

Caracterización del Segmento Órganos Inferior en el Miembro Órganos (Formación
Bucaramanga) en el Norte De Bucaramanga.

Juan Camilo Contreras Moreno, Álvaro Sergio Osma duarte

Trabajo de Grado para Optar el Título de Geólogo

Director.

Guillermo Vargas Pieschacon

Geólogo

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Geología
Bucaramanga

2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la salud y la vida

Al profesor Guillermo Vargas Pieschacón, por dirigir y guiar nuestros esfuerzos a lo largo de este proyecto.

A los profesores Jairo Clavijo y Lidy Osorio por su constante ayuda y acompañamiento.

A la Universidad Industrial de Santander, nuestra alma mater por formarnos como profesionales y ciudadanos íntegros.

A todas aquellas personas presentes a lo largo de estos años.

A todos gracias.

DEDICATORIA.

De la mano de Dios
dedicado a la sabiduría de mis abuelos, al amor de mis padres y el apoyo de
mis hermanas, a cada uno de ustedes que son mis cimientos, felicidad y
compañía...mi vida.

A Laura y estos años de constante cariño.

Juan Camilo Contreras Moreno.

Dedico este trabajo a la lucha incansable de mis padres y su infinito amor.

Osma Duarte A.

Tabla de contenido

Introducción.....	21
1. Planteamiento del problema.....	22
2. Objetivos.....	23
2.1 Objetivo general.....	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3. Localización.....	24
4. Metodología.....	26
4.1 Recopilación y análisis de información.....	26
4.2 Análisis de los testigos de perforación.....	28
4.3 Trabajo de laboratorio.....	29
4.4 Campo.....	29
4.5 Selección área fuente.....	30
4.6 Resultados y análisis.....	30
4.7 Elaboración documento final.....	30
5. Marco teórico.....	31
5.1 Depósitos detríticos.....	31
5.2 Abanicos aluviales.....	32
5.3 Proveniencia de los sedimentos.....	34
5.4 Conteo de clastos.....	35
6. Antecedentes.....	37
7. Marco geológico.....	39
7.1 Geología estructural.....	39

CARACTERIZACIÓN MIEMBRO ÓRGANOS INFERIOR-NORTE BGA	11
7.1.1 Sistema de fallas de Bucaramanga-santa marta (SFBS)	39
7.1.2 Sistema de fallas del Suarez	40
7.1.3 Sistema de fallas transversales	41
7.2 Estratigrafía	41
7.2.1 Miembro Órganos (QbO)	41
8. Resultados	43
8.1 Identificación de clastos en los sondeos	43
8.2 Petrografía de clastos	45
8.2.1 S2M1	45
8.2.2 S2M2	47
8.2.3 S3M3	48
8.2.4 S1M4	50
8.2.5 S1M5	51
8.2.6 S1M6	52
8.2.7 S1M7	53
8.2.8 S3M8	54
8.3 Columna generalizada del segmento QbO1	56
8.4 Identificación y descripción de afloramientos	58
8.4.1 Estación 5	61
8.4.2 Estación 8	64
8.5 Evaluación área fuente	66
8.6 Micro Cuenca la mala	70
8.7 Micro Cuenca el aburrido	71

CARACTERIZACIÓN MIEMBRO ÓRGANOS INFERIOR-NORTE BGA	12
9. Discusión.....	72
10. Conclusiones	77
11. Recomendaciones.....	78
Referencias bibliográficas	79

Lista de tablas

Tabla 1. Ubicación de los sondeos realizados por Geomatica	25
Tabla 2. Ubicación de las estaciones de campo	25
Tabla 3. Recopilación bibliografica	26
Tabla 4. Litología encontrada en los sondeos	43
Tabla 5. Composición y clasificación de la muestra S2M1	46
Tabla 6. Composición y clasificación de la muestra S2M2	48
Tabla 7. Composición y clasificación de la muestra S2M3	49
Tabla 8. Composición y clasificación de la muestra S1M4	50
Tabla 9. Composición y clasificación de la muestra S1M5	51
Tabla 10. Composición y clasificación de la muestra S1M6	53
Tabla 11. Composición y clasificación de la muestra S3M8	54
Tabla 12 Campos para la clasificación de rocas plutónicas de Streckeisen.....	55
Tabla 13 Ubicación específica de las estaciones realizadas en campo	59
Tabla 14 Composición litologica de los clastos, Cuenca La Mala.....	70
Tabla 15 Composición litologica de los clastos, Cuenca El Aburrido.....	71
Tabla 16 Correlación de las composiciones litológicas obtenidas en base a los resultados de las etapas de estudio	73

Lista de figuras.

Figura 1. Localización tomada y modificada de Geomática UIS AMB 2017	24
Figura 2. Representación del sistema que controla la composición de los depósitos detríticos. Tomada de (Arribas, J. 2010).	32
Figura 3. esquema vista en planta y sección transversal de un abanico. Tomado de http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemadeabanicosaluviales.htm	33
Figura 4. Contraste de métodos utilizados para contar clastos: A) método de cuadrícula, B) método lineal, C) método de área. Tomada de Howard, 1993.	37
Figura 5. Límites de la Terraza de Bucaramanga. Tomada de Niño y Vargas 1993.	39
Figura 6. Bloque diagrama que representa la configuración de un Pop – Down; tomada y modificada de Pop-down tectonics, fluid channelling and ore deposits within ancient hot orogens (Gapis et al; 2014).	40
Figura 7. Ejemplo del nivel de meteorización de los sondeos que no fueron seleccionados.	43
Figura 8. Composición y distribución porcentual de la litológica evaluada en los sondeos seleccionados	44
Figura 9 testigos de los clastos seleccionados para el análisis petrográfico.	44
Figura 10. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Sericita (Srt), Microclina (Mc), Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Sericita (Srt), Microclina (Mc), Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), C) sección delgada en	

nicoles paralelos con Ortoclasa (Ort), Microclina (Mc), Biotita (Bt), C')sección delgada en
 nicoles cruzados con Ortoclasa (Ort), Microclina (Mc), Biotita (Bt). 46

Figura 11. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con Biotita
 (Bt), Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicoles cruzados con Biotita (Bt),
 Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicoles paralelos con Microclina (Mc),
 Cuarzo (Qz), Plagioclasa (Plg),C') sección delgada en nicoles cruzados con Microclina (Mc),
 Cuarzo (Qz), Plagioclasa (Plg). 47

Figura 12. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con Biotita
 (Bt), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicoles cruzados con Biotita (Bt),
 Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicoles paralelos con Clorita (Cl), Cuarzo
 (Qz), Sericita (Sr), C') sección delgada en nicoles cruzados con Clorita (Cl), Cuarzo (Qz),
 Sericita (Sr). 49

Figura 13. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con
 Plagioclasa (Plg), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicoles cruzados con
 Sericita (Srt), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz). 50

Figura 14.A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con
 Plagioclasa (Plg), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Sericita (Srt) B') sección delgada
 en nicoles cruzados con Plagioclasa (Plg), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Sericita
 (Srt). 51

Figura 15. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con Cuarzo
 (Qz), B')) sección delgada en nicoles cruzados con Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicoles
 paralelos con Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Biotita (Bt), C') sección delgada en
 nicoles cruzados con Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Biotita (Bt). 52

Figura 16. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicoles cruzados con Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz)..... 53

Figura 17. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicoles paralelos con Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Plagioclasa (Plg), B') sección delgada en nicoles cruzados Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Plagioclasa (Plg), C) sección delgada en nicoles paralelos con Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Plagioclasa (Plg), Biotita (Bt), C') sección delgada en nicoles cruzados con Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Plagioclasa (Plg), Biotita (Bt). 54

Figura 18. Diagrama de clasificación de Streckeisen para rocas ígneas plutónicas con la ubicación de las muestras evaluadas..... 55

Figura 19. Columna estratigráfica generalizada para el segmento QbO1 en el sector norte de Bucaramanga; tomado y modificado de Geomatica - UIS (2017). 57

Figura 20. Mapa con la ubicación de las estaciones. Tomada y modificada de Google Earth..... 60

