadas. Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surcos, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15 m de altura y sobre él se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo.

De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales

²⁸ NIÑO, Aura Enidia; VARGAS P, Guillermo. Op. Cit.

en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limoarenosos, con espesores hasta de 5 m.

5.3.3. Miembro Finos. Éste nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (Miembro Órganos) y el nivel superior (Miembro Gravoso) en contactos netos plano paralelos. Es una extensa capa lenticular horizontal, más o menos continua, de unos 15 m de espesor promedio, donde alternan niveles arcillosos, limoarenosos y arenolimosos, de colores gris verdosos. Los mejores afloramientos se encuentran en las canteras de la antigua ladrillera Bucaramanga y en la empresa de ladrillos y tubos donde es explotada para la producción de ladrillos y tejas. Otros sectores donde aflora son los barrios Ciudadela Real de Minas, Campo Hermoso y La Feria entre otros.

La geometría de sus niveles es tabular a lenticular, con espesores que oscilan entre 5 y 40 cm, de estratificación plana paralela, cruzada y ondulosa. La secuencia del miembro Finos se puede dividir en dos conjuntos: 1) Conjunto Arcilloso: Localizado hacia la base, se caracteriza por ser arcillo-limoso, masivo, de colores grises a verdes, con estratificación plana paralela, en donde el espesor varía ampliamente, como en el barrio el Porvenir (9 m) y cuchilla de Palomitas (2 m). 2) Conjunto Arenoso: Se localiza hacia el techo, donde muestra una alternancia de niveles arenolimosos con niveles limoarenosos arcóscicos de colores amarillento a pardo amarillento.

5.3.4. Miembro Gravoso. Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la quebrada La Iglesia, en los alrededores de los barrios Lagos del Cacique, Diamante II y San Luis. Otras secciones importantes se localizan en los barrios La cumbre, La Feria, Polvorines, Don Bosco y la vía a Café Madrid. La morfología que presenta el miembro

Gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas, pero hacia la parte sur de la quebrada la Iglesia la morfología corresponde a colinas suaves onduladas, con un drenaje dendrítico. Su espesor varía entre 8 y 30 m; presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 cm y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0,8 m de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido; en general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el miembro Finos es neto, continuo y suavemente ondulado y el contacto superior con el miembro Limos rojos es gradacional²⁹

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas-ígneas del Macizo de Santander, y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de moscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

5.3.5. Miembro Limos Rojos. Nivel definido por Julivert³⁰. Este miembro se localiza en el sector urbanizado de Bucaramanga, aunque no en forma uniforme y se continúa hacia el sur, hasta el sector norte del municipio de Floridablanca.

Geomorfológicamente este miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%; el drenaje es escaso paralelo y superficial³¹. Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se

²⁹ Ibid.

³⁰ Julivert Op. Cit.

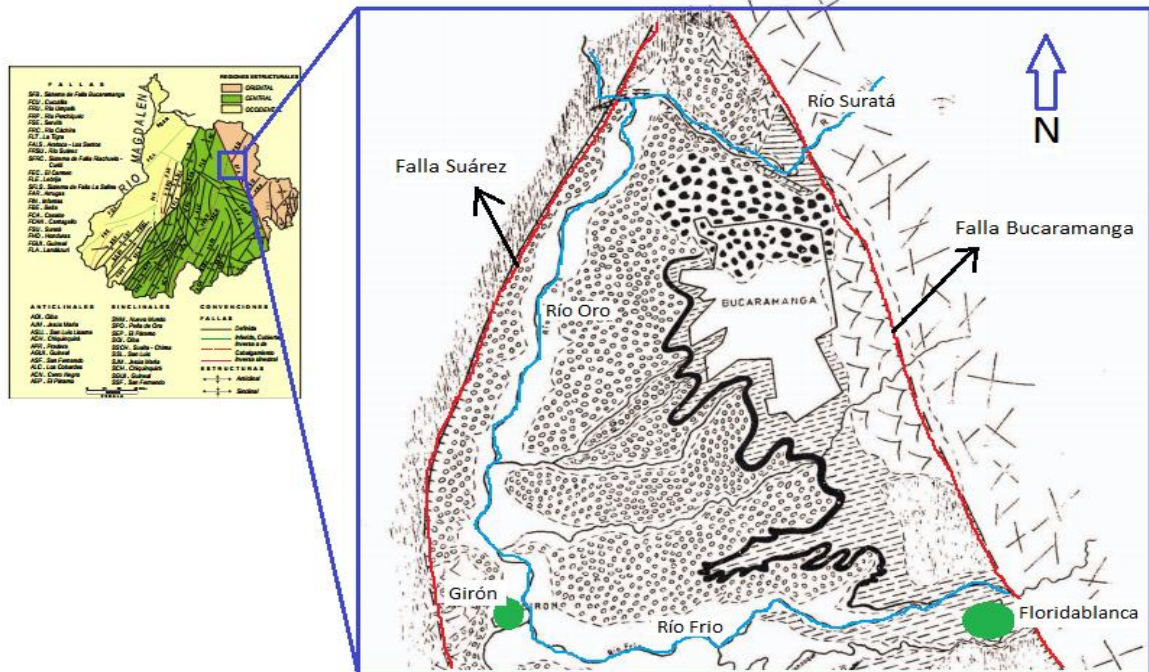
³¹ NIÑO, Aura Enidia; VARGAS P, Guillermo. Op. Cit.

observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional. La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión. El ambiente de deposición indica un dominio de flujo de lodos combinados con caídas de bloques de la pendiente del macizo.

5.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El territorio Santandereano es geológicamente complejo y tectónicamente dinámico, relacionado con las placas tectónicas de Nazca, Caribe y Suramericana. Se caracteriza por presentar tres estilos estructurales: Uno de fallamiento en bloques en la región oriental, otro de fallamiento inverso y plegamiento en la región central, y un tercero representado por el Graben del Magdalena en la región occidental. Son regiones bien delimitadas por importantes rasgos tectónicos como los sistemas de fallas de Bucaramanga-Santa Marta y de La Salina. Santander es uno de los departamentos más montañosos del país y gran parte de su territorio corresponde a la Cordillera Oriental, donde el relieve es escarpado a moderado; sin embargo, en su extremo occidental posee una amplia zona baja y plana. El Departamento de Santander está representado por dos grandes regiones naturales como son la Cordillera Oriental y el Valle Medio del Magdalena, cuyas características geomorfológicas muestran contrastes bien marcados (IGAC, 1992).

Figura 10. Geología estructural de la zona de la Terraza de Bucaramanga.



Fuente: Modificado de: DE PORTA, J. 1958. La Terraza de Bucaramanga. Boletín de Geología. Vol. 3. p. 5-13. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

5.4.1. Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta. Este corresponde a un sistema de fallas paralelas ubicadas al oriente de la zona de estudio, con tendencia NNW y un ancho de 1 a 1.5 Km. El patrón geomorfológico y estructural evidencia un comportamiento de rumbo con desplazamiento sinistral, y una componente de acortamiento horizontal, acompañado por el levantamiento compensatorio de rocas del bloque este que afectan el macizo ígneo – metamórfico de Santander. Este levantamiento es una consecuencia de la convergencia con el sistema de fallas del Suárez al norte del área. De esta manera la traza de falla principal coloca en contacto el Macizo de Santander con unidades paleozoicas al norte del Río Surata y al sur con sedimentos cuaternarios del Abanico de Bucaramanga. Paris et al. (2000), divide en secciones al sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta: Para la sección Bucaramanga, propone que es una falla linear con características topográficas bien definidas donde el gran abanico aluvial de Bucaramanga muestra movimientos sinestrales en rumbo,

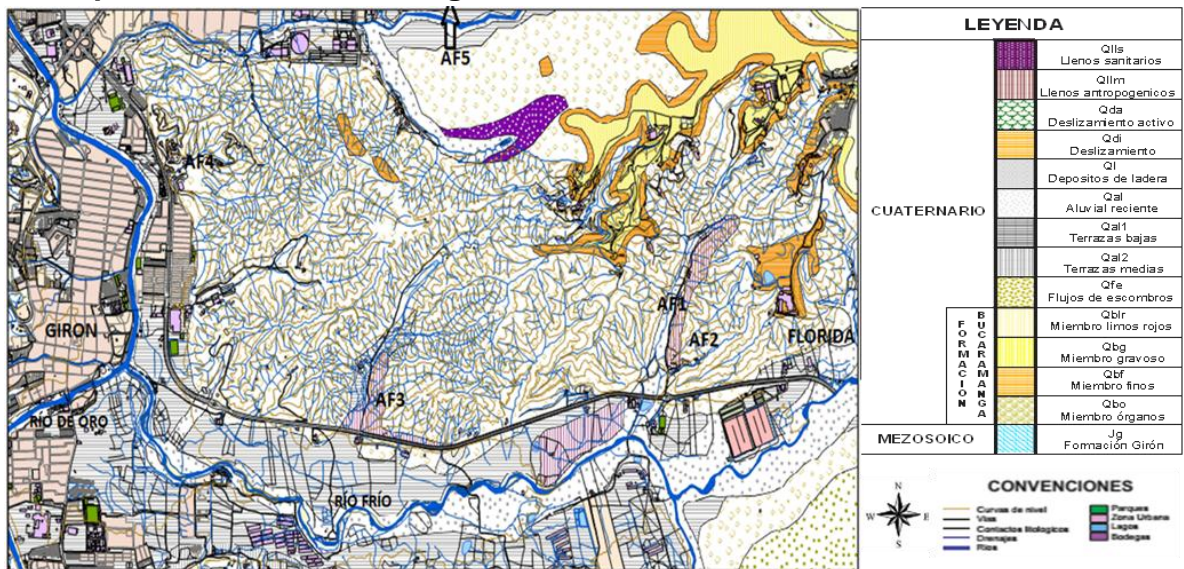
evidenciados por el desplazamiento del nivel base de las corrientes y el incremento en el grado de disección de la superficie del abanico de Bucaramanga hacia el suroeste, este desplazamiento tiene un promedio de compensación vertical de cerca de 20 m, aunque gran parte es sinistral (lateral – izquierdo). Dentro de las expresiones geomorfológicas de fallamiento de este sistema de fallas tenemos: Lomos flexurales, control tectónico de drenajes en “L”, facetas triangulares, silletas, desplazamiento de corrientes, lagos de falla, escarpes de falla y fuertes rupturas en la pendiente. Adicionalmente, depósitos aluviales Cuaternarios muestran desplazamientos y volcamiento.

5.4.2. Sistema de Fallas del Suarez. Este sistema consta de tres fallas inversas paralelas con una dirección general N50°E; topográficamente la falla principal genera un escarpe distintivo y pone en contacto unidades de la formación Girón, en el extremo occidental, con unidades de la formación Bucaramanga, al oriente. El plano de falla presenta un buzamiento principal hacia el NW, con un ángulo aproximado de 60° (Ward et al., 1973). La falla del Río de Oro pertenece a este sistema de fallas caracterizado por una fuerte componente vertical asociada con unos movimientos menores laterales izquierdos. Paris et al. (2000), propone un trazo de falla bien definido con control lineal de drenajes por varios Km tales como el Río Suárez, con índices neotectónicos entre los que están lagos de falla y localmente embalses aluviales. La falla desplaza verticalmente flujos de escombros en el área de Girón y La Fuente, desplazando una superficie de erosión Terciaria.

6. RESULTADOS

Para la Caracterización Sedimentológica del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, se estudiaron 4 zonas. Ver figura 11.

Figura 11. Mapa Geológico de la zona de estudio, donde se observa los sitios establecidos para la realización de este proyecto. Tomado y modificado de Mapa Geológico de la zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga.



Fuente: Modificado de CARRILLO E; CASTRO E; IBAÑEZ D; VERGARA H. Mapa Geológico de la zonificación sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga de. 2001. Integrando la base cartográfica de la alcaldía del municipio de Girón. 2015.

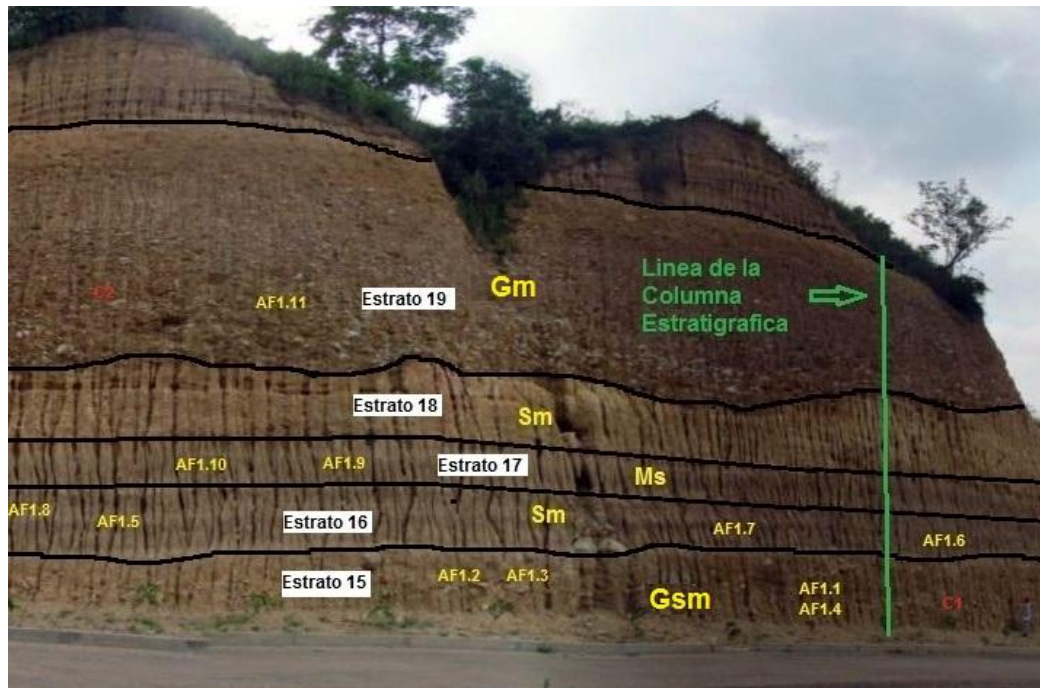
En el área se realizaron:

- columnas estratigráficas (Ver Anexo 5).
- petrografía (macroscópica y microscópica) (Ver Anexo 6).
- conteo de clastos (Ver Anexo 2)
- ensayos granulométricos. (Ver Anexo 3)

6.1. DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

6.1.1. Columna Estratigráfica Sector PETROCO S.A (AF 1). Esta columna se ha realizado en el sector comprendido por la empresa PETROCO S.A en la carretera que comunica al anillo vial con dicha empresa. Ubicada en las coordenadas N= 7°03'59,4"; W= 73°08'05,8"; Z= 759 msnm. Ver figura 12.

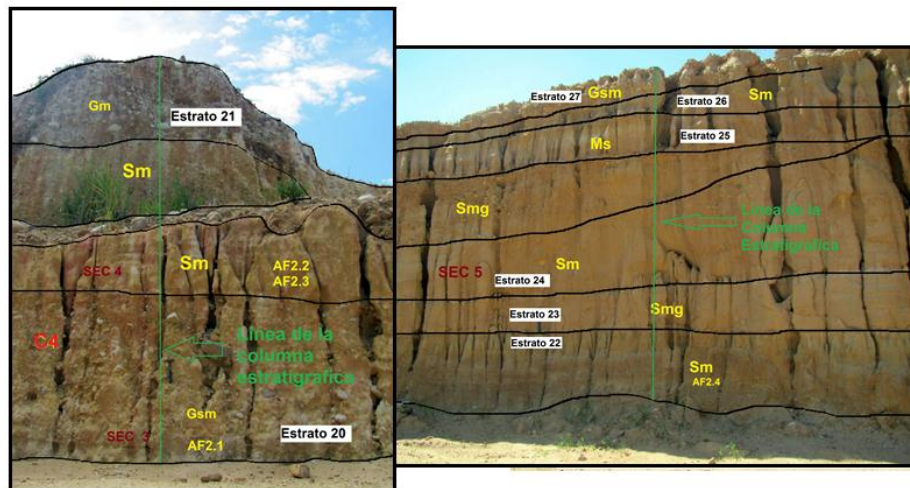
Figura 12. Afloramiento AF 1, sector PETROCO S.A.



Donde se identificaron 5 estratos, los cuales mediante los resultados de la clasificación textural se obtuvo de base a techo lo siguiente: Conglomerado arenoso lodoso (Gsm) con predominio de tamaño de clastos granulo y guijos, con un espesor de 6,9 metros y lentes de lodo arenoso (Ms), con contacto superior ondulado paralelo. En este estrato se realizó el conteo denominado C1 el cual arroja el resultado de un Conglomerado arenoso lodoso (Gsm). Seguido de un estrato de Arenisca lodosa (Sm) con un espesor de 5,5 metros y lentes arenosos (Sm), como también de lodolita arenosa ligeramente conglomerática (Ms

6.1.2. Columna Estratigráfica Sector PETROCO S.A – 2 (AF 2). Esta columna se ha realizado en el sector comprendido por la empresa PETROCO S.A en la carretera que comunica al anillo vial con dicha empresa. Ubicada en las coordenadas N= 07°04'04,9"; W= 73°08'05,3", Z= 774 msnm. Se trazó la línea de la columna estratigráfica de la siguiente forma ya que el afloramiento se encontraba aplanado por cortes de talud y en forma de pequeñas terrazas, se tuvo que dividir en 2 partes. Ver figura 14.