Figura 21. Zona de contacto Formación Girón – Miembro Órganos Inferior, vía Bavaria estación (E5). Areniscas de la Formación Girón, con buzamiento de 45° en contacto neto con el Segmento QbO1..... 61

Figura 22. Columna estratigráfica del segmento QbO1 en la estación 5..... 62

Figura 23. Composición y distribución porcentual de los clastos que conforman el segmento QbO1 encontradas en la E5..... 63

Figura 24. Afloramiento segmento QbO1, vía Bucaramanga - Matanza, Cr 34 con Cr 30, corte de carretera margen derecho estación (E8)..... 64

Figura 25. Columna estratigráfica del segmento QbO1 en la vía Bucaramanga - Matanza, corte de carretera, margen izquierdo, estación (E8). 65

Figura 26. Composición y distribución porcentual de los clastos que conforman el segmento QbO1 encontradas en la E5..... 66

Figura 27. Ubicación de las Micro Cuencas aferentes estudiadas, respecto al ápice del abanico propuesto para la formación Bucaramanga (Diederix 2008) dentro del radio de 18 km, adoptado como el desplazamiento del sistema transgresivo, Bucaramanga-Santa Marta (Velandia 2017). Tomado y modificado de la plancha geológica H12 (INGEOMINAS 1977). 68

Figura 28. Cuencas La Mala y El Aburrído delimitadas sobre la plancha H12 de Bucaramanga; tomado y modificado de (INGEOMINAS 1977)..... 69

Figura 29. Composición y distribución litológica de los clastos recolectados en la cuenca La Mala. 70

Figura 30. Composición y distribución litológica de los clastos recolectados en la cuenca La Mala 71

Figura 31. Bloque diagrama para la plataforma inicial. 1) Boque de la plataforma de Lebrija y la meza de Zapatoca. 2) Macizo de Santander afectado por el sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta. 3) Plataforma inicial afectada por la erosión. 75

Figura 32. 4) Disección del Macizo de Santander debido a los drenajes. 5) plataforma inicial con la afectada por las paleo corrientes de los ríos Chicamocha y Suarez. 6) Bloque de la Plataforma de Lebrija y Meza de Zapatoca. 76

Lista de Apéndices

Estos apéndices se encuentran en documento adjunto

Apéndice A. Litologías encontradas en los sondeos S1, S2 y S3 y su posible unidad litológica de procedencia.

Apéndice B. Conteos de clastos detallados para las estaciones E5 y E8.

Resumen.

Título del proyecto: Caracterización del Segmento Órganos Inferior en el Miembro Órganos (Formación Bucaramanga) en el Norte De Bucaramanga*

Autores: Contreras Moreno Juan Camilo

Osma Duarte Álvaro Sergio**

Palabras Clave: Segmento Órganos Inferior, Caracterización, Proveniencia, composición litológica.

Descripción: La Formación Bucaramanga está formada de base a tope por los miembros Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos. El Norte de Bucaramanga o Zona norte de Bucaramanga ocupa el área entre la quebrada Seca, el río de Oro, el macizo de Santander y la convergencia de la antigua carretera a Rionegro con la nueva vía. Para el sector norte de la terraza de Bucaramanga estudios anteriores dividen el Miembro Organos en tres segmentos: Órganos Inferior (QbO1), Órganos Superior (QbO2) y Organos removido (Qd?). Este trabajo se enfoca en el segmento QbO1 y tiene el propósito de establecer las características texturales y composicionales del segmento QbO1 al norte del *Pop Down* de Bucaramanga, además de establecer la posible área fuente de los clastos que conforman las gravas del segmento QbO1. La metodología planteada se desarrolló en siete (7) etapas en las cuales se emplearon técnicas como: análisis petrográficos, conteos de clastos y columnas estratigráficas. Teniendo en cuenta la evolución geológica de la zona junto con la composición de las gravas encontradas producto del barrido efectuado en los sondeos nos conduce a plantear como área fuentes la de las Microcuencas de las quebradas La Mala y El Aburrido ubicadas en el Macizo de Santander.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacon

Abstract

Project title: Characterization of Órganos Inferior segment in the Órganos Member (The Bucaramanga Fan) at North of Bucaramanga*

Authors: Contreras Moreno Juan Camilo

Osma Duarte Álvaro Sergio**

Keywords: Segment Órganos Inferior, Characterization, Provenience, lithological composition.

Description: The Bucaramanga Fan is made up, from base to top, by: Members Organos, Finos, Gravoso and Limos Rojos. The north of Bucaramanga or the northern area of Bucaramanga takes up the area between quebrada Seca, Rio de Oro and the old convergence of the road to Rionegro with the new road. For the northern area of the Bucaramanga terrace, former studies break up the Organos member in: Organos Inferior (QbO1), Organos Superior (QbO2) y Organos removido (Qd?). This bachelor thesis focuses in QbO1 segment and has the objective to establish the textural and compositional characteristics of QbO1 segment located at the North of the Bucaramanga Pop Down, and also to establish the possible debris source area of pebbles from QbO1 segment. The proposed methodology was developed in seven steps, in which were used: petrographical analysis, debris count and stratigraphical column. Taking into account geological evolution together with the composition found in the sweep, made in the soundings, we suggest that the source area are the microbasins La Mala and El Aburrido.

*Bachelor thesis

**Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Guillermo Vargas Pieschacon

Introducción.

La Formación Bucaramanga es una unidad cuaternaria con una edad Plio-Pleistoceno (Jiménez *et al.* 2015), que está conformada de base a techo (INGEOMINAS 2001) por los miembros: Órganos (QbO), Finos (QbF), Gravoso (QbG) y Limos Rojos (QbLR). El Miembro Órganos (QbO) es dividido (Geomática-UIS 2017) en dos segmentos: el segmento Órganos Inferior (QbO1) y el segmento Órganos Superior (QbO2). Este estudio está enfocado en el segmento Órganos Inferior (QbO1) y tiene el propósito de establecer sus características sedimentológicas al norte de la terraza de Bucaramanga.

Empleando inicialmente descripciones sedimentológicas de columnas estratigráficas generadas para el Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Sector Norte De Bucaramanga (Barrios Lizcano, Esperanza iii, Mirador, José María Córdoba, Villa Helena, Villa Rosa, Villa María) Geomática – Uis (2017)), las columnas levantadas en campo, análisis petrográficos, identificación de facies y comparaciones con anteriores trabajos, con lo cual se busca describir la textura, composición y probable proveniencia de los clastos del segmento QbO1. Además de realizar un aporte al conocimiento de la geología local.

1. Planteamiento del problema.

Hasta el momento no se han realizado estudios detallados sobre la composición del segmento QbO1 encontrado en el sector norte de la ciudad de Bucaramanga, estos materiales presentan textura y composición muy diferentes al segmento QbO2, situación que hace pensar en un área fuente distinta para los segmentos QbO1 y QbO2.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general.

Caracterizar composicional y texturalmente el segmento Órganos Inferior (QbO1) en base a los núcleos recuperados en los sondeos de las perforaciones realizadas en el sector norte de Bucaramanga y los afloramientos presentes en esta área de estudio.

2.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar sedimentológicamente el segmento Órganos Inferior (QbO1).
- Establecer la potencial fuente de los materiales que dieron origen al segmento QbO1 mediante la correlación de la composición de los materiales aluviales actuales existentes en las Microcuencas La Mala y El Aburrido.
- Proponer un modelo cualitativo de depositación para el segmento QbO1 estudiado en el sector norte de Bucaramanga.