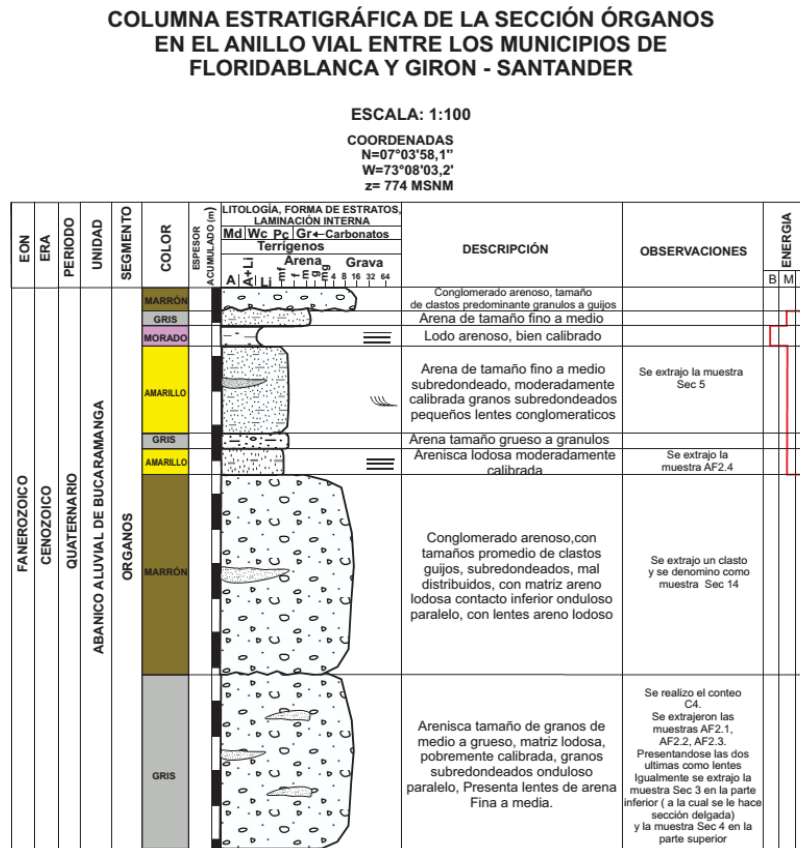
Figura 14. Afloramiento AF 2. Sector PETROCO S.A.



Se obtuvo en la base un estrato de conglomerado areno lodoso (Gsm), con espesor de 4,65 metros y presenta lentes de arenisca lodosa (Sm), con contacto superior ondulado paralelo, y moderadamente calibrada, en este estrato se realizó el conteo C4 y se recolectaron las muestras AF2.1, AF2.2, AF2.3. Seguido de un estrato de conglomerado lodoso (Gm) con un espesor de 5,16 metros con clastos predominante de tamaño guijos, el cual presenta lentes de arenisca lodosa (Sm). Luego sigue un estrato de arena lodosa (Sm) con laminación plano paralela y moderadamente calibrada con un espesor de 0.7 metros. Luego sigue un estrato de arena lodosa ligeramente conglomerático (Smg) de tamaños predominantes de arena gruesa a gránulos, de un espesor 0.4 metros. Seguido de un estrato de arena lodosa (Sm) de un espesor de 2.25 metros, estratificación cruzada, arena de

tamaño fino a medio, moderadamente calibrada con lentes de arenisca ligeramente conglomerática (Smg). Seguido de un estrato de lodolita arenosa (Ms) de color morado y laminación plano paralela de espesor de 0,5 metros. Seguido de un estrato de arena lodosa (Sm) de tamaño fino a medio con un espesor de 0,5 metros. Finalmente un estrato de conglomerado areno lodos (Gsm) de espesor 0.6 metros con predominio de los clastos de tamaño guijos, presenta contacto ondulado plano paralelo en la parte inferior. Ver figura 15.

Figura 15. Columna estratigrafica 2 (AF 2). Sector Petroco S.A.

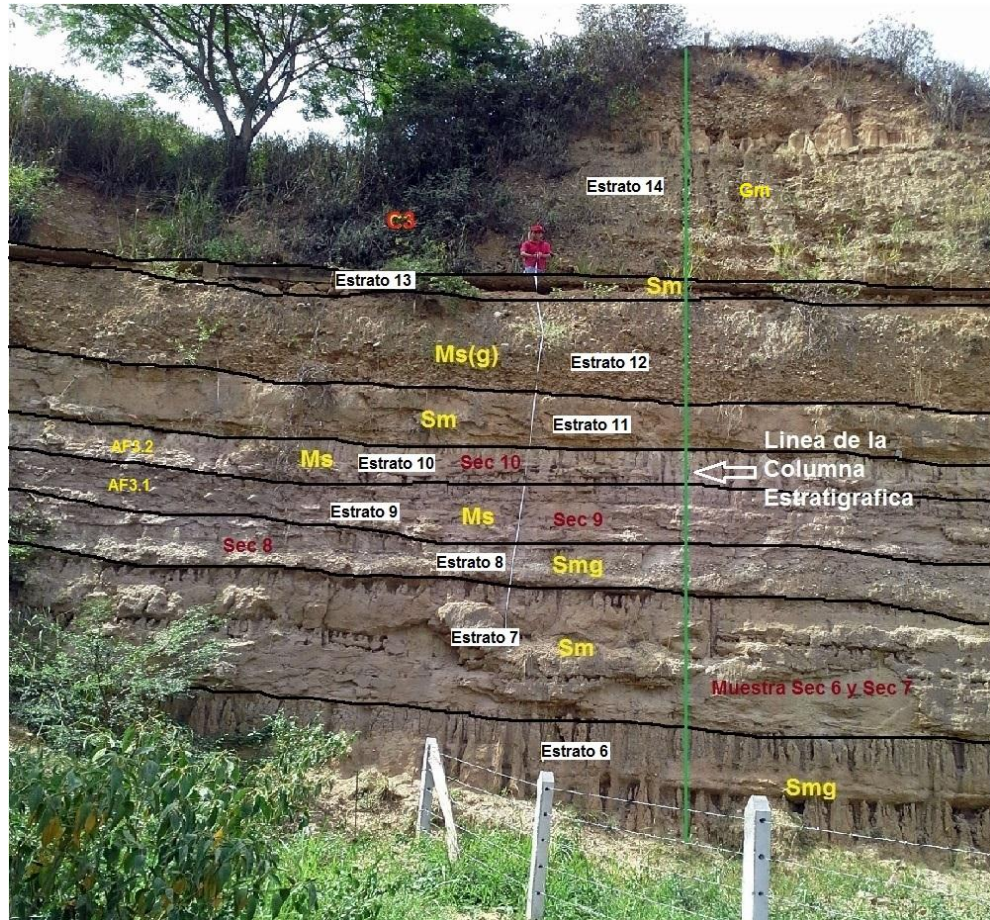


CONVENCIONES

	Arenisca Lodosa		Paleosuelo?		Contacto Onduloso Paralelo
	Lodolita Arenosa		Arenisca Lodosa Ligeramente Conglomeratica		Laminación Plana Paralela
	Conglomerado Areno Lodoso		Lodolita Conglomeratica		Estratificación Cruzada
	Cubierto		Lodolita Arenosa Ligeramente Conglomeratica		Paleo-Canales
			Lentes		Derrumbe

6.1.3. Columna Estratigráfica Sector la Dinastía. Esta columna se ha realizado en el sector comprendido por el sector de las bodegas de La Dinastía en la carretera que comunica al anillo vial con el barrio El Porvenir. Ubicada en las coordenadas N= 7°03'50,4"; W= 73°09'08,6"; Z= 745 msnm. Ver figura 16.

Figura 16. Afloramiento 3 (AF 3). Sector La Dinastia.



Se observa desde la base un estrato de arenisca lodosa ligeramente conglomerática (Smg) de 2,1 metros de espesor, la cual presenta erosión por paleo-canal el cual esta relleno por el estrato que la infrayace, presenta formación de estoraques debido a la erosión. Sigue un estrato de arena lodosa (Sm) de espesor 2.76 metros. Arena de tamaño muy fino a fino, granos sub - redondeados, bien calibrado, presenta abundante muscovita y Estratificación

cruzada. Luego le sigue un estrato de arenisca lodosa ligeramente conglomerática (Smg) de un espesor de 1.9 metros, contacto inferior ondulado plano paralelo. Le sigue un estrato de lodolita arenosa (Ms) de color morado de un espesor 0.85 metros, en este estrato se toma la muestra AF1.12. Le sigue un estrato de lodolita arenosa (Ms) de color blanco de un espesor de 0.45 metros. Seguido de un estrato de arenisca lodosa (Sm) la cual presenta un espesor de 0,94 metros y presenta erosión de paleo canal, el cual se rellena con el material del estrato que la infrayace, el cual es una lodolita arenosa ligeramente conglomerática (Sm (g)) de un espesor de 2 metros con tamaño de clastos predominante guijos. Luego le sigue una arenisca lodosa (Ms) de tamaño de granos de fino a medio, pobremente calibrada, con un espesor de 0,48 metros. Finalmente se presenta un estrato de Conglomerado lodoso (Gm) el cual tiene un espesor máximo de 2.3 metros, en donde se presenta un predominio de clastos de tamaño guijos y matriz areno lodosa, en este estrato se realizó el conteo C3. Ver figura 17.

Figura 17. Columna estratigrafica 3 (AF 3). Sector La Dinastia

**COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN ÓRGANOS
EN LA VIA BUCARAMANGA - GIRÓN
EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

ESCALA: 1:100

COORDENADAS

N=07°03'50,4"

W= 73°09'08,6"

Z= 745 MSNM

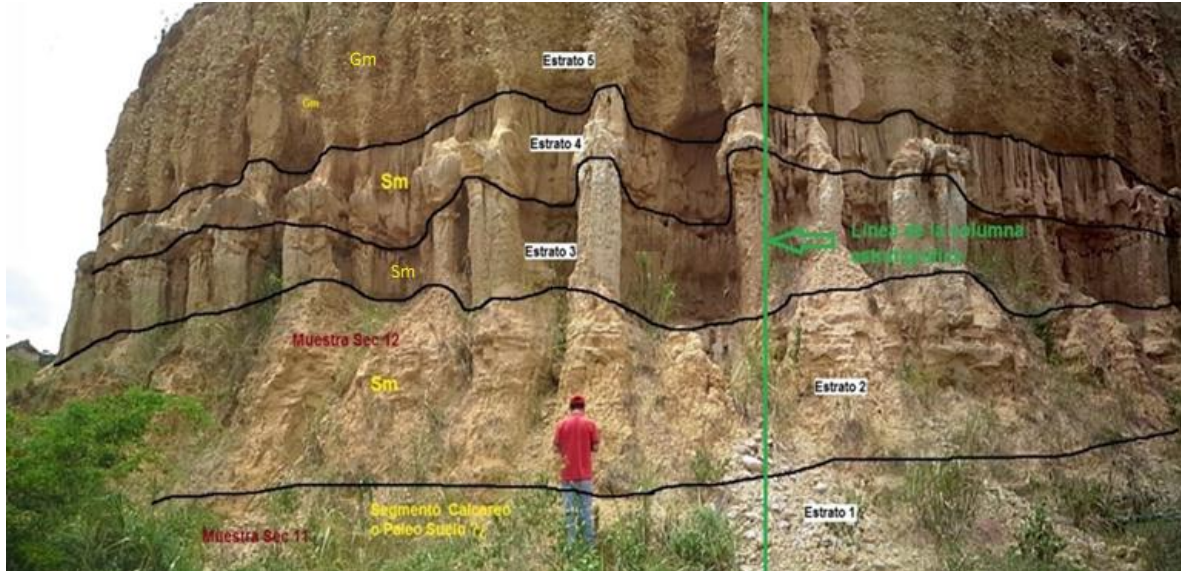
EON	ERA	PERIODO	UNIDAD	SEGMENTO	COLOR	ESPESOR ACUMULADO (m)	LITOLÓGIA, FORMA DE ESTRATOS, LAMINACIÓN INTERNA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	ENERGIA		
										Md	Wc	Pc
FANEROZOICO	CENOZOICO	QUATERNARIO	ABANICO ALUVIAL DE BUCARAMANGA	ORGANOS	MARRÓN	0		Conglomerado con tamaño predominante guijos, matriz arena lodosa, clastos con distribución irregular, de forma sub - redondeados, Presenta erosión por remoción en masa o deslizamiento activo.	Se realizo el conteo C3			
					AMARILLO	0		Arena de tamaño fino a medio, pobre calibrada				
					MARRÓN	0		Conglomerado con tamaño predominante guijos, matriz arena lodosa, clastos bien distribuidos de forma sub - redondeados, con varios lentes de arena				
					GRIS	0		Arena de tamaño fino a medio, matriz lodosa, se presenta en forma ondulosa con presencia de paleo canales.				
					BLANCO	0		Lodo arenoso, de coloración blanca	Se extrajo la muestra AF3.2 y la Sec 10 Sección delgada			
					MORADO	0		Lodo arenoso, de coloración morada, Partículas de tamaño muy fino a fino	Se extrajo la muestra AF3.1 y la Sec 9 para sección delgada			
					GRIS	0		Arena de tamaño medio a granulos, la forma de los granos sub - redondeados a Sub - Angulares, bien calibrada, Matriz lodosa	Se extrajo la muestra Sec 8			
					AMARILLO	0		Arena de tamaño muy fino a medio granos sub - redondeados, moderadamente calibrado, abundante Ms, Estratificación cruzada, Contacto paralelo, matriz lodosa	Se extrajo la muestra Sec 6 y Sec 7			
					GRIS	0		Arena de tamaño medio a grueso, Matriz lodosa, granos sub - redondeados presencia de Ms en poca cantidad, Formación de estoraques, Mal Calibrado, Capa paralela y presencia de paleo - canales				

CONVENCIONES

	Arenisca Lodosa		Paleosuelo?		Contacto Onduloso Paralelo
	Lodolita Arenosa		Arenisca Lodosa Ligeramente Conglomeratica		Laminación Plana Paralela
	Conglomerado Arena Lodoso		Lodolita Conglomeratica		Estratificación Cruzada
	Cubierto		Lodolita Arenosa Ligeramente Conglomeratica		Paleo-Canales
					Lentes
					Derrumbe

6.1.4. Columna Estratigráfica Sector Gravas. Esta columna se ha realizado en el sector conocido como Rincón de Girón, en ARENAS Y GRAVAS SANTANDER S.A.S. Ubicada en las coordenadas N= 7°04'32.63"; W= 73°09'42.63"; Z= 732 msnm. Ver figura 18.

Figura 18. Afloramiento 4 (AF 4). Sector Gravas y Triturador de Santander.



Se presentan 5 estratos de los cuales de base a techo son: Un segmento de arena de tamaño fina a media, con cemento calcáreo, bien calibrada, perteneciente al segmento calcáreo del Pre-Órganos, o simplemente es un paleo-suelo, este segmento tiene un espesor de 0.5 metros. Seguido de un estrato de arenisca lodosa (Sm) la cual es una arena muy fina a fina con laminación plano paralela con presencia de muscovita y un espesor de 1.8 metros. Seguido de un estrato de arena lodosa (Sm) el cual presenta un espesor de 1.61 metros, siendo esta de tamaño de granos fina a media, presenta formación de estoraques. Luego le infrayace un estrato de arenisca lodosa (Sm), arena tamaño fino a medio, matriz areno – lodosa moderadamente calibrado, presenta formación de estoraques. Finalmente un estrato de conglomerado lodoso (Gm), donde se presenta un predominio de los tamaños guijos, Conglomerado grano decreciente, forma de

clastos sub - redondeados, matriz arenosa, clastos muy bien distribuidos. Ver figura 19.

Figura 19. Columna estratigráfica 4 (AF 4). Sector Gravas y Triturados de Santander.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN ÓRGANOS EN EL ANILLO VIAL QUE COMUNICA A LOS MUNICIPIOS DE FLORIDABLANCA Y GIRÓN EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

ESCALA: 1:100

COORDENADAS

N= 7° 4'32.63"

W= 73° 9'42.63"

Z= 732 MSNM

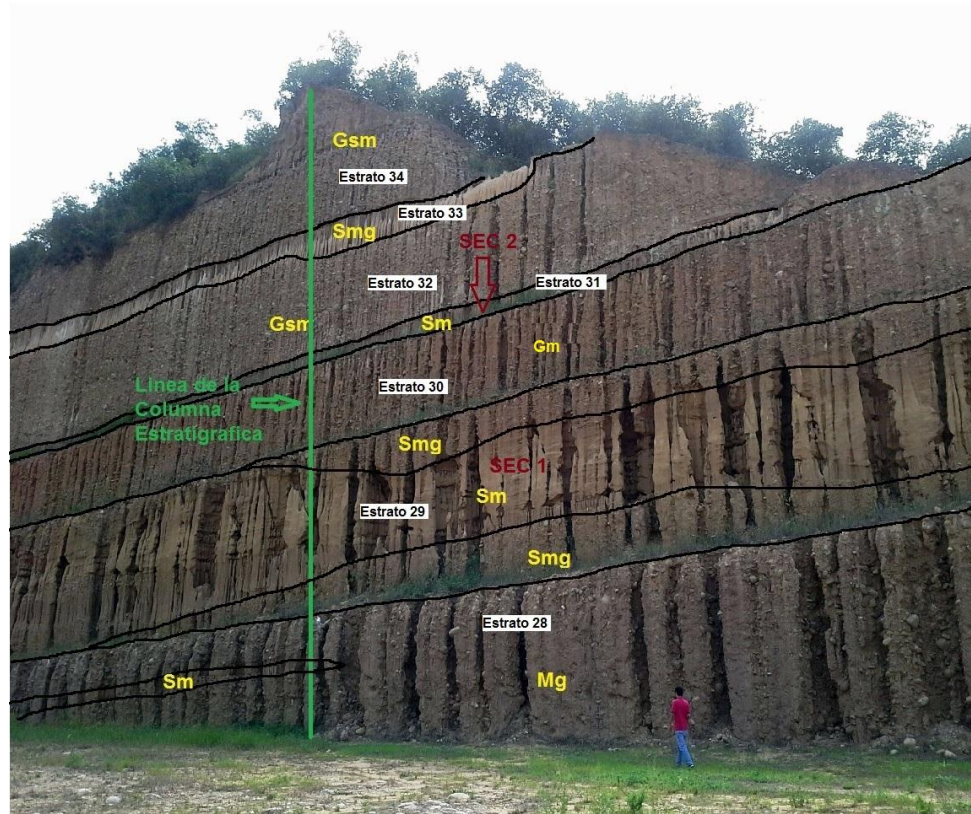
EON	ERA	PERIODO	UNIDAD	SEGMENTO	COLOR	ESPESOR ACUMULADO (m)	LITOLOGÍA, FORMA DE ESTRATOS, LAMINACIÓN INTERNA Md Wc Pc Gr+ Carbonatos Terrigenos	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	ENERGIA		
										B	M	A
FANEROZOICO	CENOZOICO	QUATERNARIO	ABANICO ALUVIAL DE BUCARAMANGA	ORGANOS	MARRÓN	1.5		Conglomerado grano decreciente, forma de clastos sub-redondeados, matriz arenosa lodosa, gravo soportada clastos muy bien distribuidos, tamaños granulos a guijos con predominio de los tamaños guijos.	Se extrae un clasto denominado como la muestra Sec 12 para sección delgada			
					AMARILLO	1.5		Arena tamaño fino a medio, matriz lodosa, arenosa soportada, moderadamente calibrada, formación de estoraques				
					GRIS	1.5		Arena fina a media, matriz lodosa, lodo soportada, forma de los granos sub - angular a sub redondeados, mal calibrado, contacto ondulado, formación de estoraques, presencia de Qz, Kfs, Pl.				
					AMARILLO	1.5		Arena muy fina a media, matriz lodosa, arenosa soportada, forma de los granos sub - angulares, bien calibrado, contactos paralelos, presencia de Ms, laminación plana paralela	Se extrae la muestra Sec 11 para sección delgada			
					GRIS	1.5		Paleosuelo? Pre - Órganos? Arena fina a media, bien calibrada. Matriz calcárea. Presencia de Kfs, Qz, Ms, Pl.				