3. Localización.

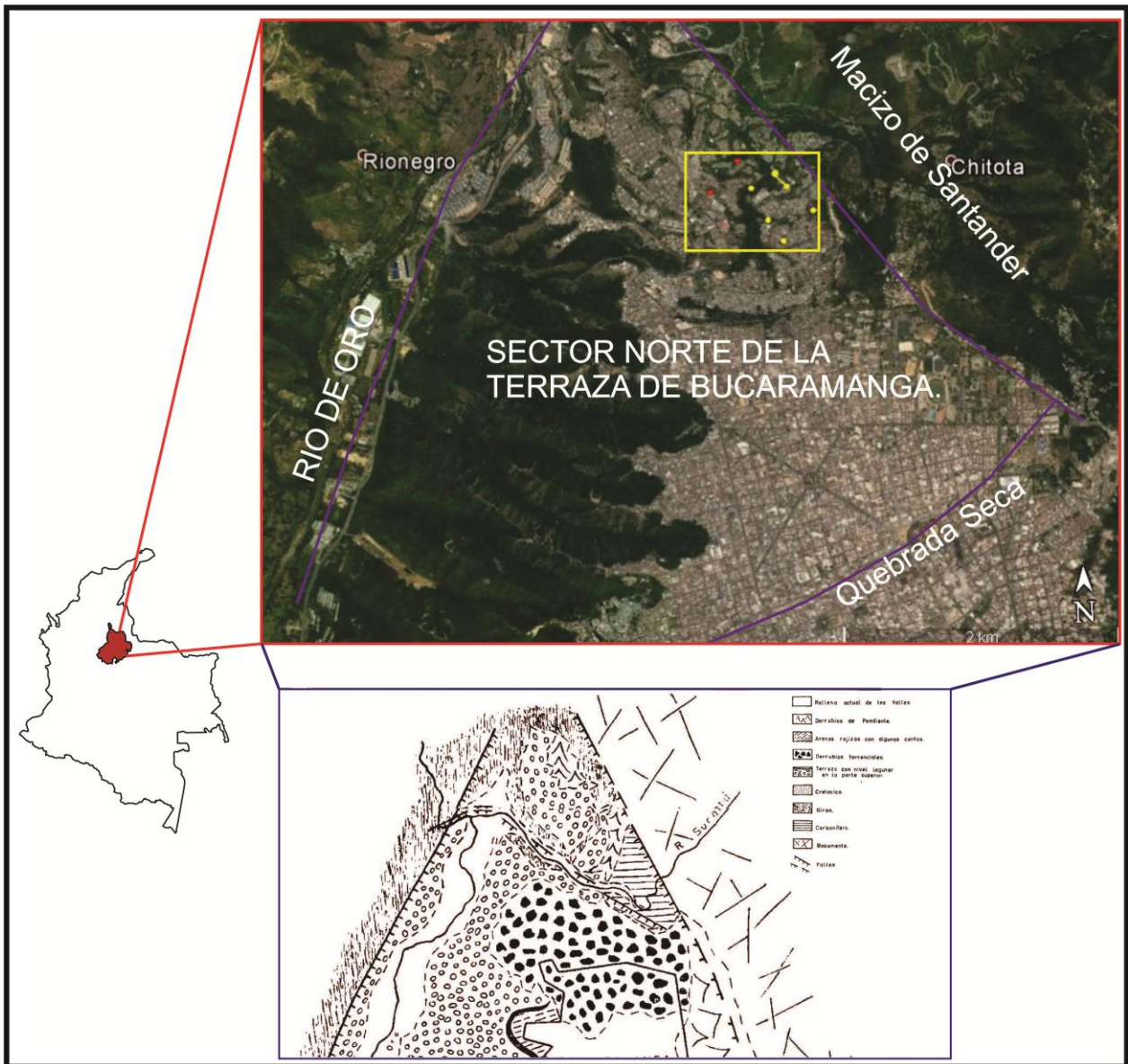


Figura 1. Localización tomada y modificada de Geomática UIS AMB 2017

El área de estudio comprende el sector norte de la terraza de Bucaramanga (Figura 1), empleando las perforaciones en las cuales se han diferenciado al menos dos segmentos del Miembro Órganos (QbO) (Geomática-UIS 2017) (tabla 1) y los afloramientos disponibles en el área de estudio (Tabla 2).

Tabla 1.

Ubicación de los sondeos realizados por Geomática, 2017.

Sondeos	Latitud	longitud
S1*	7° 9'0.55"N	73° 7'51.08"O
S2*	7° 9'1.18"N	73° 7'41.55"O
S3*	7° 9'7.88"N	73° 7'44.47"O
S4	7° 9'4.56"N	73° 7'35.63"O
S5	7° 9'1.26"N	73° 7'32.98"O
S6	7° 8'53.69"N	73° 7'37.82"O
S7a	7° 8'48.55"N	73° 7'34.29"O
S7b	7° 8'55.54"N	73° 7'26.98"O

*Sondeos de los cuales se tomaron las muestras para la petrografía.

Tabla 2.

Ubicación de estaciones de campo.

Estación	Latitud	Longitud
EQb01	7°10'16.66"N	73° 7'22.61"O
EQb02	7°10'20.49"N	73° 7'20.05"O
EQb03	7° 9'57.24"N	73° 7'46.20"O
EQb04	7° 9'52.24"N	73° 7'44.38"O
EQb05*	7° 9'29.72"N	73° 8'7.77"O
EQb06	7° 9'13.64"N	73° 8'0.54"O
EQb07	7° 8'46.77"N	73° 7'47.06"O
EQb08*	7° 9'7.68"N	73° 7'31.32"O
EQb09	7° 9'22.08"N	73° 7'50.76"O

*Estaciones con presencia del segmento Qb01.

4. Metodología.

4.1 Recopilación y análisis de información.

Se realizó la búsqueda de todos aquellos trabajos que trataran y analizaran la información relacionada con la formación Bucaramanga y los miembros que la conforman. Los resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3.

Recopilación bibliográfica.

Autor/Autores	Título	Año
Geomática UIS	Estudio De Amenaza, Vulnerabilidad Y Riesgo Por Movimientos En Masa Del Sector Norte De Bucaramanga (Barrios Lizcano, Esperanza Iii, Mirador, José María Córdoba, Villa Helena, Villa Rosa, Villa María), Bucaramanga.	2017
Velandia, F. García, H. López, J. Bermúdez, M. Zuluaga, C. Taboada, A	. Modelo estructural del Macizo de Santander y zonas adyacentes	2017
Solano Leonardo	, Estudio de proveniencia de los sedimentos de la formación Bucaramanga, al sur del río Frío; en los municipios de Floridablanca y Girón, Santander	2016
Garnica Suarez A., Niño Pinto Luis	Formación Bucaramanga en el sector del anillo vial del municipio de Girón Departamento de Santander	2015
Lima Amara María y Medina Ramos Josué	Evolución Climática Registrada y Estratigrafía Del Miembro Órganos De La Formación Bucaramanga	2015

Plata Guerrero Christian y Moreno Ruiz Saraith	Estudio Sedimentológico del Miembro Órganos en la Formación Bucaramanga, Hacia el escarpe occidental en las estibaciones del Municipio de Girón	2015
Jiménez G, Speranza F, Faccena C, Bayona G, Mora A,	Magnetic stratigraphy of the Bucaramanga alluvial fan: Evidence for a 3 mm/yr slip rate for the Bucaramanga-Santa Marta Fault, Colombia	2014
Cuellar, M.A, López, J.L., Osorio, J.A., Carrillo, E.J.,	Análisis estructural del segmento Bucaramanga del sistema de fallas de Bucaramanga (SFB) entre los municipios de Pailitas y Curumaní Cesar-Colombia.	2012
Diedrix Hans, Hernández Catalina, Torres Eliana, Osorio Jairo, Botero Paola	Resultados preliminares del primer estudio paleo-sismológico a lo largo de la falla de Bucaramanga, Colombia.	2009
Diedrix Hans, Hernández Catalina, Torres Eliana, Botero Paola	Modelo de evolución morfotectónica cuaternaria basado en evidencias estructurales, neotectónicas y paleosismológicas de los principales sistemas de falla en la región de Bucaramanga.	2008
INGEOMINAS	Zonificación de amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta	2007
Instituto Colombiano de geología y minería (INGEOMINAS)	Zonificación sismogeotécnica del área metropolitana de Bucaramanga	2001
Bueno, E. y Solarte A	Geología, geotecnia y comportamiento erosivo del área de reserva forestal de Bucaramanga	1994
Niño Aura y Vargas Guillermo	Neotectónica al norte de Bucaramanga	1993
Niño Aura y Vargas Guillermo	Modelo de evolución para el abanico de Bucaramanga	1993

Niño Aura y Vargas Guillermo	GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LA ESCARPA NOROCCIDENTAL DE LA MESETA DE BUCARAMANGA	1992
Niño Aura y Vargas Guillermo	Zonificación Geotécnica Escarpa Noroccidental de Bucaramanga	1992
Julivert M.	Nuevas Observaciones sobre las Estratigrafía y Tectónica del Cuaternario de los Alrededores de Bucaramanga	1963
J. de Porta	La Terraza de Bucaramanga	1959
Julivert M.	Geología de la Vertiente W del Macizo de Santander en el Sector de Bucaramanga.	1959
Julivert M.	La Morfoestructura de la Zona de las Mesas al SW de Bucaramanga	1958

4.2 Análisis de los testigos de perforación

Se llevó a cabo un barrido en el intervalo correspondiente al segmento QbO1 en los sondeos (S1, S2, S3, S4, S5, S6 Y S7b) realizados por Geomatica-UIS (2017) en los cuales se buscaban los clastos que tuvieran un tamaño mayor a 5 cm y un nivel de meteorización muy bajo para no sesgar la identificación de los minerales y estructuras.