CONVENCIONES

	Arenisca Lodosa		Paleosuelo?		Contacto Onduloso Paralelo
	Lodolita Arenosa		Arenisca Lodosa Ligeramente Conglomeratica		Laminación Plana Paralela
	Conglomerado Areno Lodoso		Lodolita Conglomeratica		Estratificación Cruzada
	Cubierto		Lodolita Arenosa Ligeramente Conglomeratica		Paleo-Canales
					Lentes
					Derrumbe

6.1.5. Columna Estratigráfica en el Sector de SEVICOL. Esta columna se ha realizado en el sector conocido como SEVICOL, ubicada en las coordenadas N= 7°05'0.951"; W= 73°08'22"; Z= 792 msnm. Ver figura 20.

Figura 20. Afloramiento 5 (AF 5). Sector Sevicol.



Se presentan 7 estratos, los cuales se describen de base a techo de la siguiente manera, en la base se presenta una lodolita conglomerática (Mg) con predominio de los clastos de tamaño guijo, con un espesor de 3.2 metros, una distribución irregular y presenta lentes de arena lodosa (Sm). Seguido de un estrato de arena lodosa (Sm) el cual presenta estratificación cruzada, de igual manera presenta unos lentes de arenisca lodosa ligeramente conglomerática (Smg), con un espesor de 4.72 metros y de esta se ha tomado una muestra para sección delgada. Seguido de un estrato de conglomerado areno lodoso (Gsm) el cual tiene contactos ondulados paralelos, un espesor de 2.51 metros y una distribución

homogénea con tamaño predominante de clastos guijos. Seguido un estrato de arena lodosa (Sm) del cual se tomó una muestra para sección delgada, Arenas de tamaño fino a medio, bien calibrada, en contactos paralelos ondulados con un espesor de 0.63 metros. Seguido un estrato de conglomerado areno lodoso (Gsm) con un espesor de 2.24 con predominio de los tamaños guijarro, distribución uniforme, matriz areno-lodosa, clastos sub - redondeados, con presencia de pequeños lentes de arena. Seguido un estrato de arenisca lodosa ligeramente conglomerática (Smg) con un espesor de 0.93 metros, tamaño de clastos predominante gránulos. Finalizando con una capa de conglomerado areno lodoso (Gsm) el cual tiene un espesor de 3.53 metros, con predominio de clastos tamaño guijo uniformemente distribuidos y contactos ondulados paralelos. Ver figura 21.

Figura 21. Columna estratigrafica 5 (AF 5). Sector Sevicol.

**COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCIÓN ÓRGANOS
EN LA VIA BUCARAMANGA - GIRÓN
EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

ESCALA: 1:100

COORDENADAS

N= 7°05'0.951"

W= 73°08'22"

Z= 792 MSNM

EON	ERA	PERIODO	UNIDAD	SEGMENTO	COLOR	ESPESOR ACUMULADO (m)	LITOLOGÍA, FORMA DE ESTRATOS, LAMINACIÓN INTERNA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	ENERGÍA		
										B	M	A
FANEROZOICO	CENOZOICO	QUATERNARIO	ABANICO ALLUVIAL DE BUCARAMANGA	ORGANOS	MARRÓN	0-4	Al-Li Arenas ferruginas Grava	Predominan los clastos de tamaño guijo, moderadamente distribuidos, matriz arenosa lodosa, con clastos subredondeados, mal calibrado.				
					BLANCO	4-8	Al-Li Arenas ferruginas	Arena de color blanco, con contactos ondulados paralelos, tamaño de clastos medio a grueso, forma estoraques.				
					MARRÓN	8-16	Al-Li Arenas ferruginas	Conglomerado con predominio de los tamaños guijarro, distribución uniforme, capa paralela matriz arenosa-lodosa, clastos sub-redondeados, con presencia de pequeños lentes de arena				
					GRIS	16-32	Al-Li Arenas ferruginas	Arenas de tamaño muy fino a medio, mal calibrada, en capas paralelas onduladas.	Muestra para sección delgada, denominada Sec 2			
					MARRÓN	32-48	Al-Li Arenas ferruginas	Se presentan tamaños predominantes de guijos matriz lodosa, distribución irregular, capa con contactos ondulados paralelos, Matriz arenosa lodosa.				
					AMARILLO	48-64	Al-Li Arenas ferruginas	Arenas de tamaño muy fino a fino, presenta estratificación cruzada, en capas paralelas onduladas presenta lentes conglomeraticos de tamaño guijo y granulos, se presenta debido a la erosión en forma de estoraques, matriz lodosa, moderadamente calibrado.	Se extrae la muestra denominada Sec 1 para sección delgada			
					MARRÓN	64-72	Al-Li Arenas ferruginas	Presenta tamaños de granulos a guijos, predominan los tamaños guijos, matriz arenosa lodosa distribución media clastos redondeados a subredondeados, presenta lentes de arenisca de tamaño fino a medio, con una distribución irregular. (Mal calibrado)				

CONVENCIONES

	Arenisca Lodosa		Paleosuelo?		Contacto Onduloso Paralelo
	Lodolita Arenosa		Arenisca Lodosa Ligeramente Conglomeratica		Laminación Plana Paralela
	Conglomerado Areno Lodoso		Lodolita Conglomeratica		Estratificación Cruzada
	Cubierto		Lodolita Arenosa Ligeramente Conglomeratica		Paleo-Canales
					Lentes
					Derrumbe

6.2. PETROGRAFIA (MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA)

Se ha realizado una descripción macroscópica textural y composicional a 11 muestras de arenas de las diferentes zonas que comprenden el área de estudio. De igual forma se describieron 3 clastos similares recolectados en 3 zonas diferentes en capas conglomerática. De las cuales a 8 muestras se les hizo sección delgada para el estudio microscópico 5 arenas y los 3 clastos.

Muestra SEC 1. Recolectada de la zona SEVICOL (AF 5)

La muestra SEC 1, fue tomada en el afloramiento 5 (AF5) en el estrato 29 (figura 20), en la zona de Sevicol ubicada en las coordenadas N= 7°05'0.951"; W= 73°08'22"; Z= 792 msnm.

Figura 22. Columna estratigráfica 5 (AF 5). Sector Sevicol.



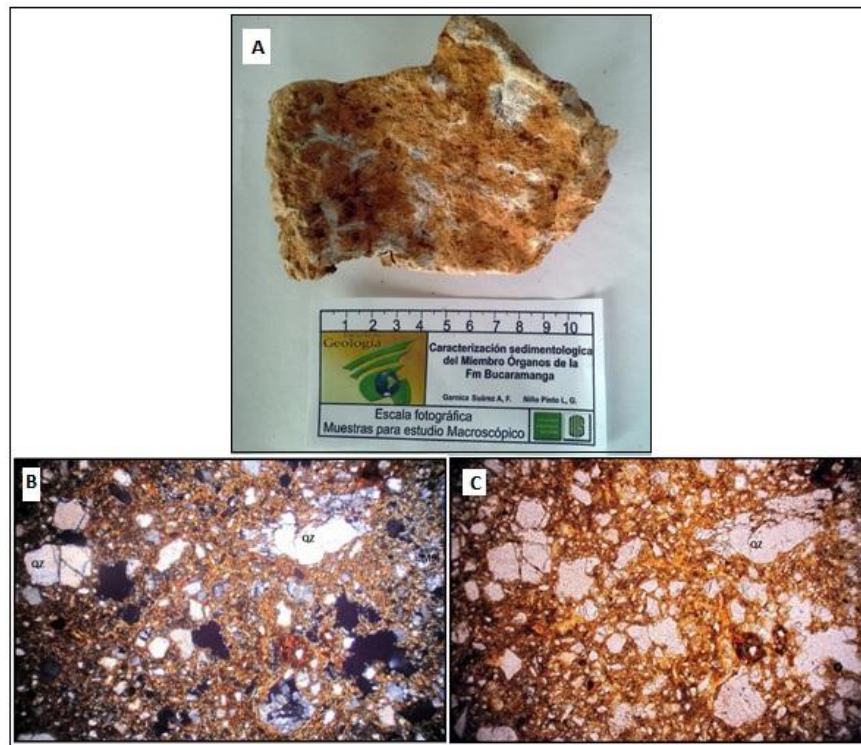
Se tiene una Arenisca lodosa - Arcosa de grano muy fino a fino, moderadamente calibrada, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en mayor proporción (52%), feldespato (40%) con algo de fragmentos de roca (3%), micas (5%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a tangencial, con matriz silíceica (90%) y

algo de caolín (10%). Se presentan cristales de cuarzo subhedral a anhedral, feldespatos subhedrales, micas anedhbrales, con escasa porosidad primaria entre granos de 2%. Ver figura 22.

Muestra SEC 2. Recolectada de la zona SEVICOL (AF 5) – Sección delgada

La muestra SEC 2, fue tomada en el afloramiento 5 (AF5) en el estrato 31 (figura 20), en la zona de Sevicol ubicada en las coordenadas N= 7°05'0.951"; W= 73°08'22"; Z= 792 msnm.

Figura 22. Muestra SEC 2, recolectada en Sevicol (AF 5) estrato 31. A) Muestra de mano SEC 2. B) Seccion delgada de la muestra SEC 2, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 2, nicoles paralelos, ocular 5x.



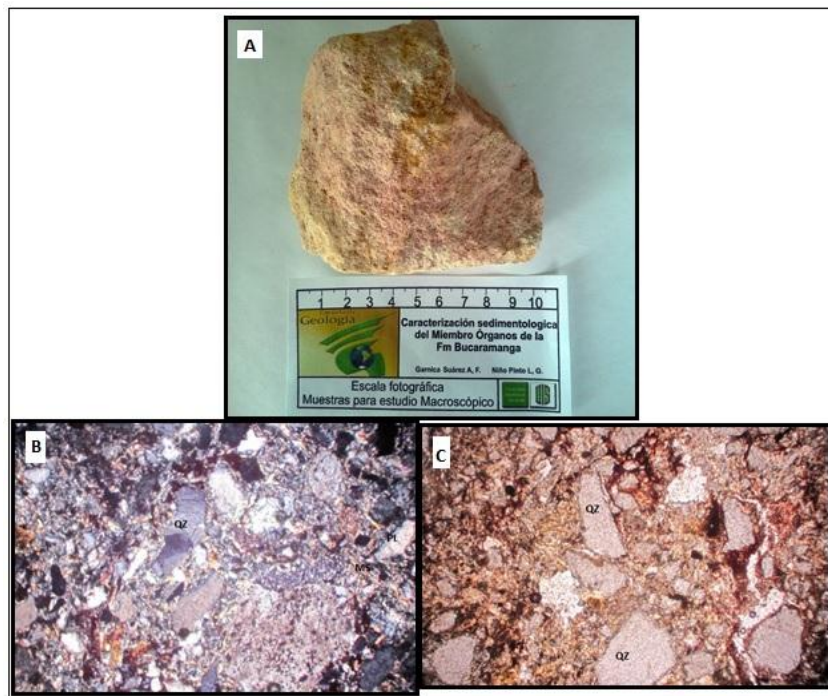
Se tiene una Arenisca lodosa – Arcosa lítica de grano muy fino a medio, con mal calibrado, granos esféricos sub – angulares a sub - redondeados, Cuarzo en

mayor proporción (60%) con feldespato (20%) con algo de fragmentos de roca (8%), micas (12%), Texturalmente inmadura, granos con contacto flotante a tangencial, con matriz silíceosa (70%) y caolín (30%), Se presentan cristales de cuarzo subhedral a anhedral, feldespatos subhedrales, micas anhedrales, armazón lodo soportada y matriz lodosa, con escasa porosidad primaria de 3%. Ver figura 23.

Muestra SEC 3. Recolectada de la zona PETROCO II (AF 2) – Sección delgada

La muestra SEC 3, fue tomada en el afloramiento 2 (AF2), estrato 20 (figura 14), en la zona de Petroco II, ubicada en las coordenadas N= 07°04'04,9"; W= 73°08'05,3", Z= 774 msnm.

Figura 23. Muestra SEC 3, recolectada en Petroco II (AF 2) estrato 20 A) Muestra de mano SEC 3. B) Sección delgada de la muestra SEC 3, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Sección delgada de la muestra SEC 3, nicoles paralelos, ocular 5x



Se presenta una Arenisca lodosa Arcosa de grano fino a medio, moderadamente calibrado, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en mayor proporción (47%) con feldespato (40%) con algo de fragmentos de roca (3%) y micas (10%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a tangencial, matriz silíceosa (40%) y caolín (60%), presentan cristales de cuarzo subhedral a anhedral, feldespato subhedral, mica anedhral, armazón lodo soportada y matriz lodosa, con una porosidad primaria de 2%. Ver figura 24.

Muestra SEC 4. Recolectada en la zona PETROCO II (AF 2)

La muestra SEC 4, fue tomada en el afloramiento 2 (AF2) (figura 14), en la zona de Petroco II, ubicada en las coordenadas N= 07°04´04,9"; W= 73°08´05,3", Z= 774 msnm.

Figura 24. Muestra SEC 4, recolectada en Petroco II (AF 2)



Se observa una Arenisca lodosa, Arcosa de grano fino a medio, moderadamente calibrado, granos esféricos sub - angulares a sub – redondeados, Feldespato en mayor proporción (60%) con cuarzo (32%) con algo de fragmentos de roca (3%),

micas (5%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a cóncavo, matriz con caolín (85%), y en menor proporción Sílice. (15%), armazón lodo soportado y matriz lodosa, con una porosidad primaria de 1%. Ver figura 25.

Muestra SEC5. Recolectada en la zona PETROCO II (AF 2)

La muestra SEC 5, fue tomada en el afloramiento 2 (AF2), estrato 24 (figura 14), en la zona de Petroco II, ubicada en las coordenadas N= 07°04'04,9"; W= 73°08'05,3", Z= 774 msnm.

Figura 25. Muestra SEC 5, recolectada en Petroco II (AF 2)



Se tiene una Arenisca lodosa Arcosa lítica de grano fino a medio, con mal calibrado, granos esféricos sub - angulares, Cuarzo en mayor proporción (45%) con feldespato (32%) con algo de fragmentos de roca (8%), micas (15%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal, con matriz sílicea (95%) y caolín (5%), cementada por sílice, con una porosidad primaria de 3%. Ver figura 26.

Muestra SEC 6. Recolectada en la zona LA DINASTIA (AF 3)

La muestra SEC 6, fue tomada en el afloramiento 3 (AF3), estrato 7 (figura 16), en la zona de La Dinastía, ubicada en las coordenadas N= 7°03'50,4"; W= 73°09'08,6"; Z= 745 msnm.

Figura 26. Muestra SEC 6, recolectada en La Dinastia (AF 3)



Se observa una Arenisca lodosa Arcosa de grano muy fino a medio, moderadamente calibrada, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en mayor proporción (60%) con feldespato (27%) con algo de fragmentos de roca (3%), micas (10%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a cóncavo, matriz silíceea (97%) con algo de caolín (3%), cementada por sílice, con una porosidad primaria de 1%. Ver figura 27.

Muestra SEC 7. Recolectada en la zona LA DINASTIA (AF 3)

La muestra SEC 7, fue tomada en el afloramiento 3 (AF3), estrato 7 (figura 16), en la zona de La Dinastía, ubicada en las coordenadas N= 7°03'50,4"; W= 73°09'08,6"; Z= 745 msnm.

Figura 27. Muestra SEC 7, recolectada en La Dinastia (AF 3)



Se presenta una Arenisca lodosa Arcosa de grano muy fino a medio, moderadamente calibrado, granos esféricos sub - angulares a sub – redondeados, Cuarzo en mayor proporción (50%) con feldespato (35%) con algo de micas (15%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a cóncavo convexo, con matriz y cemento silíceo (100%), con una porosidad primaria de 1%. Ver figura 28.

Muestra SEC 8. Recolectada en la zona LA DINASTIA (AF 3)

La muestra SEC 8, fue tomada en el afloramiento 3 (AF3), estrato 8 (figura 16), en la zona de La Dinastía, ubicada en las coordenadas N= 7°03'50,4"; W= 73°09'08,6"; Z= 745 msnm.

Figura 28. Muestra SEC 8, recolectada en La Dinastia (AF 3)

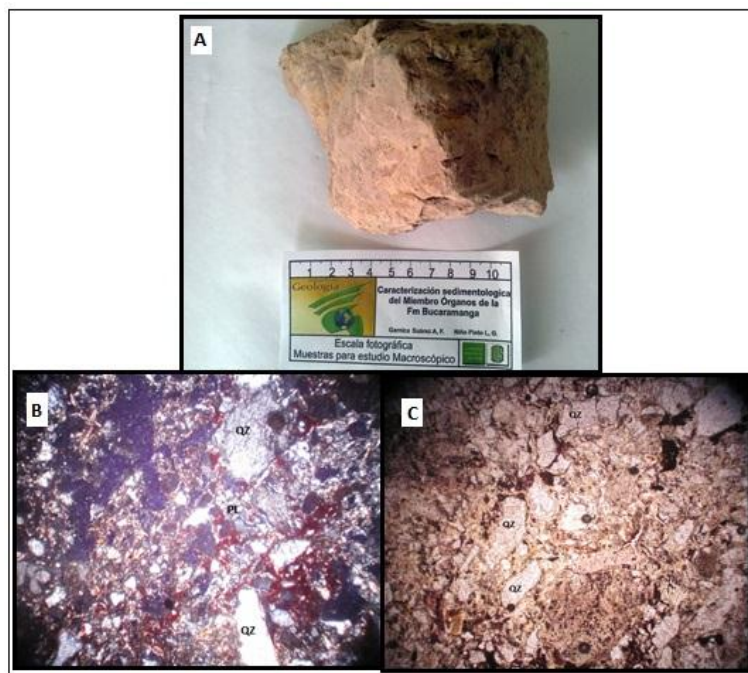


Se observa una Arenisca lodosa Arcosa lítica de grano fino a medio, con buen calibrado, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en igual proporción (42%) con feldespato (40%) con algo de fragmentos de roca (8%), micas (10%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a cóncavo convexa, cementada por sílice (95%) y algo de caolín (5%), Armazón lodo soportado y matriz lodosa, con una porosidad primaria de 1%. Ver figura 29.

Muestra SEC 9. Recolectada en la zona LA DINASTIA (AF 3) – Sección delgada

La muestra SEC 9, fue tomada en el afloramiento 3 (AF3), estrato 9 (figura 16), en la zona de La Dinastía, ubicada en las coordenadas N= 7°03'50,4"; W= 73°09'08,6"; Z= 745 msnm.

Figura 29. Muestra SEC 9, recolectada en La Dinastia (AF 3) estrato 9 A) Muestra de mano SEC 9. B) Seccion delgada de la muestra SEC 9, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 9, nicoles paralelos, ocular 5x



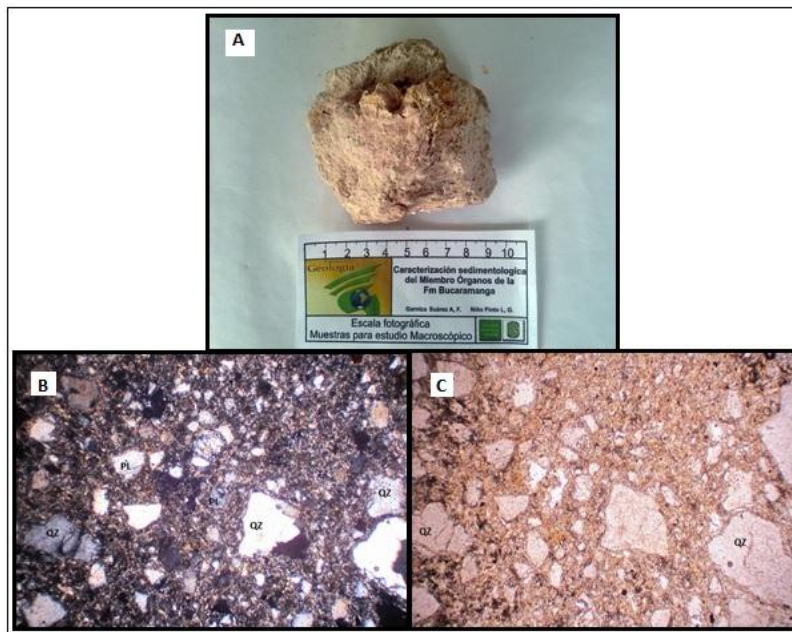
Se observa una lodolita arenosa, Arcosa de grano muy fino a medio, con mal calibrado, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en mayor proporción (60%) con feldespato (34%) con algo de fragmentos de roca (3%), micas (3%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a tangencial, con matriz silíceea (70%) y caolín (30%), cementada por sílice, presentan cristales de cuarzo

subhedral a anhedral, feldespato subhedral, mica anedhral, con una porosidad primaria de 4%. Ver figura 30.

Muestra SEC10. Recolectada en la zona LA DINASTIA (AF 3) – Sección delgada

La muestra SEC 10, fue tomada en el afloramiento 3 (AF3), estrato 10 (figura 16), en la zona de La Dinastía, ubicada en las coordenadas N= 7°03'50,4"; W= 73°09'08,6"; Z= 745 msnm.

Figura 30. Muestra SEC 10, recolectada en La Dinastia (AF 3) estrato 10 A) Muestra de mano SEC 10. B) Seccion delgada de la muestra SEC 10, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 10, nicoles paralelos, ocular 5x



Se observa una Lodolita arenosa Arcosa de grano muy fino a medio, con mal calibrado, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en mayor proporción (60%) con feldespato (34%) con algo de fragmentos de roca (3%), micas (3%), Texturalmente inmadura, granos con contacto longitudinal a tangencial, con matriz

silíceas (100%), presentan cristales de cuarzo subhedral a anhedral, feldespato subhedral, mica anhedrales, con una porosidad primaria de 4%. Ver figura 31.

Muestra SEC 11. Recolectada en la zona GRAVAS (AF 4)

La muestra SEC 11, fue tomada en el afloramiento 4 (AF 4), estrato 2 (figura 18), en la zona de Gravas, ubicada en las coordenadas N= 7°04'32.63"; W= 73°09'42.63"; Z= 732 msnm

Figura 31. Muestra SEC 11, recolectada en Gravas (AF 4)

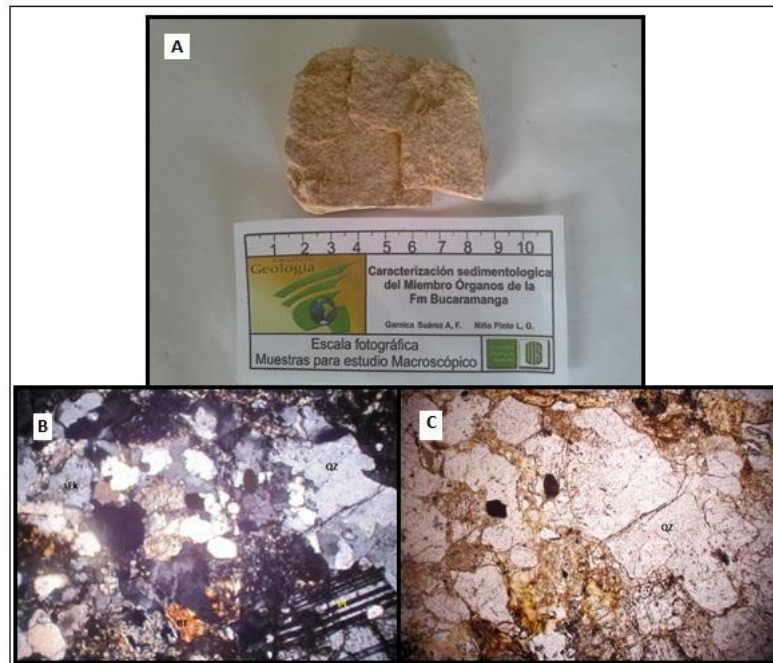


Se observa una Arenisca lodosa Sub - arcosa de grano muy fino a medio, con buen calibrado, granos esféricos sub – angulares, Cuarzo en mayor proporción (70%) con feldespato (17%) con algo de fragmentos de roca (3%), micas (10%), matriz silíceas (100%), Texturalmente inmadura, granos con contacto flotante a tangencial, cementada por sílice, Armazón lodo soportada y matriz lodosa, con una porosidad primaria de 3%. Ver figura 32.

Muestra SEC 12. Recolectada en la zona GRAVAS (AF 4)

La muestra SEC 12, fue tomada en el afloramiento 4 (AF 4), estrato 5 (figura 18), en la zona de Gravas, ubicada en las coordenadas N= 7°04'32.63"; W= 73°09'42.63"; Z= 732 msnm.

Figura 32. Muestra SEC 12, recolectada en Gravas (AF 4) estrato 5 A) Muestra de mano SEC 12. B) Seccion delgada de la muestra SEC 12, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Seccion delgada de la muestra SEC 12, nicoles paralelos, ocular 5x



Granito, roca ígnea, plutónica, félsica, presenta matriz fanerítica, mineralógicamente tiene Cuarzo (40%), Feldespato Potásico (32%), Plagioclasa (23%), y minerales Ferromagnesianos (biotita, anfíboles) (5%), textura holocristalina inequigranular.

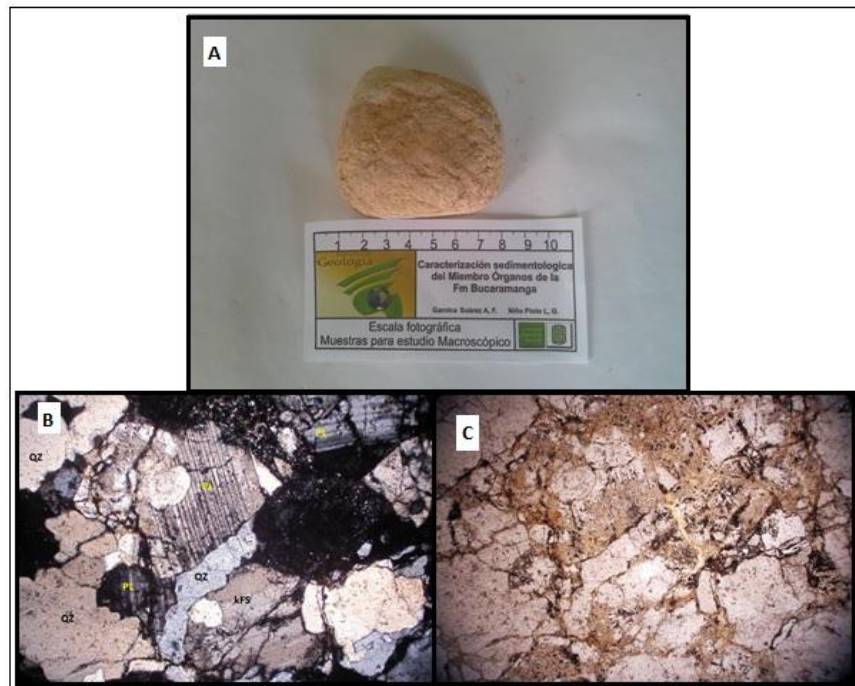
Se observa alteración de los Feldespatos a caolín, debido a agentes climáticos. Los minerales de Cuarzo presentan forma subhedral-anhedral, y en su mayoría

presentan fracturas intraminerales; Las Plagioclasas tienen forma anhedral, con fracturas mineral y alteración a caolinita. Ver figura 33.

Muestra SEC 13. Recolectada en la zona PETROCO (AF 1)

La muestra SEC 13, fue tomada en el afloramiento 1 (AF 1), estrato 19 (figura 12), en la zona de Petroco, ubicada en las coordenadas N= 7°03'59,4"; W= 73°08'05,8"; Z= 759 msnm.

Figura 33 Muestra SEC 13, recolectada en Petroco (AF 1) estrato 19 A) Muestra de mano SEC 13. B) Sección delgada de la muestra SEC 13, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Sección delgada de la muestra SEC 13, nicoles paralelos, ocular 5x



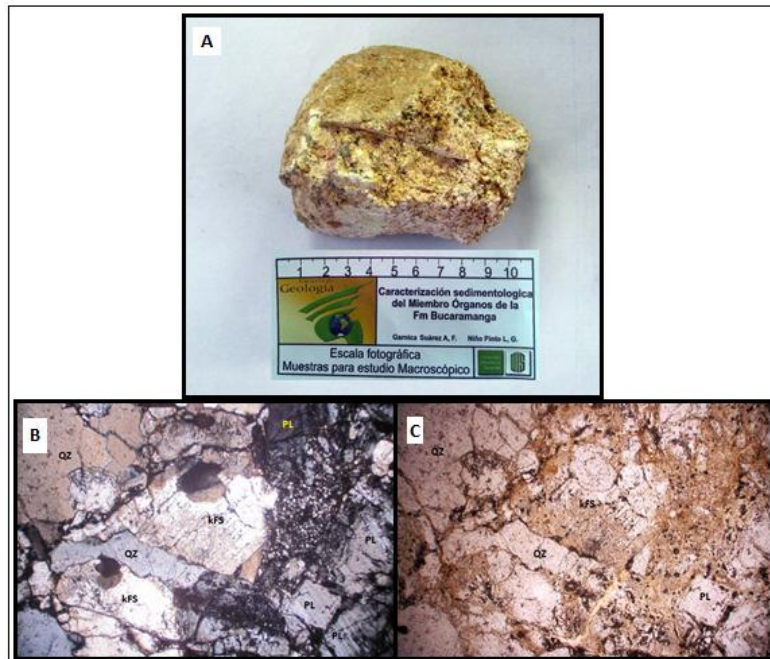
Granito, roca ígnea plutónica, félsica con matriz fanerítica, con minerales de Cuarzo (35%), Feldespato Potásico (33%), Plagioclasa (23%), Biotita y Anfíboles (5%), textura holocristalina inequigranular.

Los Feldespatos presentan alteración a caolín, como consecuencia de agentes climáticos. Los minerales de Cuarzo tienen forma anhedral con fracturas intramineral; Las Plagioclasas presentan forma subhedral-anhedral, donde se evidencia alteración a caolinita y sericita y muestra fracturamiento mineral. Ver figura 34.

MUESTRA SEC 14. Recolectada en la zona PETROCO II (AF 2)

La muestra SEC 14, fue tomada en el afloramiento 2 (AF 2), estrato 21 (figura 14), en la zona de Petroco II, ubicada en las coordenadas N= 07°04'04,9"; W= 73°08'05,3", Z= 774 msnm.

Figura 34 Muestra SEC 14, recolectada en Petroco II (AF 2) estrato 21 A) Muestra de mano SEC 14. B) Sección delgada de la muestra SEC 14, nicoles cruzados, ocular 5x. C) Sección delgada de la muestra SEC 14, nicoles paralelos, ocular 5x



Granito, roca ígnea plutónica, félsica con matriz fanerítica y presencia de minerales de Cuarzo (44%), Feldespato Potásico (28%), Plagioclasa (25%), Biotita (3%), textura holocristalina inequigranular.

Los Feldespatos Potásicos, presentan una forma subhedral a anhedral, también están alterando a Caolinita, se encuentra altamente fracturado. El Cuarzo tiene forma subhedral a anhedral con un alto fracturamiento mineral. Ver figura 35.

Se realizó el diagrama triangular para la clasificación textural y composicional, de las rocas siliciclásticas o terrígenas. Ver tabla 6.

Tabla 6. Clasificación Textural y Composicional de las muestra sec1, sec2, sec3, sec4, sec5, sec6, sec7, sec8, sec9, sec10, sec11.

MUESTRA	LODO	ARENA	GRAVA	TEXTURAL	FELDESPATO	FR	CUARZO	COMPOSICIONAL
SEC 1	36,84	63,16	0	Sm	42,11	3,16	54,74	Arcosa
SEC 2	22,22	77,78	0	Sm	22,73	9,09	68,18	Arcosa Lítica
SEC 3	33,33	66,67	0	Sm	44,44	3,33	52,22	Arcosa
SEC 4	41,24	58,76	0	Sm	63,16	3,16	33,68	Arcosa
SEC 5	33,33	66,67	0	Sm	37,65	9,41	52,94	Arcosa Lítica
SEC 6	25,77	74,23	0	Sm	30	3,33	66,67	Arcosa
SEC 7	25,77	74,23	0	Sm	41,18	0	58,82	Arcosa
SEC 8	15,79	84,21	0	Sm	44,44	8,89	46,67	Arcosa Lítica
SEC 9	68,42	31,58	0	Ms	54,35	2,17	43,48	Arcosa
SEC 10	55,56	44,44	0	Ms	35	3	62	Arcosa
SEC 11	40,86	59,14	0	Sm	18,89	3,33	77,78	Sub arcosa

Los datos en la tabla 6 fueron obtenidos de la descripción macroscópica y microscópica de las rocas anteriormente mostradas, en la que se determinó su clasificación textural y composicional de acuerdo a los diagramas triangulares propuestos por Folk y Wards (1974). Ver figura 36.

Figura 35. Diagramas triangulares para la clasificación textural y composicional de rocas sedimentarias.

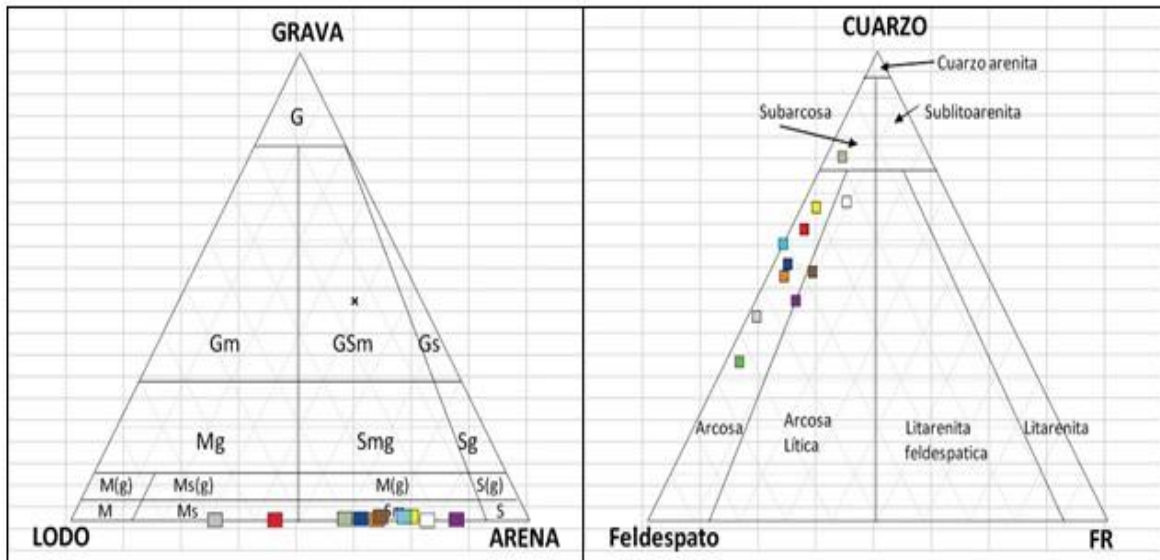
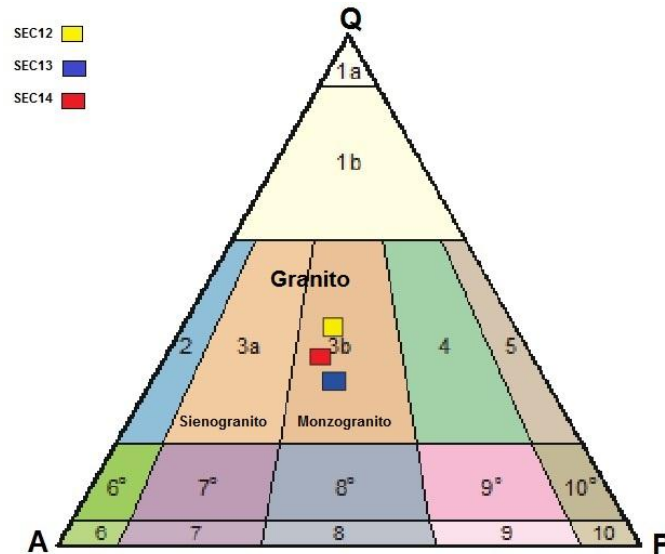


Figura 36. Triángulo de Strekeissen para clasificación de rocas ígneas plutónicas.