Para la descripción y clasificación de las muestras ígneas se empleó la Guía de Laboratorio de Petrología Ígnea de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander. Las muestras metamórficas se describieron y clasificaron siguiendo el Manual de Practicas de Petrología Metamórfica de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander.

4.3 Trabajo de laboratorio.

Una vez seleccionadas las litologías más representativas se realizaron secciones delgadas para determinar cada una de las composiciones, las cuales fueron descritas empleando los siguientes métodos: Para las rocas ígneas se realizaron conteos de puntos siguiendo la metodología de Gazzi-Dickinson (Ingersol et al., 1984), para ello se contabilizaron un mínimo de 300 puntos en cada sección delgada, usando el microscopio Nikon Eclipse E200POL. Adoptando un espaciamiento máximo de 2 mm, realizando barridos horizontales hasta cubrir el 100% de la muestra presente en la lámina delgada.

Una vez finalizado el conteo, se realizó la clasificación composicional empleando la metodología y diagrama de Streckeisen (triángulo QPA). Para la clasificación de las muestras metamórficas se empleó el parámetro de su estructura, como principal criterio.

4.4 Campo.

La fase de campo se desarrolló durante 1 mes de expediciones hacia el sector norte de la terraza de Bucaramanga, se procedió con la búsqueda de afloramientos que reunieran las características correspondientes al segmento QbO1 para poder registrar sus propiedades texturales mediante columnas estratigráficas e identificar las facies presentes. Además, se realizó un estimado porcentual de las litologías que componen los clastos del segmento QbO1 expuesto en este sector, empleando la metodología planteada por Howard (1993). Producto de esta etapa se realizaron nueve (9) estaciones de campo, de las cuales dos (2) presentan la exposición del segmento QbO1 en el sector norte de Bucaramanga.

4.5 Selección área fuente.

En base a los resultados obtenidos en las fases de laboratorio y campo, se plantea la hipótesis del área fuente para el segmento QbO1; tomando como parámetro principal la afinidad ígneo – metamórfica para los clastos del segmento QbO1 y el desplazamiento planteado para el Sistema de Fallas Bucaramanga – Santa Marta en el sector norte de Bucaramanga (SFBS), el cual es de aproximadamente 18 km Velandia (2017).

Se establece un área de 18 km de radio a partir del lomo de presión de Morro Rico (propuesto como ápice del abanico de Bucaramanga por Diederix 2008), para buscar micro cuencas que abarquen una composición litológica ígneo – metamórfica y se encuentren cercanas al SFBS; de esta manera las Microcuencas La Mala y El Aburrado cumplen los parámetros propuestos y son el objeto para el desarrollo de este estudio.

4.6 Resultados y análisis.

Una vez se recopiló toda la información en el área de estudio se procedió a realizar la clasificación y análisis de la misma a fin de obtener información detallada que respalde y aporte los resultados obtenidos para dar cumplimiento a los objetivos planteados en este proyecto.

4.7 Elaboración documento final.

Se realizó el informe final el cual fue entregado a la escuela de geología y la biblioteca de la universidad. Este informe consiste en la presentación de los resultados junto con su análisis y discusión, esto con el propósito de realizar un aporte a la geología de la Formación Bucaramanga.

5. Marco teórico.

La Formación Bucaramanga está catalogada como un depósito conglomerático , acusado a un ambiente aluvial dominado por Corrientes (Niño y Vargas, 1992), el cual relleno el *Pop Down* formado por el SFBS y el sistema de fallas del Suarez, por lo cual es imperativo entender el origen y conformación de estos depósitos.

5.1 Depósitos detríticos.

El origen de las rocas clásticas ha sido considerado como un sistema (Figura 2) cuyo punto inicial es la roca madre erosionable y susceptible de generar material solido transportable. El termino final se encuentra representado por la roca sedimentaria resultante, una vez los productos generados en el área fuente han sido transportados, sedimentados y transformados por la diagénesis. Los sedimentos están asociados al tipo de transporte, de flujo, al igual que su textura. La relación entre todos estos parámetros genera un tipo de depósito característico que evidencia su origen con base a sus características texturales y estructurales.

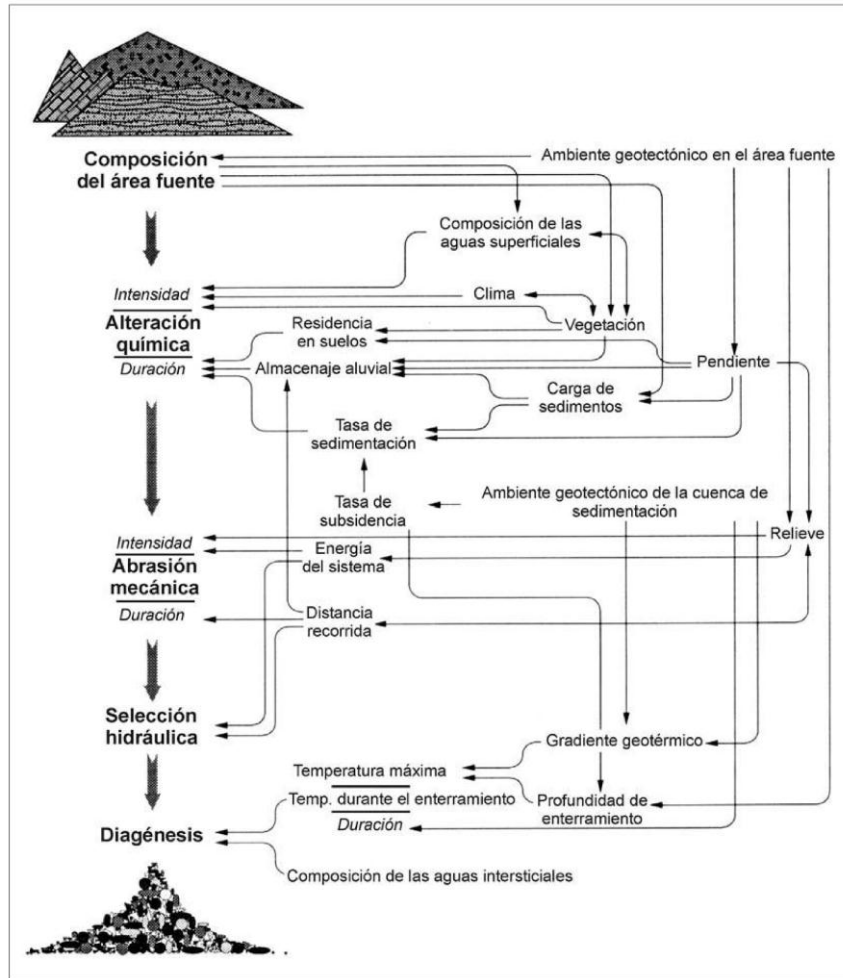


Figura 2. Representación del sistema que controla la composición de los depósitos detríticos. Tomada de (Arribas, J. 2010).