6.3. CONTEO DE CLASTOS

Se realizaron 4 conteos en cada capa conglomerática del área de estudio distribuidos: 2 en Petroco (AF 1) en la capa 15 (C1) y capa 19 (C2), 1 en Petroco II (AF 2) en la capa 20 (C4) y 1 La Dinastía (AF 3) en la capa 14 (C3). (Anexo 2).

Cada conteo de clastos está compuesto por 15 subconteos, es decir, en cada una de las cuatro capas conglomeráticas se realizó 15 veces el ejercicio de contar clastos, con el objetivo de obtener una mayor precisión en los resultados.

Para el conteo 1 (C1) se realizó una clasificación textural y composicional que nos permite observar la distribución de los clastos en relación a su composición y tamaño de grano.

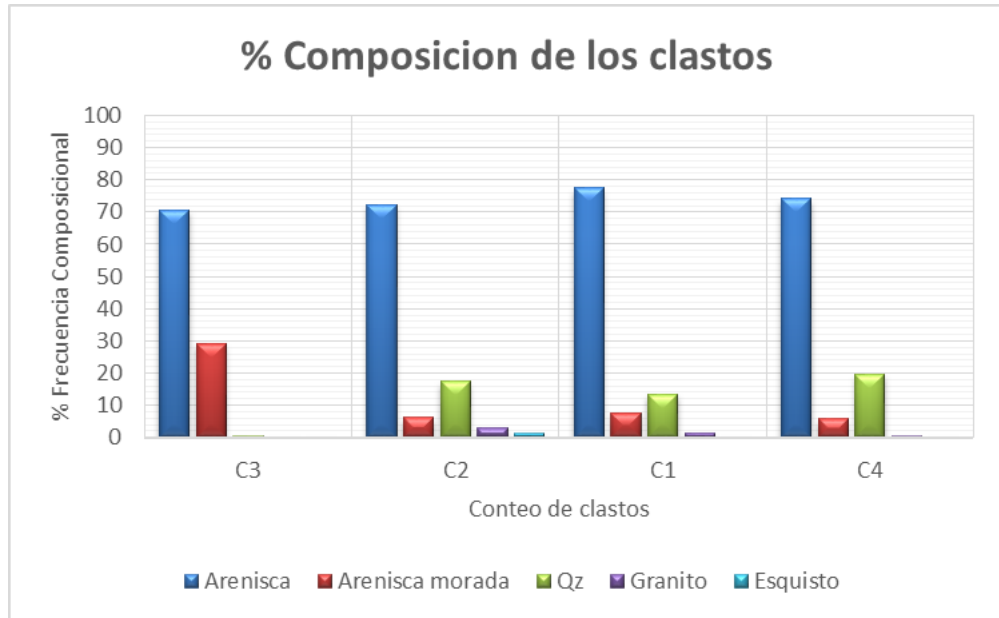
Se obtuvo composicionalmente arenisca, arenisca morada, Cuarzo, granito y esquisto. Ver tabla 7.

Tabla 7. Composición de los clastos en el conteo 1 (C1).

TABLA DE COMPOSICION DE LOS CLASTOS		
COMPOSICIÓN	TOTAL DE CLASTOS	Porcentaje
Arenisca	1314	72,40
Arenisca Morada	111	6,12
Qz	315	17,36
Granito	53	2,92
Esquisto	22	1,21
Total de clastos	1815	100

Se observa que la arenisca predomina en el conteo 1, con un 72,40%, seguida de cuarzo con 17,36% y en menor proporción se encuentran los clastos ígneo-metamórficos con 4,2%, distribuidos en la siguiente grafica junto con los conteos 2, 3 y 4. Ver figura 38.

Figura 37. Composición de los clastos en los conteos C1, C2, C3, C4.



De acuerdo a la gráfica anterior, composicionalmente se obtuvo:

En el conteo 1, C1 se obtuvo: 72,40% de arenisca, 6,12% de arenisca morada, 17,36% de cuarzo, 2,92% de granito, 1,21% de esquisto.

En el conteo 2, C2 se obtuvo: 77,47% de arenisca, 7,66% de arenisca morada, 13,39% de cuarzo, 1,49% de granito, 0% de esquisto.

En el conteo 3, C3 se obtuvo: 70,63% de arenisca, 29,26% de arenisca morada, 0,11% de cuarzo, 0% de granito, 0% de esquisto.

En el conteo 4, C4 se obtuvo: 75,85% de arenisca, 5,51% de arenisca morada, 18,43% de cuarzo, 0,21% de granito, 0% de esquisto.

Texturalmente en el Conteo 1 (C1), los clastos presentan tamaños que van desde arenas muy gruesas hasta guijarros. Ver tabla 8.

Tabla 8. Tamaños de los clastos en el Conteo 1 (C1)

Phi	Tamaño de clasto	Frecuencia	Porcentaje	% acumulado
0 -1	Arena Muy Gruesa	424	23,36	23,36
-1 -2	Granulo	622	34,27	57,63
-2 -3	Guijos	760	41,87	99,50
-3 -6	Guijarros	9	0,50	100,00
	TOTAL PUNTOS	1815	100	

Con la tabla 8 podemos identificar que los clastos están distribuidos de manera heterogéneamente como lo muestra su Porcentaje (%); Los Guijos es el tamaño que predomina en el Conteo 1 (C1), mientras que el tamaño Arena muy gruesa es de menor distribución; También se puede notar que hay una participación muy pequeña, casi despreciable, de clastos de tamaño Guijarros.

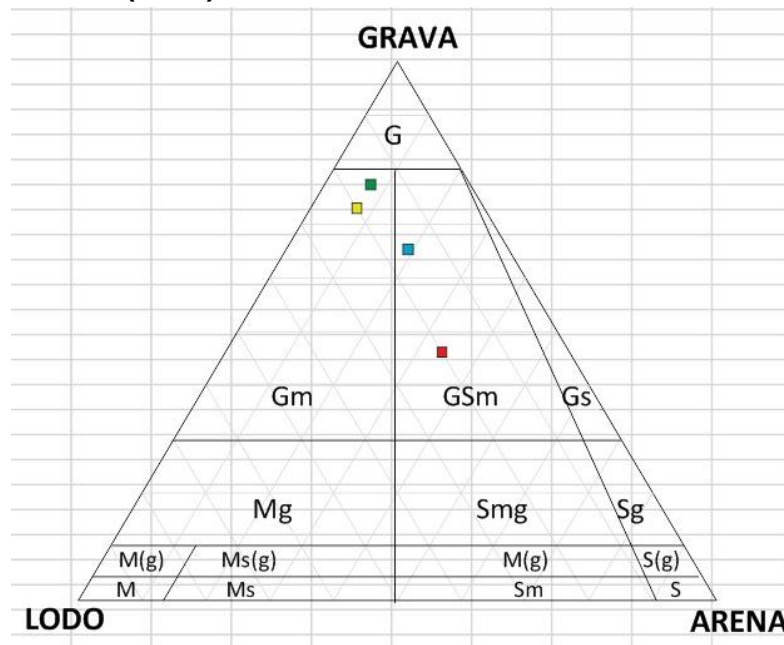
La distribución del Conteo 1 (C1), nos indica que las Arenas representan el 23,36% y las Gravas el 76,64% que representan el armazón del conglomerado. Ahora bien para realizar la clasificación textural del Conteo 1, necesitamos los parámetros Arenas, Grava y Lodo, por lo que directamente en el afloramiento se determinó el Porcentaje (%) de lodo (matriz) en el área que ocupa la malla metálica y por consiguiente se recalculan los valores de Arenas y Gravas; Teniendo entonces los valores de: Arenas 19,86%, Gravas 65,14% y Lodos 15%. Con estos porcentajes, la nomenclatura y terminología general y específica (de uso) se clasifica texturalmente las rocas siliciclásticas y de sedimentos, con base en el tamaño de grano, tomado de Folk y Wards (1974). Ver tabla 9.

Tabla 9. Clasificación textural de los clastos en los conteos C1, C2, C3, C4

Conteo	Clase textural	Clase textural mayor	Clase textural específica	% LODO	% ARENA	% GRAVA
C1	Gsm	Conglomerado Areno Lodoso	Conglomerado de guijos areno lodoso	15	19,18	65,14
C2	Gm	Conglomerado Lodoso	Conglomerado de guijos lodoso	20	7,23	77,27
C3	Gm	Conglomerado Lodoso	Conglomerado de guijos lodoso	25	7,27	72,73
C4	Gsm	Conglomerado Areno Lodoso	Conglomerado de guijos areno lodoso	20	33,98	46,02

El diagrama triangular “Ternary Plot” se ha modificado de Will Vaughan, summer 2010. Para poder realizar el diagrama triangular según folk y Wards (1974) en Caballero y Cruz (2007), donde se ubican los porcentajes de Arena, Grava y Lodo para obtener la clasificación textural como se ilustra en la siguiente gráfica: ver figura 38

Figura 38. Diagrama triangular para determinar la clasificación textural, según Folk y Wards (1974)



Fuente: CRUZ GUEVARA, Luis Enrique. CABALLERO, Víctor Manuel. Guías de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos, 2007.

Para cada uno de los conteos se realizó un tratamiento estadístico propuesto por Folk y Wards (1974), en donde se calculan los parámetros de: media, selección, asimetría, mediana y agudeza, explicados en el marco teórico (ver tabla 5). A continuación se detalla el tratamiento estadístico para el conteo de clastos 1 (C1), para los demás conteos (C2, C3, C4) se puede recurrir al anexo 2.

Para calcular los parámetros estadísticos propuestos por Folk y Wards (1974), es necesario calcular los percentiles en el Software Excel. Ver tabla 10.

Tabla 10. Percentiles utilizados para determinar los parametros estadisticos propuestos por Folk y Wards (1974)

PERCENTILES NECESARIOS PARA LOS PARAMETROS DE FOLK Y WARDS (1957)	
Percentil 1	-2
Percentil 16	-2
Percentil 50	-1
Percentil 84	0
Percentil 95	0
Percentil 05	-2
Percentil 75	-1
Percentil 25	-2

Con la tabla anterior tenemos que el Conteo 1 se caracteriza por presentar una curva de frecuencia con tendencia unimodal, con un promedio de grano $Mz = -1,25$; con la moda -2 , la media -1 y la mediana -1 . De los parámetros estadísticos de Folk y Wards se tiene una desviación estándar de $0,8$ lo que nos indica que es Moderadamente seleccionado; la curva tiene Asimetría de -2 muy negativa, lo cual indica que hay un exceso de los tamaños gruesos y con una angulosidad gráfica de $0,82$ (Platicurtica). Ver tabla 11.

Tabla 11 Parametros estadisticos propuestos por Folk (1974), para los conteos C1, C2, C3, C4

Conteo	Tipo	Promedio	Moda	Media	Mediana	Kurtosis	Asimetria	Desviacion estandar
C1	Unimodal	-1,25	-2	-1	-1	Platicurtica	Muy negativa	Moderadamente seleccionado
C2	Unimodal	-1,95	-2	-1,66	-2	Muy leptocurtica	Muy negativa	Pobremente seleccionado
C3	Unimodal	-1,58	-2	-1,66	-2	Platicurtica	Muy negativa	Moderadamente seleccionado
C4	Unimodal	-0,87	-1	-1	-1	Platicurtica	Muy negativa	Moderadamente seleccionado

6.4. ENSAYOS GRANULOMETRICOS

Se realizaron en los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, según la norma INV-E-123 de INVIAS. En total fueron 17 ensayos granulométricos con el propósito de establecer el ambiente de deposición de los sedimentos evaluados. Se muestra detalladamente el proceso utilizado en la muestra AF 1.1, que fue recolectada en el afloramiento 1 en la capa 15, los demás ensayos se pueden ver en anexo 3.

Ensayo granulométrico muestra AF 1.1

Se encuentra en el afloramiento (AF1), con coordenadas N: 07°03'59,6" W: 73°08'05,8", sector Petroco S.A. Esta muestra pertenece a la capa inferior, de la cual se obtuvieron los siguientes resultados. Ver tabla 12.

Tabla 12. Datos de diametro, frecuencia, % frecuencia, % frecuencia acumulada de la muestra AF1.1, que registra la distribucion del tamaño de los sedimentos en un ensayo granulometrico.

DATOS AF1.1						
PHI	DIAMETRO	FRECUENCIA	FRECUENCIA ABS	% FRECUENCIA	% FRECUENCIA ACUMULADA	
-5,66 -5,17	50,8	0	0	0,00	0,00	
-5,17 -4,67	36,1	0	0	0,00	0,00	
-4,67 -4,25	25,4	0	0	0,00	0,00	
-4,25 -3,67	19,05	0	0	0,00	0,00	
-3,67 -3,25	12,7	4,2	4,2	0,60	0,60	
-3,25 -2,25	9,52	3,9	8,1	0,56	1,16	
-2,25 -1	4,75	15,2	23,3	2,17	3,33	
-1 0,25	2	56	79,3	8,00	11,33	
0,25 1,25	0,84	80,3	159,6	11,47	22,80	
1,25 2	0,42	84,4	244	12,06	34,86	
2 2,75	0,25	90,8	334,8	12,97	47,83	
2,75 3,75	0,149	64,7	399,5	9,24	57,07	
3,75<#	0,074	37,4	436,9	5,34	62,41	

En la tabla 12 se observa que predominan los tamaños de grano de arena fina (0,25 mm) con 12,97%, arena media (0,42 mm) con 12,06% y arena gruesa (0,84 mm) con 11,47% y una menor participación de los granos de tamaño grava (4,75-12,7 mm) con 3,33%. En total las arenas representan el 59,08%, que junto con las

gravas suman 62,41% de la muestra, mostrando que el 37,59% de la muestra analizada no fue retenida por ningún tamiz, por lo tanto es material muy fino (lodos).

Los porcentajes de Grava, Arena y Lodos sirven para clasificar texturalmente los sedimentos según la nomenclatura, terminología general y específica (de uso), con base en el tamaño de grano, tomado de Folk 1974. Así mismo los porcentajes obtenidos de Gravas y Arenas son usados para realizar la gráfica de Porcentaje de Frecuencia Acumulada (%) vs. Diámetro (Φ), la cual nos ayuda a desarrollar los parámetros estadísticos de Folk y Wards (1974), en la que más adelante se profundizará sobre ello.

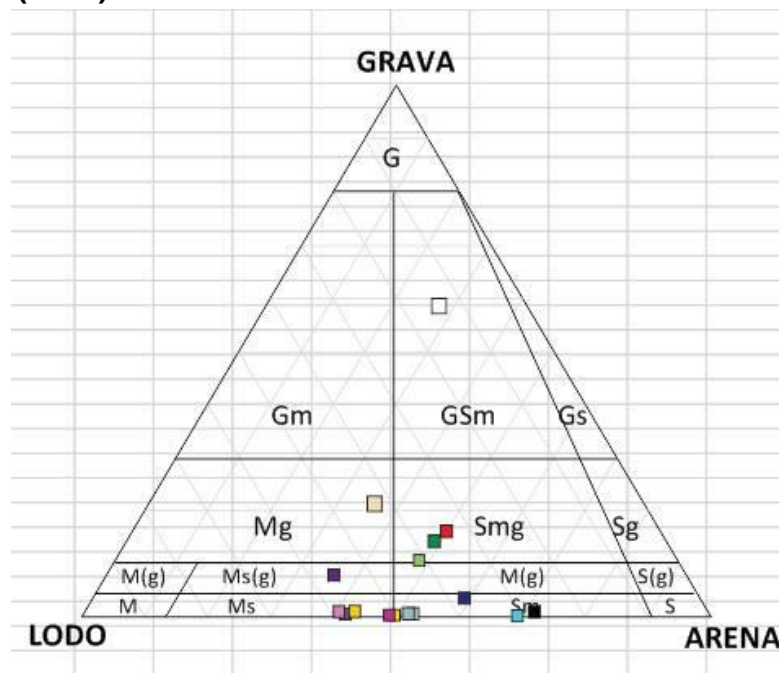
En la tabla 13 se muestra la clasificación textural de los sedimentos analizados en los ensayos granulométricos. Ver tabla 13.

Tabla 13. Clasificación textural de los sedimentos analizados en el ensayo granulométrico para cada una de las muestras

MUESTRA	CLASE TEXTURAL	CLASE TEXTURAL MAYOR	CLASE TEXTURAL ESPECIFICA	% LODO	% ARENA	% GRAVA
AF1.1	Sm	Arenisca Lodosa	Arenisca Gruesa Lodosa mal calibrada	37,59	59,09	3,33
AF1.2	Smg	Arenisca Lodosa Ligeramente conglomeratica	Arenisca Fina Limosa Ligeramente Guijarrosa	34,04	49,73	16,23
AF1.3	Smg	Arenisca Lodosa Ligeramente conglomeratica	Arenisca Fina Limosa Ligeramente Guijarrosa	36,96	48,57	14,5
AF1.4	Sm	Arenisca Lodosa	Arenisca Gruesa Lodosa mal calibrada	27,39	71,73	0,89
AF1.5	Sm	Arenisca Lodosa	Arenisca Gruesa Lodosa mal calibrada	50,26	49,74	0
AF1.6	Sm	Arenisca Lodosa	Arenisca Gruesa Lodosa mal calibrada	47,72	52,08	0,3
AF1.7	Ms(g)	Lodolita Arenosa Ligeramente Conglomeratica	Arcillolita Arenosa Gruesa Ligeramente Guijarrosa	56,07	35,89	8,04
AF1.8	Mg	Lodolita Conglomeratica	Lodolita Guijarrosa	43,27	35,18	21,55
AF1.9	Ms	Lodolita Arenosa	Limolita Arenosa Gruesa	58,17	41,83	0,00
AF1.10	Ms	Lodolita Arenosa	Limolita Arenosa Gruesa	48,21	51,16	0,63
AF1.11	Gsm	Conglomerado Areno Lodoso	Conglomerado de Guijos Areno Lodoso	14,13	27,34	58,53
AF3.1	Ms	Lodolita Arenosa	Limolita Arenosa Gruesa	50,22	49,78	0,00
AF3.2	Ms	Lodolita Arenosa	Limolita Arenosa Gruesa	56,40	42,89	0,71
AF2.1	Smg	Arenisca Lodosa Ligeramente conglomeratica	Arenisca Fina Limosa Ligeramente Guijarrosa	41,19	48,20	10,61
AF2.2	Ms	Lodolita Arenosa	Limolita Arenosa Gruesa	59,64	40,36	0,87
AF2.3	MS	Lodolita Arenosa	Limolita Arenosa Gruesa	58,16	41,56	0,29
AF2.4	Sm	Arenisca Lodosa	Arenisca Gruesa Lodosa mal calibrada	30,60	69,40	0,00

El diagrama triangular “Ternary Plot” se ha modificado de Will Vaughan, summer (2010), para realizar el diagrama triangular según Folk y Wards (1974) en Caballero y Cruz (2007). En el que se ubica cada una de las muestras de acuerdo a su porcentaje de Grava, Arena y Lodo. Ver figura 39.

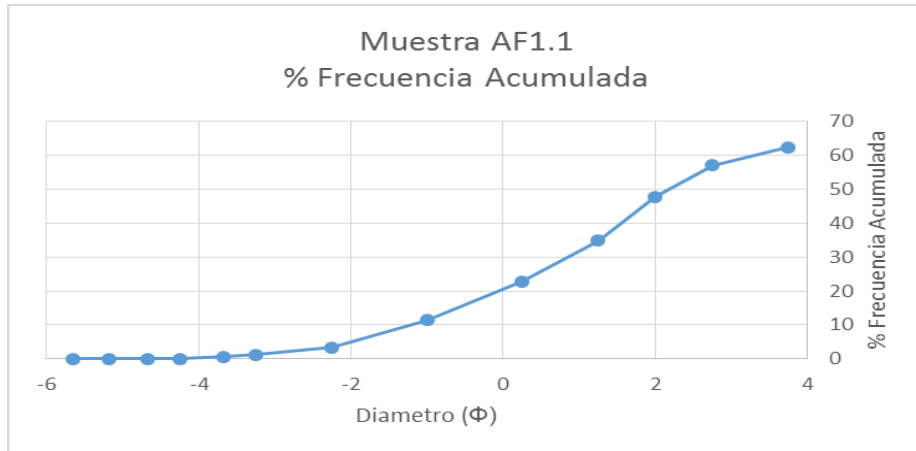
Figura 39 Diagrama triangular para determinar la clasificación textural, según Folk y Wards (1974)



Fuente: Modificado de: CRUZ GUEVARA, Luis Enrique. CABALLERO, Víctor Manuel. Guías de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos, 2007

La gráfica de porcentaje de frecuencia acumulada (%) vs Diámetro (Φ) nos confirma lo anteriormente enunciado sobre la tabla 12, donde un total de aproximadamente el 63% de muestra fue retenida por los tamices, mientras que el 37% restante superó estos tamices, por lo que no se tiene en cuenta para el cálculo de los parámetros de Folk y Wards (1974).

Figura 40. Grafica que muestra el % de Frecuencia Acumulada.



Con la gráfica anterior se determinaron los percentiles para desarrollar las formulas (ver tabla 5) que se utilizan al momento de establecer los parámetros estadísticos de Folk y Ward (1974). Ver tabla 14.

Tabla 14. Percentiles para los parámetros de Folk y Wards (1974), muestra AF1.1

PERCENTILES NECESARIOS PARA UTILIZAR LOS PARAMETROS DE FOLK Y WARDS	
Per 16	-1,00
Per 50	1,25
Per 84	2,75
Per 95	3,75
Per 05	-3,67
Per 75	2,00
Per 25	0,25
Per 1	-3,25

Al utilizar los parámetros obtenemos que se tiene una curva suave unimodal, con un promedio de tamaño de grano de 1,16, moda 2, una media de 1 y una mediana de 1,25. Según los parámetros de Folk y Wards (1974), se tiene una desviación estándar de 2,06 lo que nos indica que es muy pobremente seleccionado, La curva presenta una Asimetría de 0,43 muy positiva, que nos señala que tiene un

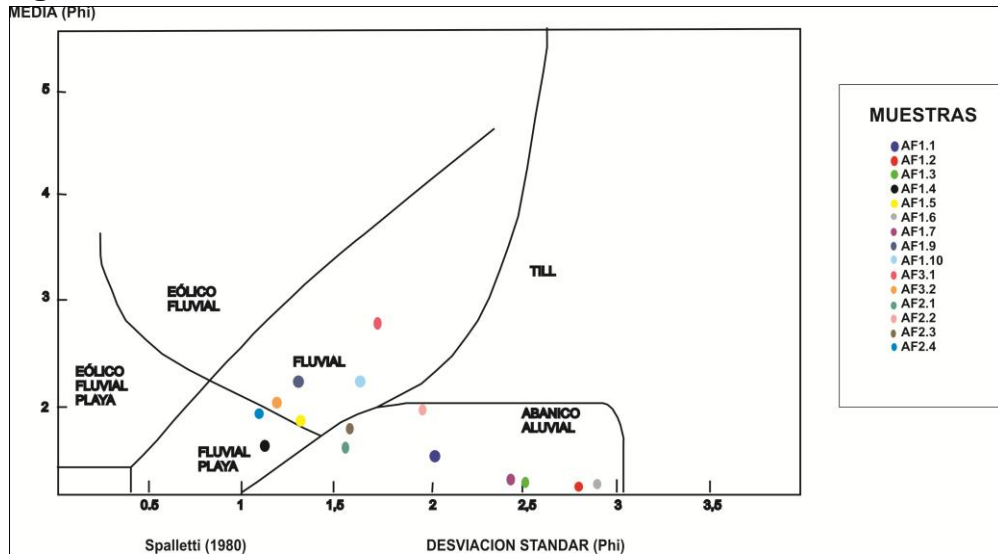
exceso de tamaños finos, y una Kurtosis de 1,74 siendo está muy leptocurtica. Ver tabla 15.

Tabla 15 Parametros estadísticos propuestos por Folk y Wards (1974)

MUESTRA	TIPO	PROMEDIO	MODA	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	ASIMETRIA	KURTOSIS
AF1.1	Unimodal	1,16	2	1	1,25	Muy pobremente seleccionado	Muy positiva	Leptocurtica
AF1.2	Bimodal	0,36	1,25	0,25	1,25	Muy pobremente seleccionado	Cercanamente	Muy Platicurtica
AF1.3	Bimodal	0	0,25	0,33	0,25	Muy pobremente seleccionado	Negativa	Muy Leptocurtica
AF1.4	unimodal	1,2	1,25	1,16	1,25	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Leptocurtica
AF1.5	unimodal	1,96	2,75	1,66	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Leptocurtica
AF1.6	unimodal	1,88	1,25	2,33	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Muy Leptocurtica
AF1.7	Unimodal	0,57	1,25	0,58	1,25	Pobremente seleccionado	Positiva	Leptocurtica
AF1.8	Unimodal	-0,27	-3,67	-0,22	0,25	Muy pobremente seleccionado	Negativa	Muy Platicurtica
AF1.9	Unimodal	2	1,25	2,33	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Leptocurtica
AF1.10	Unimodal	2	2	2,33	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Leptocurtica
AF1.11	Bimodal	-2,36	-4,67	-2,36	-3,67	Pobremente seleccionado	Cercanamente	Muy Platicurtica
AF3.1	Unimodal	2,55	2	2,83	2,75	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Muy Leptocurtica
AF3.2	Unimodal	2	2,75	2	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Muy Leptocurtica
AF2.1	Bimodal	0,61	-1	0,58	1,25	Muy pobremente seleccionado	Positiva	Leptocurtica
AF2.2	Unimodal	1,84	1,25	2	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Muy Leptocurtica
AF2.3	Unimodal	1,49	1,25	1,41	1,25	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Mesocurtica
AF2.4	Unimodal	1,98	1,25	2	2	Pobremente seleccionado	Muy positiva	Leptocurtica

Para identificar el ambiente sedimentario de cada muestra, se han empleado los parámetros Media y Desviación Estándar de Folk y Wards (1974) utilizada en la gráfica de Spalletti (2007). En esta grafica solo se pueden relacionar los valores positivos de Media y Desviación Estándar. Ver figura 41.

Figura 41. Ambientes sedimentarios, para ubicar los resultados de los ensayos granulométricos.



Fuente: Modifica de: SPALLETTI, Luis A. Textura de las rocas sedimentarias plásticas. Cátedra de sedimentología. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Argentina. 2007

Se observa que estas muestras analizadas comprenden los ambientes sedimentarios: Fluvial, Fluvial Playa y Abanico Aluvial. El ambiente Fluvial comprende las muestras AF1.9, AF1.10, AF3.1, AF3.2, en el ambiente Fluvial Playa se encuentran las muestras AF1.4, AF2.4 y el ambiente de Abanico Aluvial las muestras AF1.1, AF1.2, AF1.3, AF1.5, AF1.6, AF1.7, AF2.1, AF2.2, AF2.3. Se han agrupado las muestras en la siguiente tabla. Ver tabla 16.

Tabla 16 Muestras de ensayo granulométrico según su ambiente sedimentario

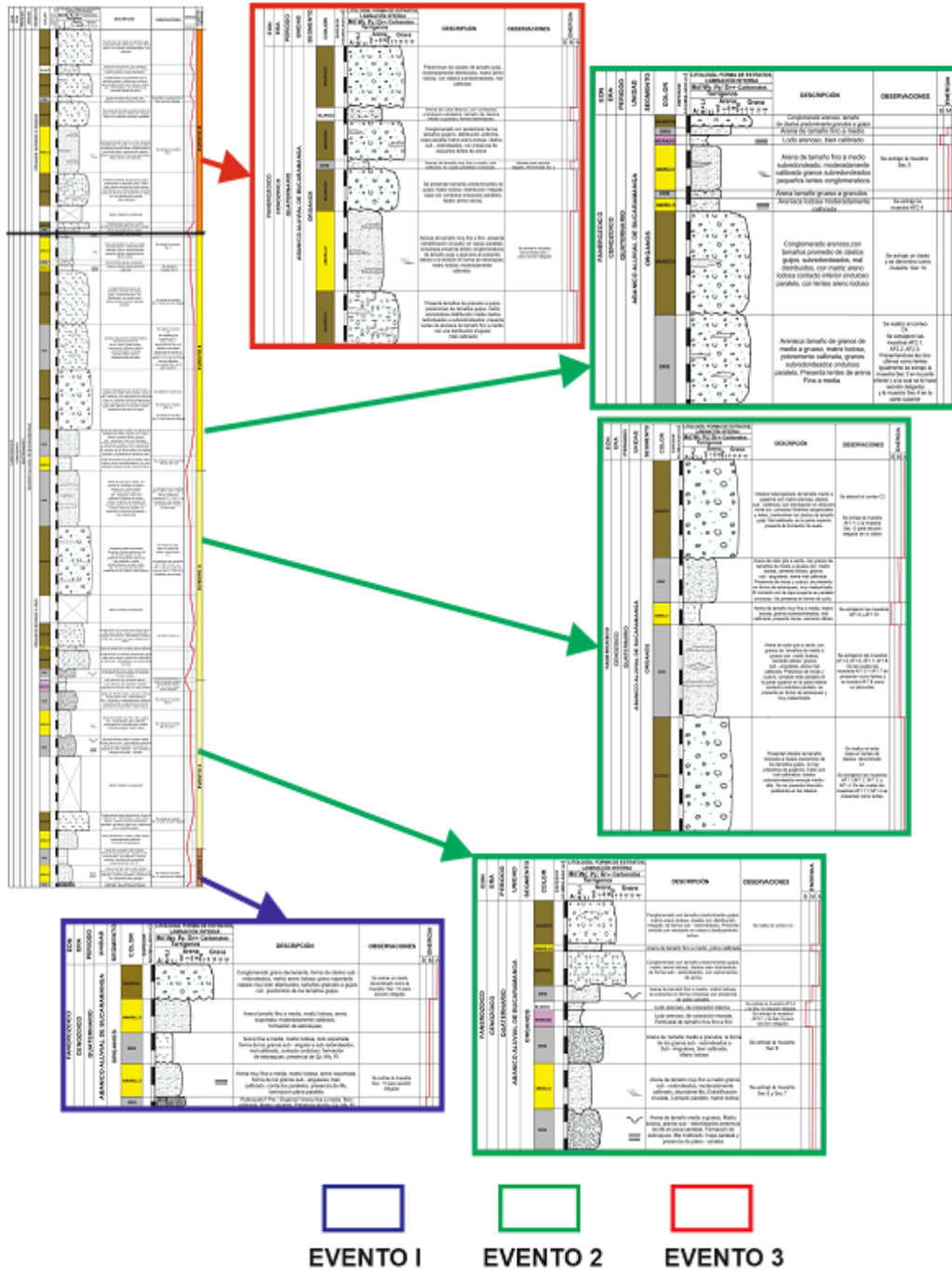
AMBIENTE	MUESTRAS
FLUVIAL	AF1.9, AF1.10, AF3.1, AF3.2
PLAYA FLUVIAL	AF1.4, AF2.4
ABANICO ALUVIAL	AF1.1, AF1.2, AF1.3, AF1.5, AF1.6, AF1.7, AF2.1, AF2.2, AF2.3

Se definen los siguientes sectores cubiertos: (1) La columna del sector Gravas y la columna del sector La Dinastía con un espesor cubierto de 5,43 metros. (2) La columna del sector La Dinastía y la columna del sector Petroco con un espesor cubierto de 2,7 metros, (3) la columna del sector Petroco 2 y la columna del sector Sevicol con un espesor cubierto de 1,54 metros.

La columna del sector Petroco con la columna del sector Petroco 2, se puede ver que hay un estrato de arenisca lodosa ligeramente conglomerática de la columna Petroco 2 donde se pierde el registro, en la columna del sector Petroco. Lo cual indica que este estrato se presenta en forma de cuña, dando así una relación directa entre los dos estratos conglomerático arenosos presentes. El ultimo estrato de la columna Petroco y el segundo estrato de la columna Petroco 2. Con lo cual podemos dar continuidad a la secuencia estratigráfica.

Correlacionados los resultados del análisis anterior, se ha generado la columna estratigráfica generalizada de la zona. Mediante seguimiento de la continuidad lateral, la cual comprende un espesor total de 84,3 metros. Ver figura 43.

Figura 43. Columna estratigráfica generalizada, dividida por cada evento que registra de acuerdo a sus niveles de energía.



Mediante los siguientes parámetros:

Energía baja= Lodos arenosos;

Energía media= Tamaño arenas;

Energía alta= Los conglomerados.

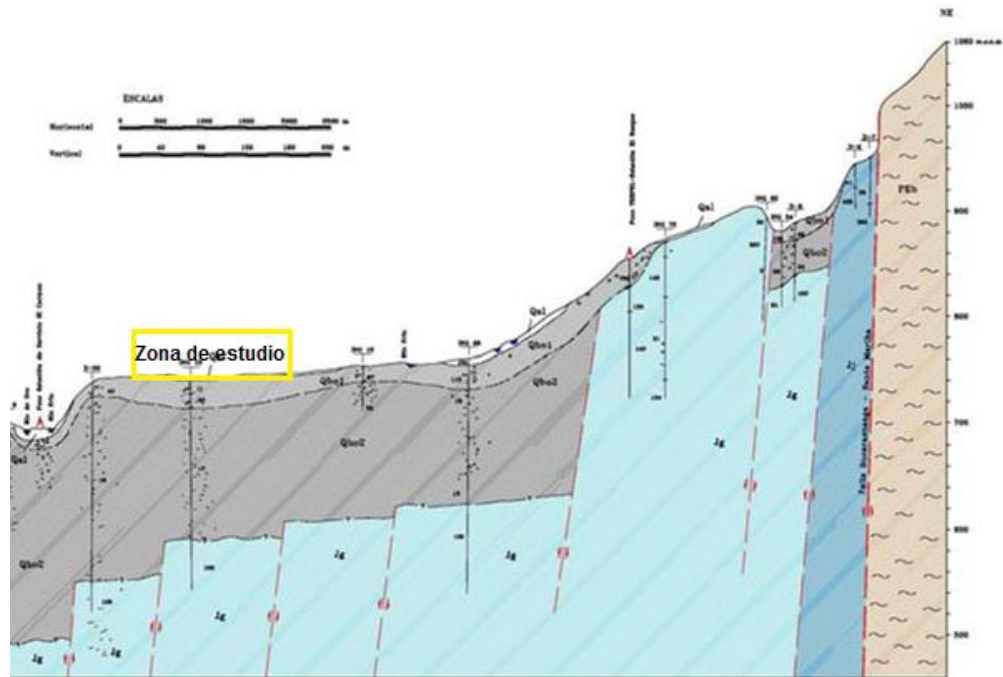
Se trazó la línea de energía como en todas las columnas estratigráficas, pero en la columna generalizada se observó un comportamiento particular. Teniendo que en la parte más baja de la sección se encuentra un (1) primer evento energético que va desde energía baja a media que abarca el nivel calcáreo o paleosuelo. Luego sigue un (2) segundo evento energético que inicia desde una energía baja, pasando por energía media a alta y termina de nuevo en energía baja. Dicho ciclo se repite de esta manera 3 veces y después el patrón energético que se observa desaparece y empieza un nuevo (3) tercer evento con energía de media a alta.