5.2 Abanicos aluviales.

Un abanico aluvial (figura 3) es un depósito que se desarrolla en áreas de alto relieve, donde hay un abundante suministro de sedimentos cuya forma se asemeja al segmento de un cono que se forma donde una corriente que fluye de las montañas desemboca en una llanura. Las corrientes son canales radiales a partir del ápice y disectan la superficie. El tamaño del depósito está influenciado por la cuenca hidrográfica, litología del área fuente y el clima. La corriente varía a

lo largo del abanico; en la parte superior socava los sedimentos del depósito y en la parte inferior son corrientes superficiales.

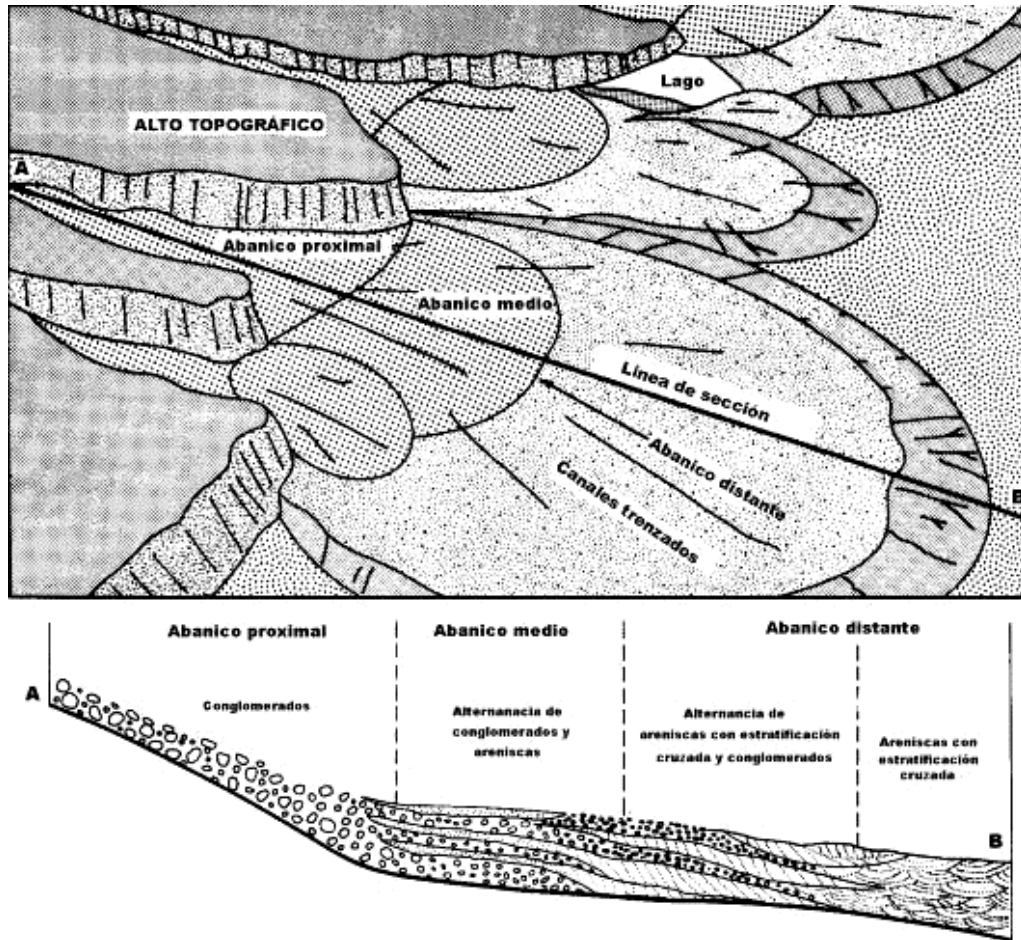


Figura 3. esquema vista en planta y sección transversal de un abanico. Tomado de <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemadeabanicosaluviales.htm>.

El perfil expuesto por el abanico varia, siendo cóncavo hacia arriba para perfiles radiales y cóncavo hacia abajo en perfiles transversales. La variación lateral de facies es producto del rápido decrecimiento del tamaño de grano hacia el frente del abanico y el aumento de la proporción de facies finas, los depósitos proximales del abanico se encuentran dominados por gravas probablemente imbricadas y estratificadas, mientras la estratificación cruzada se incrementa con la distancia; por lo general los sedimentos son inmaduros (Nilsen, 1984).

Un abanico aluvial consta de tres zonas, la zona proximal (abanico proximal), zona media (abanico medio) y zona distal (abanico distante); las cuales están conformadas por el ápice, el cañón del abanico y el área media (Nichols G, 2009). El ápice se ubica en la parte superior, en el lugar donde sucede el cambio brusco de pendiente en la zona proximal. El cañón del abanico que se ubica entre la zona proximal y la zona media, es el lugar donde la corriente erosiona parte del abanico. El área media es donde la pendiente se hace muy baja y la corriente deposita el sedimento abarcando hasta la zona distal.

De acuerdo con Nilsen (1984) las secuencias de los abanicos constan de una mezcla de depósitos de flujo de corriente, flujos de escombros, flujos de lodos y depósitos de derrumbe. Los depósitos por corriente de flujo resultan a partir de los depósitos transportados por tracción, saltación y suspensión por agua. En segundo lugar, los depósitos de flujo de lodo se producen a partir de sedimentos en los cuales la matriz (fangosa o lodosa) da soporte a los clastos suspendidos.

En las zonas intercanales de alta pendiente se generan los depósitos de flujo de escombros, son característicos de la zona proximal, aunque también se pueden encontrar a lo largo del abanico (Niño y Vargas, 1993).

5.3 Proveniencia de los sedimentos.

La procedencia de un depósito sedimentario consiste en saber el origen o fuente de los materiales que conforman dicho depósito, incluyendo todos los factores que han contribuido a su formación. El conocimiento de la composición de los depósitos es importante debido a la información que aporta del pasado geológico.

La naturaleza del área fuente es el factor principal que define las características texturales y composicionales del sedimento detrítico. Otros factores, como el relieve, el clima y el tipo de transporte experimentado hasta su depósito en la cuenca de sedimentación, modulan la señal principal de la litología del área fuente sobre el sedimento (Arribas, J. 2010). A partir del estudio detallado de la composición se obtiene la máxima información sobre la historia del depósito. Los caracteres texturales son muy sensibles a los factores ligados al transporte y menos a factores relacionados con el área fuente.

La formación y progradación de abanicos aluviales a lo largo del frente de cordillera, son por lo general el registro de una orogenia. El crecimiento de estos abanicos es controlado por una variedad de procesos sedimentarios sobre el margen de la cuenca. Donde la ruta de dispersión de los sedimentos entre el área fuente y la cuenca más cercana es directa, cambios estratigráficos en la composición de clastos son indicadores de la evolución tectónica del área fuente a través del tiempo (Colombo 1994).

El análisis petrográfico de gravas es muy útil cuando se analizan los sedimentos de las partes proximales de la cuenca, para análisis a lo largo de las zonas distales es más útil el análisis de las fracciones de arena. Los materiales con menor resistencia como feldespatos y arcillas, que se pudieran utilizar como guía de la unidad rocosa, no se distribuyen a las partes más distales de la cuenca debido a su rompimiento por la fuerza de las corrientes y los largos tiempos de viaje (Quintero. I, 2010).

5.4 Conteo de clastos.

El objetivo en el conteo de clastos es determinar de manera cuantitativa el porcentaje de uno o más tipos de estos, dentro de un grupo de estudio. La definición del grupo de clastos varía con el

propósito de la investigación y puede llegar abarcar desde un intervalo estratigráfico hasta una localidad específica (HOWARD 1993).

La textura y composición de un conglomerado se estudian directamente en el afloramiento. El análisis de tamaño, forma, redondez y composición, al igual que la textura deberá de realizarse directamente en el campo utilizando métodos cuantitativos de análisis. A partir del tipo de partícula se infiere la fuente o procedencia de los sedimentos. Los conglomerados y brechas permiten identificar las diferentes litologías de sus componentes, motivo por el cual resultan muy útiles para realizar estudios de procedencia (Plata y Moreno 2015).

El conteo de clastos realizado en diferentes localidades geográficas, se utiliza para caracterizar los patrones de dispersión de sedimentos en el espacio y tiempo, los cambios en las proporciones de diferentes tamaños y composiciones de clastos, a lo largo del tiempo, estableciendo direcciones de paleo transporte o respuestas a cambios eustáticos (Plata y Moreno 2015).

La manera más directa para medir el porcentaje de clastos sería coleccionar todos los clastos de tamaño grava y contar el número de cada tipo de litología. Esto es imposible, por lo tanto, es necesario un enfoque estadístico en el cual la verdadera proporción de cada litología es inferida de un número limitado de clastos. Una muestra es considerada representativa solo si la población es heterogénea y ha sido coleccionada de manera aleatoria, en ese caso, cada muestra tiene una posibilidad igual e independiente de ser escogida. Para que un conteo de clastos tenga una validez estadística, se debe utilizar un procedimiento formal para asegurar que tanto el punto exacto del afloramiento donde se realizó el conteo, como los clastos contados se seleccionaron de manera aleatoria. El porcentaje en volumen de los clastos en un conglomerado depende del tamaño de las partículas, el cual puede variar de forma no aleatoria, debido a factores como la

dureza, clivaje. El conteo de puntos de una roca sedimentaria de grano grueso resulta en un estimado parcial del porcentaje de los clastos, motivo por el cual no puede ser tratado estadísticamente. De las distintas metodologías para realizar conteos de clastos (figura 4), la mejor es el método de área (ribbon method) que consiste en seleccionar un área con un ancho igual a 2.5 veces la longitud del clasto más grande (HOWARD 1993).

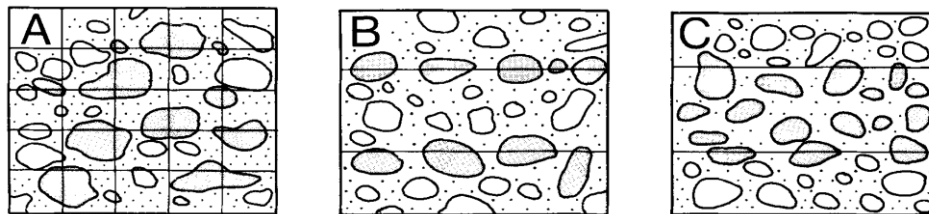


Figura 4. Contraste de métodos utilizados para contar clastos: A) método de cuadrícula, B) método lineal, C) método de área. Tomada de Howard, 1993.

6. Antecedentes.

En Bucaramanga existe un conjunto de depósitos cuaternarios de los cuales el más importante es el de la terraza de Bucaramanga (Julivert 1963). Las bases para la estratigrafía de la terraza de Bucaramanga fueron dadas por Hubach (1952). Estos depósitos tienen su origen asociado a una inflexión en sentido NW en la dirección del Río Sogamoso.

Inicialmente la terraza de Bucaramanga fue dividida en tres niveles (De Porta 1959): uno inferior formado por la alternancia de cantos bien rodados y arenas, el nivel medio finamente estratificado y compuesto por arcillas, el último nivel es conglomerático. Otros autores (Niño A y Vargas G. 1992) dividen el depósito de la terraza de Bucaramanga en cinco segmentos (Calcáreo, Organos, Finos, Gravoso y Limos Rojos). INGEOMINAS (2001) al no encontrar límites estratigráficos claros entre los segmentos Calcáreo y Órganos, propone cuatro miembros para la Terraza de Bucaramanga (Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos).

Bueno y Solarte (1994) definen el miembro Órganos como una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. El ambiente de depositación de este miembro se relaciona con procesos fluviales y transporte fluvial (Lima y Medina 2015). Garnica y Niño, (2015) asocian tres ambientes sedimentarios de depositación para el miembro QbO que corresponden a abanico aluvial, fluvial y fluvial-playa. Dentro de los regímenes paleo climáticos se pueden distinguir dos macro eventos cíclicos en el momento de la depositación de los sedimentos (Lima y Medina 2015). Sedimentológicamente el miembro QbO está definido por niveles conglomeráticos de tamaño grava principalmente, lentes de arena entre las capas, intercalaciones de niveles areno-arcillosos (Plata y Moreno 2015).

Según Niño y Vargas (1992) los clastos del miembro QbO están compuesto por areniscas silíceas (30%), ígneos y metamórficos (22%), areniscas violetas (8%), Cuarzo (5%), Chert (3%) y Caliza (1%). Por otra parte Solano (2016) propone una composición principalmente de granito rosado, riolita, pegmatita, granito blanco, neis y rocas sedimentarias terrígenas rojas y claras. En trabajos más recientes, Franco y Ramírez (2018) dan una composición para los clastos que denota un predominio en las categorías de Rocas Metamórficas (30%) y Arenitas Blancas (22%), seguido por clastos pertenecientes a Granitos y Riolitas (14%), Sedimentarias Rojas (14%) y Arenitas Glauconíticas (22%). Así mismo (Franco y Ramirez, 2018) interpretan un ambiente entrelazado somero de gravas (*shallow gravel braided*), para la depositación de dicho miembro.

La evolución del segmento QbO1 es asociada (Geomatica-UIS 2017) al relleno de la depresión tectónica de Bucaramanga durante el Pleistoceno. Las estructuras que controlan la zona donde se depositó el segmento QbO1, y la actividad cuaternaria de dichas estructuras también han sido motivo de distintos estudios (INGEOMINAS 2008, Diedrix *et al* 2009, Velandia *et al* 2017, Jimenez *et al* 2015).

7. Marco geológico.

La terraza de Bucaramanga alcanza un desarrollo notable, extendiéndose hacia el N a unos dos kilómetros de la ciudad, al E limita con el sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta y el Macizo de Santander, al W con el sistema de fallas del Suarez y la plataforma de Lebrija, al S con la mesa de Ruitoque y hacia el N con la intersección de los sistemas de fallas Bucaramanga y Suarez (Figura 5).

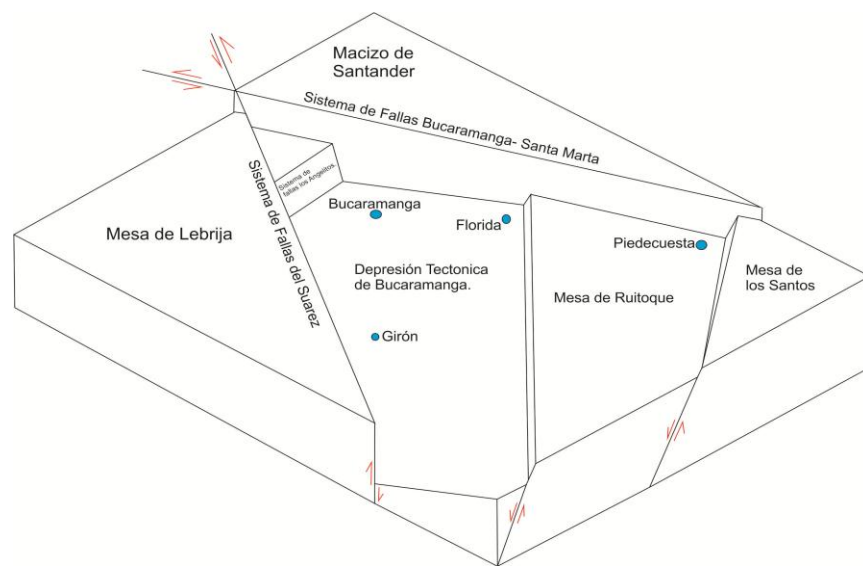


Figura 5. Límites de la Terraza de Bucaramanga. Tomada de Niño y Vargas 1993.

7.1 Geología estructural.

7.1.1 Sistema de fallas de Bucaramanga-santa marta (SFBS). Tiene una dirección aproximada N20oW y su cinemática es considerada de rumbo sinistral (Niño y Vargas, 1992; Jimenez et al, 2015) con un importante componente vertical (Julivert 1958) que genera en algunos sectores un comportamiento inverso (Cuéllar et al, 2012). Tiene una extensión de 550 km desde la Costa Caribe hasta la Cordillera Oriental (Jiménez et al. 2015) y una zona de daño aproximada de 5 Km de ancho (Cuellar et al, 2012). Diederix (2009) con base en la

identificación e interpretación de geformas, marcadores e índices geomorfológicos considera activo este sistema de fallas.