Se relaciona este evento II de cierta manera con los ambientes interpretados anteriormente en los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos, los cuales son abanico aluvial, fluvial y fluvial playa.

Se interpreta el cambio de nivel energético entre el evento 2 y evento 3, como la línea que divide el miembro superior del Órganos que es más grueso y el miembro inferior del Órganos que es más fino, ver figura 44, según lo descrito por De Bermoudes y Vásquez (2010). Donde se diferencian:

- **El nivel Grueso:** Presenta resistividades entre los 40 y 750 ohm-m, siendo su espesor entre 15 y 30m.
- **El nivel Fino:** Tiene resistividades entre los 5 y 25 ohm-m y su espesor varía entre los 120 y 180 m en la parte más profunda de la depresión.

Figura 44. Perfil Geológico-Geofísico 3 – 3`. Perfil se ha realizado en el sentido W – NE. Su localización es prácticamente paralela al valle del río Frío, al sur de la zona de estudio. Tomado de Modelo geológico geofísico con fines hidrogeológicos para el área metropolitana de Bucaramanga.



Fuente: Modificado de: VÁSQUEZ, Luis, Eduardo; BERMOUDES, Olga. INGEOMINAS. Modelo geológico geofísico con fines hidrogeológicos para el área metropolitana de Bucaramanga. Bogotá, Colombia. 2010.

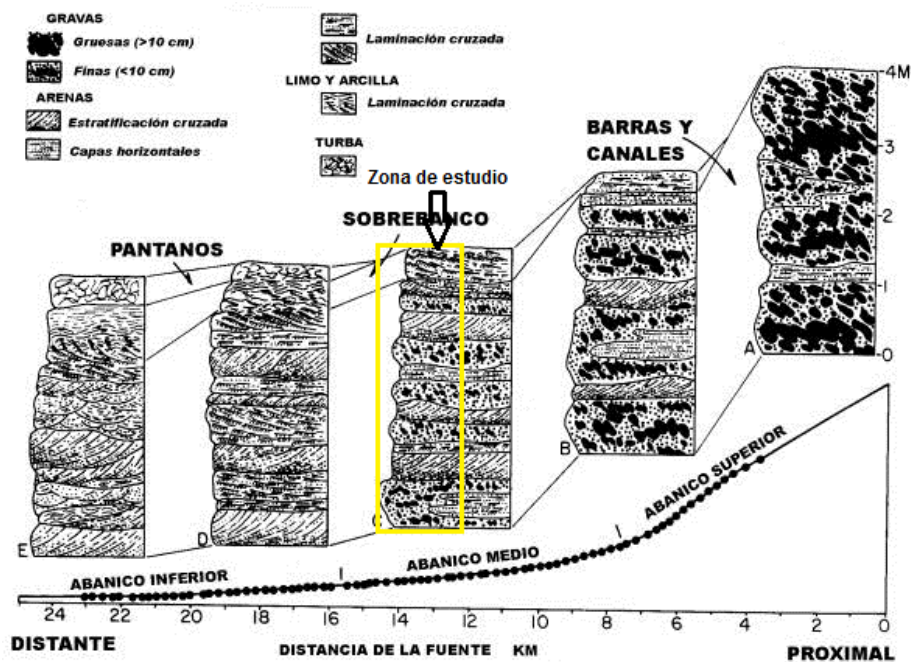
En la columna estratigráfica generalizada se tiene:

- **Nivel Grueso:** Para este nivel se tiene un espesor de 19,8 metros en la zona de estudio, el cual comprende de areniscas lodosas, areniscas ligeramente conglomerática, lodolitas conglomerática, conglomerados areno lodosos, representando el (3) tercer evento energético.
- **Nivel Fino:** Para este nivel se tiene un espesor de 64,5 metros en la zona de estudio, el cual comprende areniscas lodosas, areniscas ligeramente conglomerática, lodolitas conglomerática, conglomerados areno lodosos y lodolitas arenosas que comprenden el (1) primer y (2) segundo evento energético.

La zona de estudio se ubica en la parte transicional entre el cuerpo y el pie del abanico aluvial, lo cual se deduce por la presencia de conglomerados gruesos (>10cm), arenas con estratificación cruzada, arenas con laminación plano paralela, lodolitas arenosas y también por la ubicación en el modelo de elevación antes mencionado.

Se expone en la siguiente figura las características texturales y sedimentarias que presenta la zona de estudio y las cuales nos hacen referencia a la ubicación dentro del abanico aluvial. Ver figura 45.

Figura 45. Ubicación de la zona de estudio en el Abanico Aluvial de Bucaramanga. Tomado de Variación de los depósitos dentro de un abanico aluvial.



Fuente: Modificado de: ARCHE, Alfredo. Variación de los depósitos dentro de un abanico aluvial Sedimentología, nuevas tendencias. Vol I. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1989.

Se establece y se relaciona el cambio de pendiente que se estaba generando al inicio del levantamiento tectónico que se originó en la región. Debido a la actividad

de los sistemas de fallas Suarez y Bucaramanga – Santa Marta y la simultánea depositación de los sedimentos del abanico aluvial, con el cambio energético que regula la depositación de sedimentos. De igual manera tiene gran importancia los factores tiempo, relieve, geología y clima que facilitaron dichos cambios.

En resumen cada evento se fue dando de la siguiente manera:

- **Evento 1**

Hubo una depositación del abanico aluvial con energía baja a media influenciada por ríos trezados. En la que se inicia con una energía baja formando un paleosuelo, el cual es la base de la columna estratigráfica generalizada. Luego la energía aumentó de baja a media, donde se da lugar a la depositación de arenas lodosas y lodos arenosos con estratificación cruzada y laminación plano paralela.

- **Evento 2**

Inicia con un aumento progresivo de baja, media y alta energía, el cual se justifica por el levantamiento tectónico, aumentando la pendiente topográfica de la región, generando un mayor aporte de sedimentos al abanico aluvial dominado por corrientes caracterizadas por flujos de escombros, fluidos que llenan canales y forman barras y depósitos intermedios de facies mayores Gms y Gp con interdigitaciones de depósitos de corriente de canal de facies menores sp y fm, Niño y Vargas (1993). Depositando arenas lodosas, lodos arenosos, arenisca ligeramente conglomerática, lodolitas conglomerática y conglomerados arenosos de manera repetitiva en tres ocasiones controladas por el avance y desarrollo del levantamiento tectónico.

- **Evento 3**

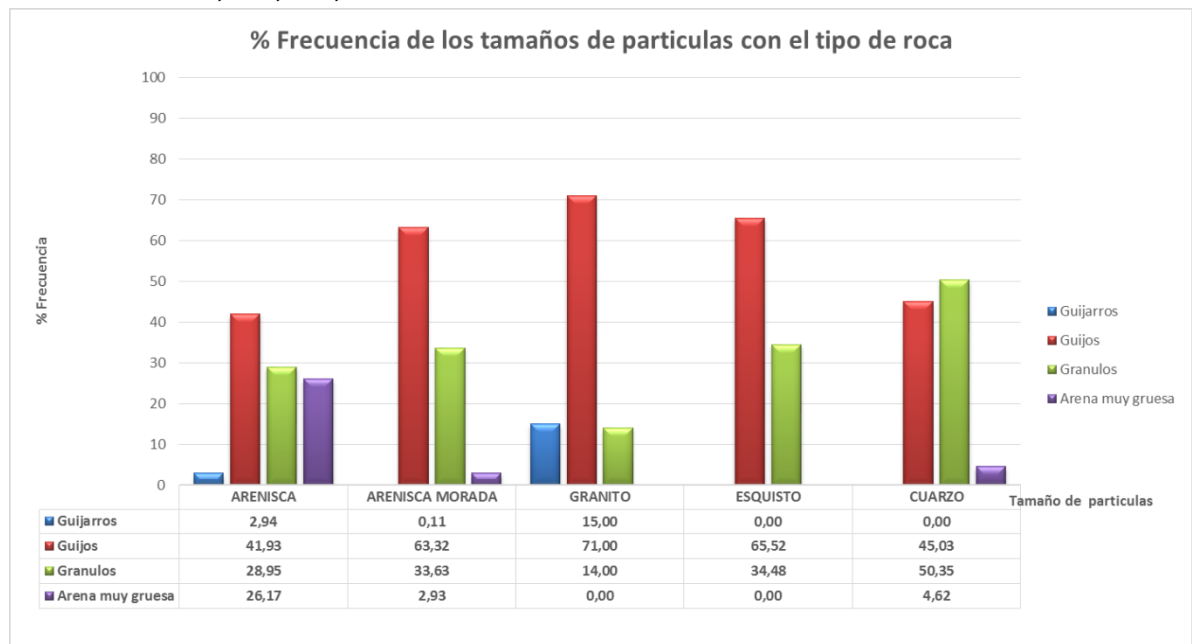
Marca el inicio del nivel grueso del Miembro Órganos, que se depositó como consecuencia de un aumento relativamente brusco de la pendiente topográfica, por lo que incrementa el aporte de sedimentos al abanico aluvial, el cual se

evidencia por el aumento de energía media a alta, la ausencia de canales y contactos planos paralelos ligeramente ondulados entre estratos.

7.2. CONTEOS DE CLASTOS

Integrando los datos estadísticos obtenidos para el tamaño de los clastos y su composición, se presenta la relación de estos componentes en el que se muestra el predominio de clastos según el tipo de litología en toda la zona de estudio. Ver figura 46.

Figura 46. Distribucion en relacion a tamaño y composicion de los conteos de clastos C1, C2, C3, C4



Los clastos de arenisca tienen mayor participación en los tamaños guijos y gránulos con un porcentaje de 41,93 % y se presentan en menor proporción en tamaños guajarros con un porcentaje menor del 3%.

Los clastos de arenisca morada se encuentran con mayor frecuencia en los tamaños guijos con un porcentaje mayor a 63% y con una menor frecuencia en tamaños arena muy gruesa con un porcentaje menor al 3%.

Los clastos de granito se presentan con mayor frecuencia en los tamaños guijos con un porcentaje de 71% y en menor proporción en tamaños gránulos con un porcentaje menor al 15%.

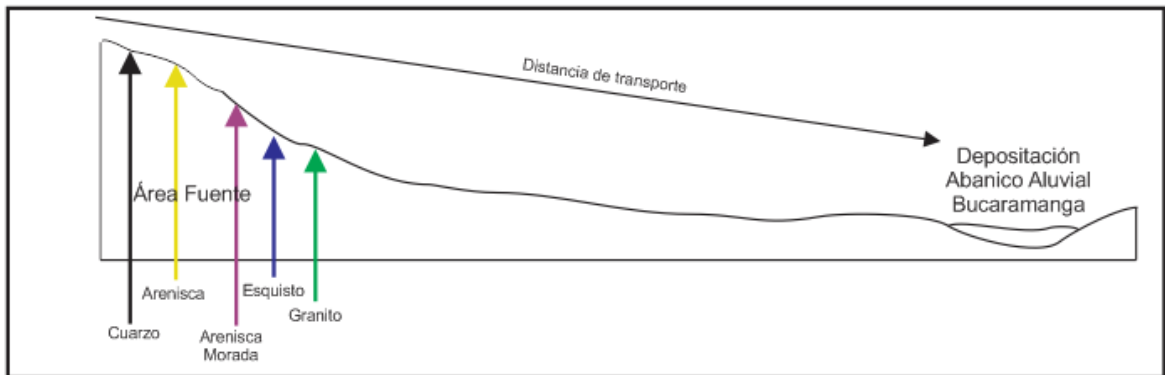
Los clastos de esquisto se encuentran en mayor proporción en tamaño guijos con un porcentaje mayor al 65% y en menor proporción en tamaños gránulos con un porcentaje menor al 35%.

Finalmente los clastos de cuarzo se encuentran con mayor frecuencia en los tamaños gránulos con un porcentaje mayor a 50% y en menor proporción en tamaño arena muy gruesa con un porcentaje menor al 5%.

Con el tamaño de las partículas (Gravas, Arenas, Finos) se puede determinar que litologías han tenido más transporte desde el área fuente hasta el área de depósito, donde la relación transporte / tamaño de partículas es inversamente proporcional.

Al comparar la presencia total de Gravas en cada litología, se determinó que litologías tuvieron más transporte desde el área fuente y se ordenó de mayor a menor, así: cuarzo, arenisca, arenisca morada, esquisto y finalmente granito. Teniendo en cuenta que entre los clastos de arenisca y cuarzo, el porcentaje de guijarros es importante, siendo predominante en los clastos de arenisca, ya que los cuarzoes vienen de menor tamaño con predominancia de gránulos. Ver figura 47.

Figura 47. Diagrama esquemático de la relación de la distancia de transporte de los clastos desde la posible área fuente.

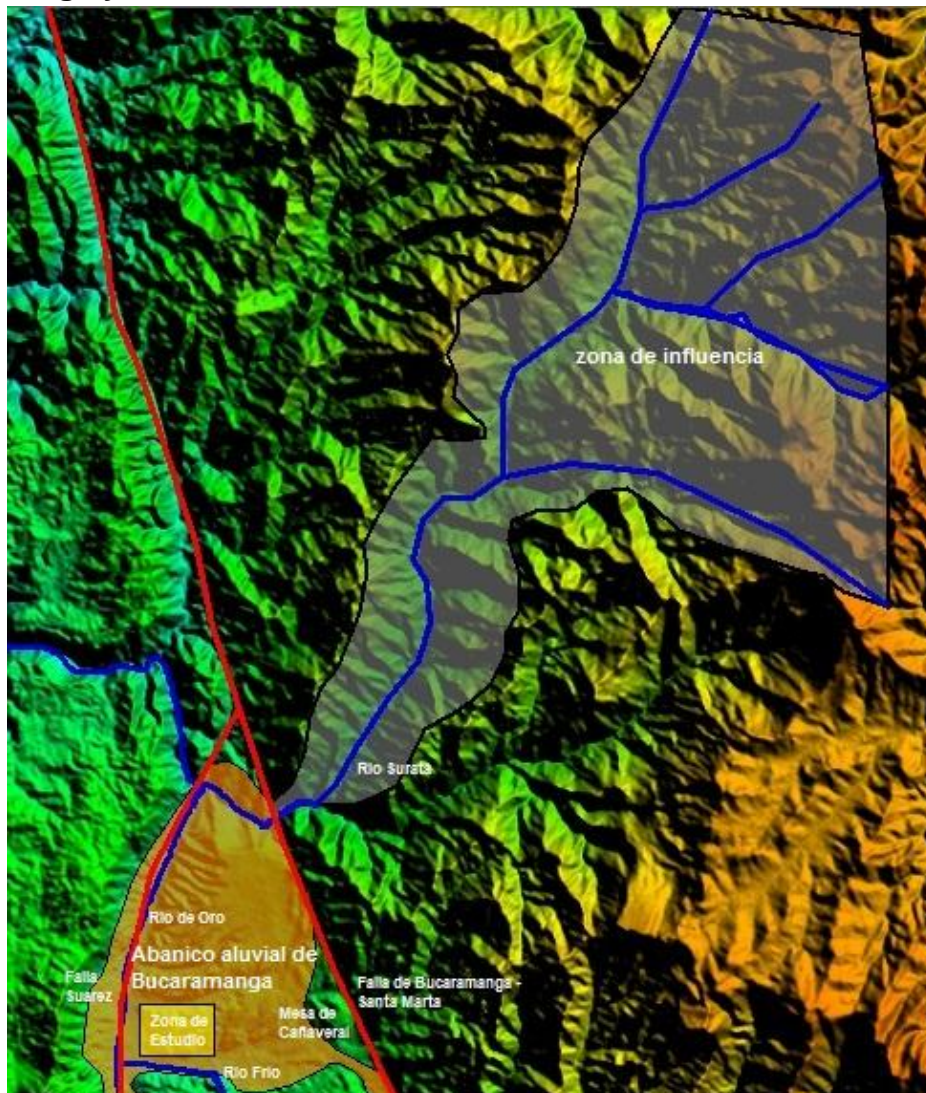


Según De Porta³² define la Terraza de Bucaramanga como un conjunto de rocas que se ha depositado sobre una dovela que se ha hundido progresivamente. La Terraza de Bucaramanga en realidad está limitada por las fallas que han formado una dovela, la cual se estrecha hacia el norte, que al hundirse paulatinamente ha permitido la acumulación de gran cantidad de sedimentos a través de flujos torrenciales provenientes del Río Suratá, que depositó el nivel base (Miembro Órganos) y el nivel medio del Abanico Aluvial de Bucaramanga.

Se delimitó la cuenca del Río Surata en un modelo de elevación generado por el Software Global Mapper V16, donde se visualiza la zona de influencia de los sedimentos depositados en el abanico aluvial de Bucaramanga y en donde se establece una relación al comparar las características texturales y composicionales de las litologías presentes en el macizo de Santander y en el área de estudio. Ver figura 48.

³² De porta Op. Cit.

Figura 48. Modelo de elevación donde se delimita el abanico aluvial de Bucaramanga y la zona de influencia de los clastos.



- **Arenisca**

Se obtuvo relación con las litologías que conforman el grupo 1Ki, de la cual se logra especificar como la Formación Los santos, la cual fue definida por primera vez por Cediell (1968) y redefinida por Laverde (1985). Está constituida por areniscas conglomeráticas, lodolitas rojo grisáceas y cuarzoareniscas gris amarillentas.

- **Arenisca Morada**

Se infiere que los clastos de arenisca morada están relacionadas con el grupo Js , de la cual se logra precisar por características evidentes, que provienen de la Formación Girón, que está compuesta por areniscas de grano medio, grueso a ligeramente conglomerático, de color rojo violáceo, rojo grisáceo y gris verdoso.