7.1.2 Sistema de fallas del Suarez. Este sistema de fallas tiene una longitud de unos 120 Km, al Sur desde Barbosa hasta el sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta al norte, esta convergencia comparte las características de un “Pop Down” (Figura 6) hacia la zona donde se presenta la depositación de la Fm Bucaramanga; el trazo de este sistema tiene una dirección N20oE y N25oE (INGEOMINAS 2001). Este sistema de fallas está formado por tres fallas inversas paralelas (Ingeominas, 2007), la Falla Suárez propiamente dicha, la Falla Río de Oro y fallas cortas (Diederix et al. 2008); la falla principal pone en contacto niveles de la formación Girón al occidente, con niveles de la formación Bucaramanga al oriente.

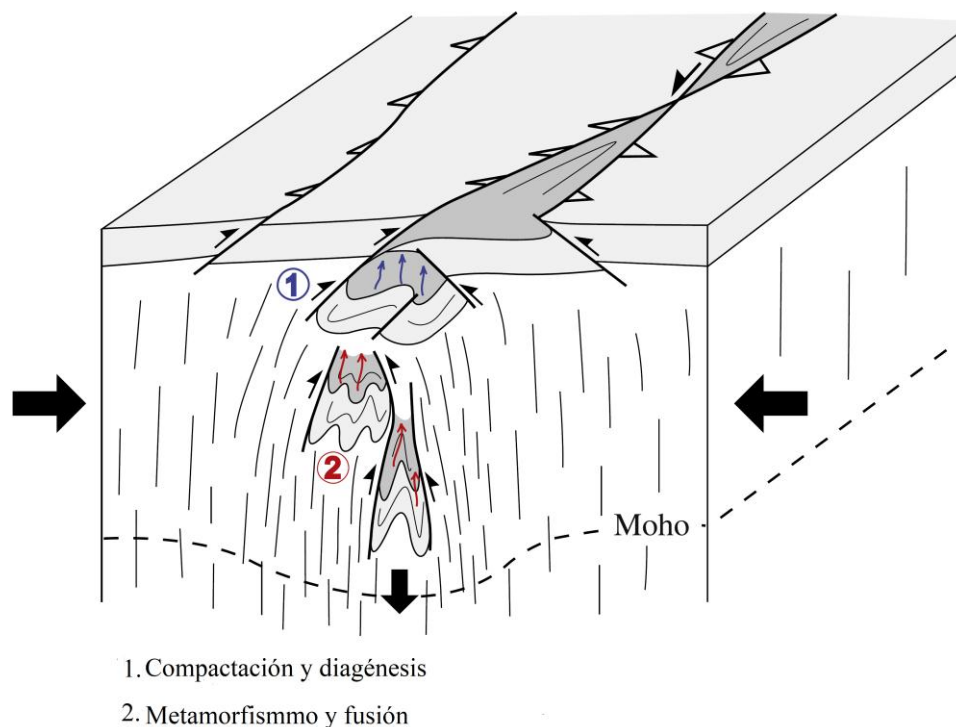


Figura 6. Bloque diagrama que representa la configuración de un Pop – Down; tomada y modificada de Pop-down tectonics, fluid channelling and ore deposits within ancient hot orogens (Gapis et al; 2014).

7.1.3 Sistema de fallas transversales. El movimiento sinistral del sistema de fallas del Suarez genera una falla en el sector donde confluyen los ríos de Oro y Suratá, con una dirección N45o-50oW (Niño y Vargas, 1992). Este sistema es confirmado por Geomática-UIS (2017) en base al desplazamiento relativo del contacto entre los segmentos QbO1 y QbO2.

Diederix (2008) al observar el cambio brusco de curso del río surata en su confluencia con el río de oro en el sector norte de Bucaramanga también afirma la existencia de este sistema de fallas transversales.

7.2 Estratigrafía.

La formación Bucaramanga está dividida (Niño Y Vargas, 1992) de base a techo en los siguientes segmentos: Calcáreo, Órganos, Finos de Bucaramanga, Gravoso y Limos Rojos. En el sector norte de la terraza de Bucaramanga afloran los segmentos Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos. Este proyecto se desarrollará en el estudio del Miembro Órganos (QbO).

7.2.1 Miembro Órganos (QbO). Hubach (1952) define los niveles conglomeráticos como cuerpos que conforman depósitos de guijas y gujarros, débilmente consolidados, clastosoportados (60%) y granosoportados (40%), con espesores de hasta 15 m. El tamaño de los clastos varía entre 10 y 30 cm, logrando bloques de hasta 1 metro de diámetro. La composición de los clastos es principalmente areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y chert. Todos los fragmentos tienen forma redondeada a sub-redondeados.

El miembro Órganos 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 en

composición y textura. El predominio de lentes hacia la parte superior y los contactos irregulares podrían indicar periodos de erosión por corrientes intermitentes. En los regímenes paleoclimáticos se pueden distinguir dos macroeventos cíclicos en el momento de la depositación (Lima y Medina, 2015).

El Miembro QbO presenta tres segmentos (Geomática-UIS 2017): Órganos Inferior (QbO1), Órganos Superior (QbO2) y Órganos Removido (Qd?). El segmento QbO1 está constituido predominantemente por gravas clasto-soportadas a matriz-soportadas con intercalaciones de arenas ligeramente gravosas. La principal diferencia entre los segmentos QbO1 y QbO2 radica en el cambio de composición de los clastos, en el segmento QbO2 tienen una presencia mayoritaria los clastos de origen sedimentario y en menor proporción clastos de rocas ígneas y metamórficas, mientras que en el segmento QbO1 los clastos proceden en su mayoría de rocas ígneas y metamórficas. El ambiente de depósito del miembro QbO está asociado a la parte proximal y media de un abanico en su segundo ciclo de depositación donde alcanza su mayor diámetro (Niño y Vargas, 1992).

El espesor del miembro QbO en la terraza de Bucaramanga varia ampliamente reportándose su menor valor en el barrio Don Bosco (5.2m) y su máximo valor en el sector de la quebrada dos aguas (164.8 m) (Niño y Vargas, 1992).

8. Resultados.

8.1 Identificación de clastos en los sondeos.

Como resultado del barrido (Tabla 4) realizado se encontraron clastos en tres (3) de los sondeos (S1, S2 Y S3). En los demás sondeos (S4, S5, S6 Y S7b) los testigos recuperados se encontraban en un avanzado estado de meteorización (Figura 7).



Figura 7. Ejemplo del nivel de meteorización de los sondeos que no fueron seleccionados.

A continuación, se presenta la relación de los clastos encontrados para cada composición. Los clastos que fueron seleccionados para las secciones delgadas se encuentran en la (Figura 9).

Tabla 4.

Litologías encontradas en los sondeos seleccionados.