- **Granito**

Se evidencia que los clastos de granito tienen relación con el Grupo Plutónico de Santander, unidad constituida por plutonitas y sedimentitas, datadas del Jurásico inferior-medio, con buenos afloramientos en diferentes partes del sector centro-oriental del departamento. (WARD, et al. , 1973), los cuales son denominados como Granito Rosado (Jgp), Cuarzomonzonita Rosada (Jcs), Cuarzomonzonita Gris (Jcg), Granodiorita y Tonalita (Jgd), Cuarzomonzonita Granito (Jc).

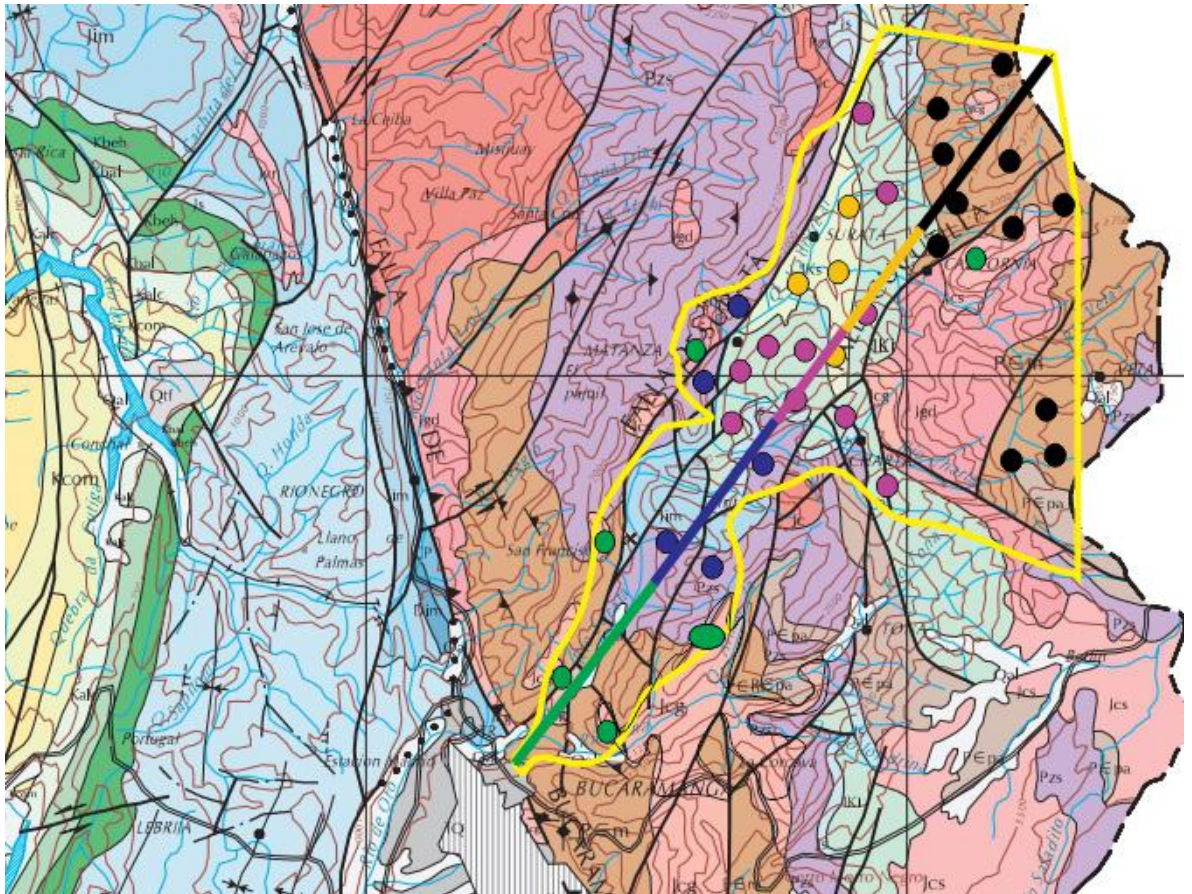
- **Esquisto**

Se relacionan los clastos de esquisto con la Formación Silgará, nombre propuesto por Ward, et al. (1973) para referirse a una secuencia de rocas clásticas metamorizadas de estratificación delgada, compuestas por filitas, cuarcitas, esquistos, metareniscas y menores cantidades de pizarra y filita calcárea.

- **Cuarzo**

Se evidencia que los clastos de cuarzo están relacionados con el Complejo de Bucaramanga (P€m), Consta de una secuencia de paraneises cuarzofeldespáticos, hornbléndicos, micáceos y granatíferos con cantidades subordinadas de anfibolitas, migmatitas, cuarcitas, mármoles y esporádicamente granulitas.

Figura 49. Mapa geológico de Santander, donde se limita la posible area de proveniencia de los clastos del abanico aluvial de Bucaramanga.



Fuente: Modificado de INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS. Mapa geológico de Colombia, Cuadrángulo H-12 Bucaramanga planchas: 109 Rionegro - 120 Bucaramanga Cuadrángulo H 13 Pamplona planchas: 110 pamplona - 121cerrito escala 1:100.000 memoria explicativa. 1973).

En la imagen se observa unas líneas de tendencia de procedencia de los clastos, donde tenemos de verde los clastos de Granito, de azul los clastos de Esquistos, de morado los clastos de Areniscas Moradas, de amarillo los clastos de Areniscas y de negro los clastos de Cuarzos. Se aprecia que se sigue la tendencia del transporte de los diferentes clastos. Ver figura 49.

7.3. ENSAYOS GRANULOMETRICOS

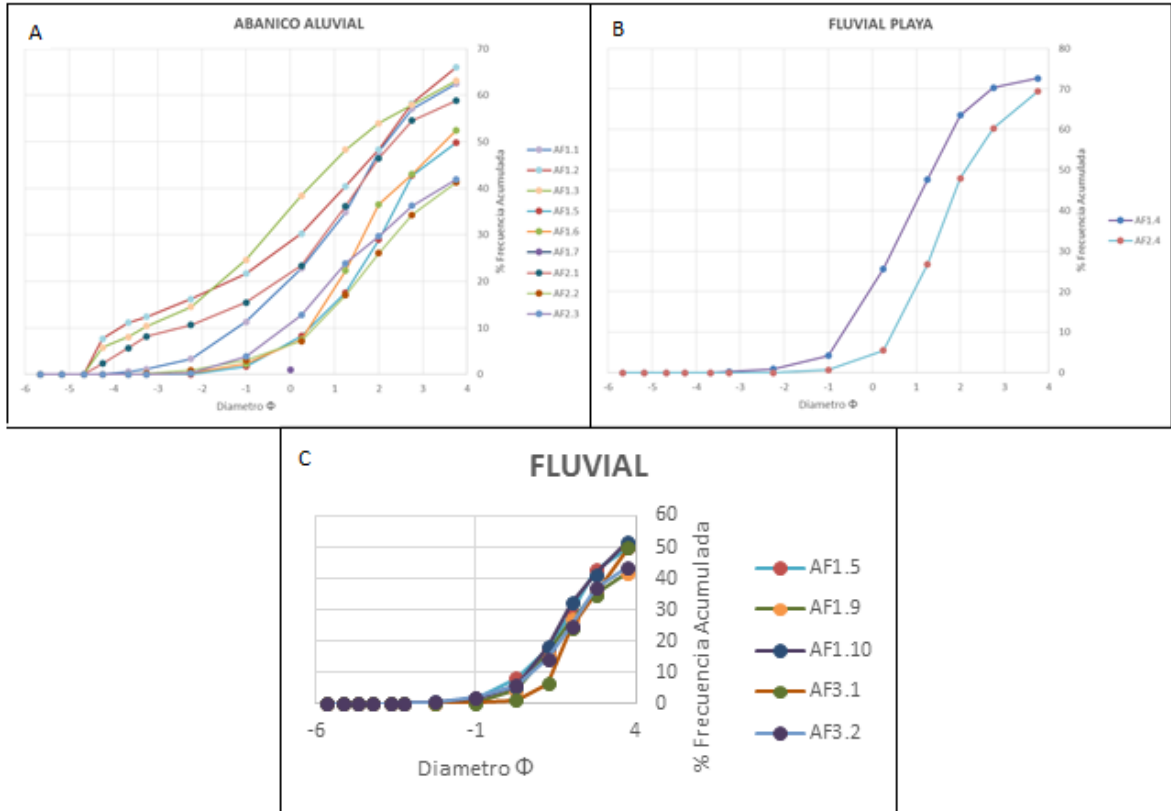
Con los resultados obtenidos de los ensayos granulométricos y su posterior tratamiento estadístico utilizando los parámetros de Folk 1974 en que tomamos principalmente la media y la desviación estándar con el propósito de identificar el ambiente sedimentario en que se depositaron los sedimentos de las muestras analizadas, según el diagrama de Spalletti, se obtuvo que el área de estudio estuvo influenciado por tres ambientes sedimentarios: Abanico Aluvial, Fluvial, Fluvial Playa. Ver tabla 17.

Tabla 17. Litología y ambiente sedimentario de las muestras analizadas en ensayos granulometricos.

LITOLOGIA	AMBIENTE	MUESTRAS
CONLOMERADO ARENO LODOSO	-	AF1.11
ARENISCA LODOSA LIGERAMENTE CONGLOMERATICA	ABANICO ALUVIAL	AF1.2; AF1.3; AF2.1
ARENISCA LODOSA	FLUVIAL PLAYA	AF1.4; AF2.4
LODOLITA ARENOSA	FLUVIAL	AF3.1; AF3.2; Af1.9; AF1.10
ARENISCA LODOSA	ABANICO ALUVIAL	AF1.1; AF1.6
LODOLITA ARENOSA	ABANICO ALUVIAL	AF2.2; AF2.3
LODOLITA CONGLOMERATICA	-	AF1.8
LODOLITA ARENOSA LIGERAMENTE CONGLOMERATICA	ABANICO ALUVIAL	AF1.7

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla anterior, se pudo observar que el ambiente sedimentario que predomina en la zona es: Abanico Aluvial (AF1.7, AF2.2, AF2.3, AF1.1, AF1.6, AF1.2, AF1.3, AF2.1), seguido por los ambientes sedimentarios: Fluvial (AF3.1, AF3.2, AF1.9, AF1.10) y Fluvial Playa (AF1.4, AF2.4). Lo que a su vez nos permite observar patrones característicos de cada ambiente sedimentario al graficar el Porcentaje de Frecuencia Acumulada (%) vs. Diámetro (Φ), mostrado en las siguientes figuras. Ver figura 50.

Figura 50. Diagrama de cada uno de los ambientes sedimentarios obtenidos en los ensayos granulometricos: A) Abanico aluvial. B) Fluvial-Playa. C) Fluvial



La figura 50 nos permite comparar los tres ambientes sedimentarios deposicionales de la Terraza de Bucaramanga; primero observamos que existe una fuerte relación entre el ambiente Fluvial y el Fluvial Playa, donde predominan (% de Frecuencia Acumulada) arenas que van desde muy gruesa a muy finas, siendo las arenas finas a muy finas las más abundantes, en cambio en el ambiente de Abanico Aluvial el rango se amplía desde Guijos hasta arenas finas, lo que nos indica que la deposición de los sedimentos de la Terraza de Bucaramanga estuvo caracterizada por cambios en el régimen de energía, es decir, hubo momentos donde la energía pudo ser de media a media-alta lo que explicaría la presencia de granos de tamaño superiores a los 9 mm, donde en esta etapa el ambiente sedimentario de deposición correspondería al de Abanico

Aluvial, posteriormente pudo presentar etapas de relativa calma donde la energía habría sido baja, depositando así granos finos no mayores a 2 mm, característico de los ambientes sedimentario Fluvial y Fluvial Playa.

7.4. PETROGRAFIA

Las muestras SEC 3 Y SEC 4 se tomaron en el mismo estrato en la base y en el techo respectivamente para hacer énfasis en la meteorización que se presenta en el afloramiento Petroco 2, con relación a los procesos supergenos que se presentan en donde se alteraron los feldespatos a caolinita mediante la hidratación e hidrolisis en procesos de transporte y post deposicionales, lo cual se observa en la sección delgada SEC 3 que presenta inicios de dicha alteración y en la descripción macroscópica de la muestra SEC 4 donde aproximadamente el 85% se alteró a caolinita, por lo tanto se encuentra afectando la superficies más expuesta a los procesos supergenos, siendo esta la muestra SEC 4 y se evidencia un avance de dicha meteorización hacia la base del estrato en la muestra SEC 3 alterando aproximadamente un 50% de la muestra. Ver figura 51.

Figura 51 A) Muestra SEC 3. B) Muestra SEC 4.



También se está presentando dicha alteración en algunos estratos de la zona de estudio, especialmente en las areniscas ricas en feldespato y principalmente en la zona Petroco 2. De igual manera se observa que las mayorías de las areniscas presentes en la zona de estudio, son ricas en cuarzo y presentan un significativo porcentaje de mica moscovita.

Las muestras SEC12, SEC13 y SEC14, se tomaron de diferentes estratos conglomeraticos. Obteniendo una variación de Cuarzo entre 40% y 44%, Plagioclasas entre 23% y 27% Feldespatos entre 28% y 33%, Biotita entre 3% a 5%. Clasificando esta muestra como un granito, específicamente un Monzogranito, la cual reconfirma lo expuesto en los análisis del conteo de clastos. Que indica una posible zona de procedencia, la cual sería el Grupo Plutónico de Santander que se encuentra ubicado en el Macizo de Santander.

8. CONCLUSIONES

- La ubicación de la zona de estudio, se sitúa entre la parte media y la parte distal del Abanico Aluvial de la Terraza de Bucaramanga.
- Se observaron 3 eventos energéticos; El (1) primer evento energético está comprendido entre energía baja a media. El (2) segundo evento inicia desde una energía baja, pasando por energía media a alta y termina de nuevo en energía baja y un (3) tercer evento con energía de media a alta.
- Se identificó mediante la columna estratigráfica generalizada, el límite de los niveles fino y grueso del Miembro Órganos del Abanico Aluvial de Bucaramanga, mediante el cambio energético entre el (2) segundo evento y el (3) tercero.
- Para el Miembro Órganos se obtuvo tres ambientes sedimentarios de deposición: (1) Abanico Aluvial, (2) Fluvial, (3) Fluvial-Playa. Esta presencia de ambientes se debe a variaciones en el régimen de energía al momento de depositarse los sedimentos, donde hubo ciclos de alta, media y baja energía.
- Al realizar el análisis petrográfico de los clastos que componen los conglomerados de la zona de estudio, se identificaron: Cuarzo, Arenisca, Arenisca morada, Esquisto y Granito. Por la similitud petrográfica con las litologías presentes en la posible zona de procedencia, se infiere que los clastos proceden de: Arenisca morada (Formación Girón), Arenisca (Formación Los Santos), Esquistos (Formación Silgará), Cuarzo (Complejo de Bucaramanga) y Granito (Monzogranito) (Unidad que conforma el Grupo Plutónico de Santander).

- Se determinó que los clastos de cuarzo presentan mayor transporte y los clastos de granito menor transporte. Debido al análisis de los conteos de clastos y la relación transporte – tamaño de partículas.
- Mediante petrografía (microscópica y macroscópica) y las características texturales y composicionales de los clastos ígneos y sedimentarios, se obtuvo que hay presencia de alteración de Feldespatos a Caolinita que se debe a procesos supergenos.

9. SUGERENCIAS

- Se recomienda realizar un análisis de procedencia más detallado de los clastos del Miembro Órganos, ya que solo se ha dado una aproximación general.
- Se sugiere realizar un análisis de difracción de rayos X para descartar o confirmar la presencia de oro en los sedimentos. Debido a que en la posible zona de procedencia hay registros de dicho mineral.
- En el aspecto técnico se debería actualizar los equipos de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

ARCHE, Alfredo. Variación de los depósitos dentro de un abanico aluvial Sedimentología, nuevas tendencias. Vol I. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1989.

CARRILLO E; CASTRO E; IBAÑEZ D; VERGARA H. Mapa Geológico de la zonificación sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga de. 2001. Integrando la base cartográfica de la alcaldía del municipio de Girón. 2015.

CRUZ GUEVARA, Luis Enrique. CABALLERO, Víctor Manuel. Guías de Laboratorio de Sedimentología para Geólogos, 2007.

DE PORTA, J..La Terraza de Bucaramanga. Boletín de Geología. vol. 3. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1958 p. 5-13.

INGEOMINAS. Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga. Bogota, junio de 2001.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS. Mapa geológico de Colombia, Cuadrángulo H-12 Bucaramanga planchas: 109 Rionegro - 120 Bucaramanga Cuadrángulo H 13 Pamplona planchas: 110 pamplona - 121cerrito escala 1:100.000 memoria explicativa. 1973.

JULIVERT, M. La Morfoestructura de la Zona de las Mesas al SW de Bucaramanga, (Colombia S.A), Universidad Industrial de Santander, Bol. De Geol. No 1, 1958, pp. 22 y 35-40.

MACKENZIE, W. S. ADAMS, A. E. Atlas en Color de Rocas y Minerales en Lámina Delgada, 1997.

NIÑO, Aura Enidia; VARGAS P, Guillermo. Modelo de evolución para el abanico de Bucaramanga. Facies UIS Vol 2 Nos. 1 y 2, 1993.

NIÑO, Aura Enidia; VARGAS P, Guillermo. Neotectónica al norte de Bucaramanga. Facies UIS Vol 2 Nos. 1 y 2, 1993.

MORENO RUIZ, Saraith nathalia; PLATA GUERRERO, Christian Leonardo. Estudio sedimentológico del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, hacia el escarpe occidental en las estribaciones del municipio de Girón, 2015.

ROJAS, Edgar Jesús. Ingeniero Civil. Especialista en SIG. INCER SAS. Imagen aérea. Bucaramanga. 2015

ROYERO José María, CLAVIJO Jairo, Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Santander, 2001.

SPALLETI, Luis A. Textura de las rocas sedimentarias plásticas. Cátedra de sedimentología. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Argentina. 2007

VÁSQUEZ, Luis, Eduardo; BERMOUDES, Olga. INGEOMINAS. Modelo geológico geofísico con fines hidrogeológicos para el área metropolitana de Bucaramanga. Bogotá, Colombia. 2010.