Sondeo	Tonalita	Monzogranito	Neis	Granodiorita	Granitoide rico en Qz	Guijros de Qz
S1	12	3	10	4	5	3
S2	1	0	1	2	1	0
S3	6	0	0	3	1	0
Total	19	3	11	9	7	3

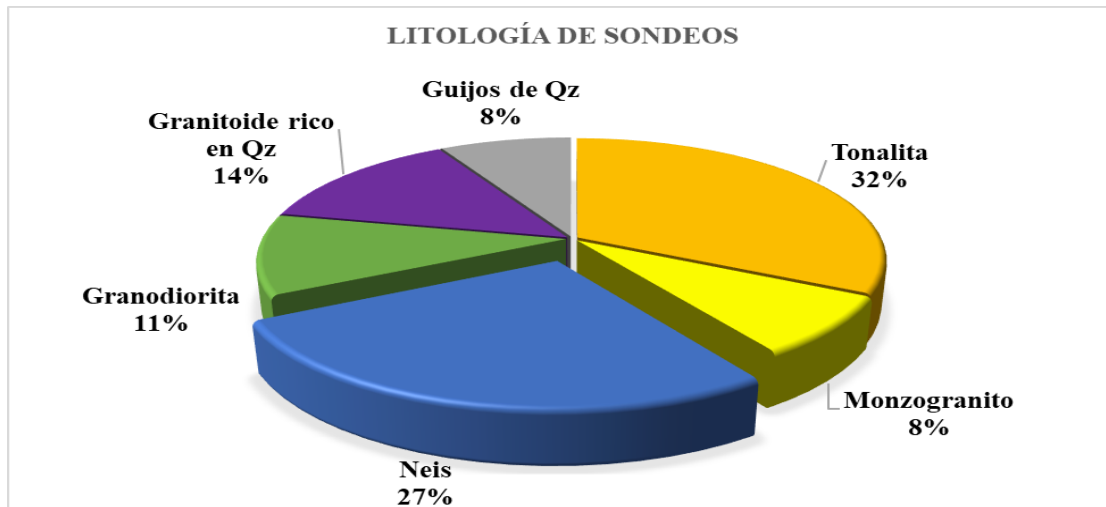


Figura 8. Composición y distribución porcentual de la litológica evaluada en los sondeos seleccionados

En total se contaron 52 guijos de los que hay que resaltar la ausencia de material de origen sedimentario.

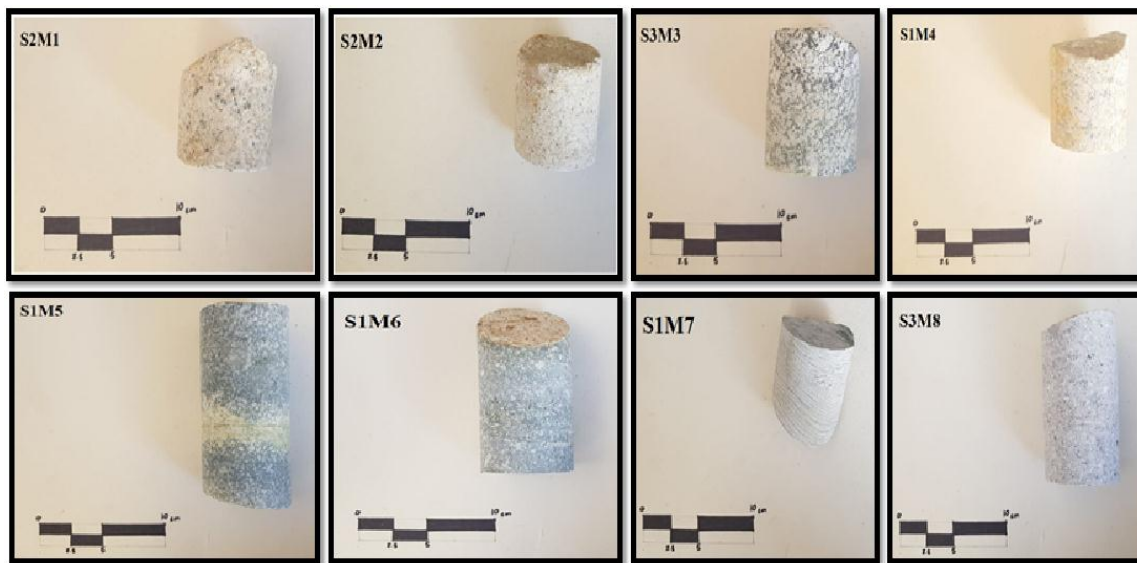


Figura 9 testigos de los clastos seleccionados para el análisis petrográfico.

Según la clasificación realizada a nivel macroscópico los clastos seleccionados presentan las siguientes litologías:

- **S1M1** Granitoide.
- **S2M2** Granitoide.

- **S3M3** Granodiorita.
- **S1M4** Tonalita.
- **S1M5** Cuarzodiorita.
- **S1M6** Granitoide Porfírico.
- **S1M7** Neis.
- **S3M8** Monzogranito.

Con la petrografía de los clastos seleccionados se busca confirmar la composición litológica de los clastos seleccionados.

8.2 Petrografía de clastos.

Como segunda etapa de este trabajo se propuso realizar la identificación de cada una de las litologías que componen el segmento Órganos Inferior, para esto se realizaron ocho (8) secciones delgadas que corresponden a cada una de las composiciones encontradas en los sondeos en que se identificó el segmento QbO1. A continuación se presentan los resultados de esta etapa:

8.2.1 S2M1. Descripción: Roca ígnea plutónica, con bajo grado de meteorización, el guijo tiene un diámetro de 10 cm, de color blanco con un tono nacarado. Cristales euhedrales, compuesta principalmente por cuarzo, plagioclasa y microclina. Según su composición (tabla 5) la muestra corresponde a un Monzogranito.

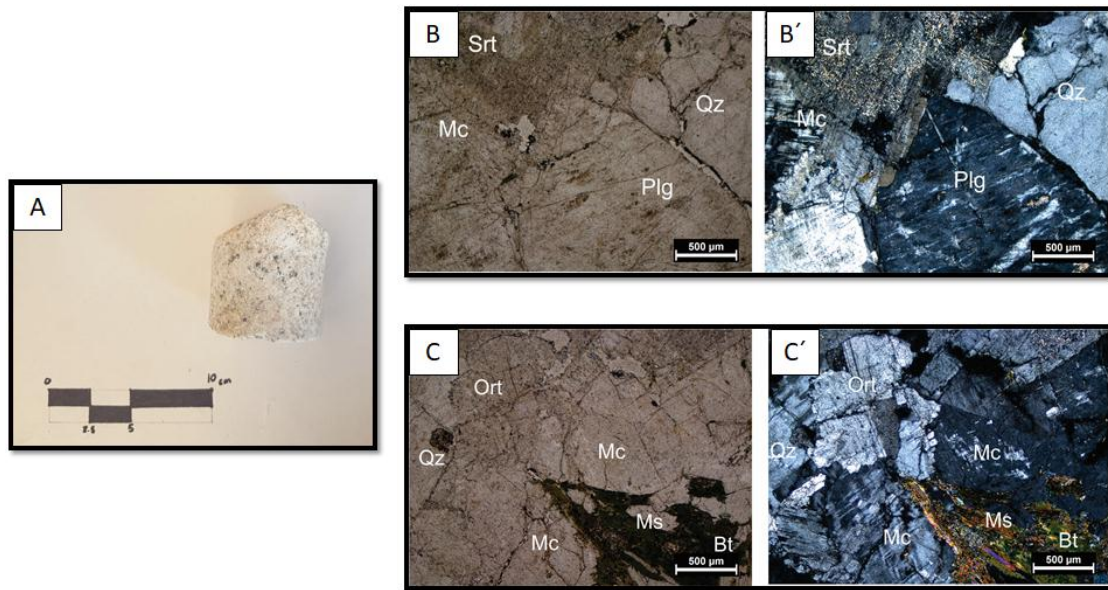


Figura 10. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Sericita (Srt), Microclina (Mc), Plagioclase (Plg), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Sericita (Srt), Microclina (Mc), Plagioclase (Plg), Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicols paralelos con Ortoclase (Ort), Microclina (Mc), Biotita (Bt), C')sección delgada en nicols cruzados con Ortoclase (Ort), Microclina (Mc), Biotita (Bt).

Tabla 5.

Composición y clasificación para la muestra S2M1.

Tipo de roca: Ígnea / Plutónica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	191	Biotita (Bt)	11
Plagioclase (Plg)	97	Epidota (Ept)	2
Microclina (Mc)	71	Min. Isotropico	1
		Clorita (Cl)	1
		Moscovita (Ms)	1
		Sericita (Srt)	1
Clasificación			
Qz	53%	Monzogranito (3b) (▲)	
Plg	27%		
K-feld	20%		

8.2.2 S2M2. Descripción: Roca ígnea plutónica, de color blanco, holocristalina, cristales euhedrales, con bajo grado de meteorización, el clasto tiene un diámetro de 8 cm. De acuerdo a su composición (Tabla 6) la muestra corresponde a un Granitoide Rico en Cuarzo.

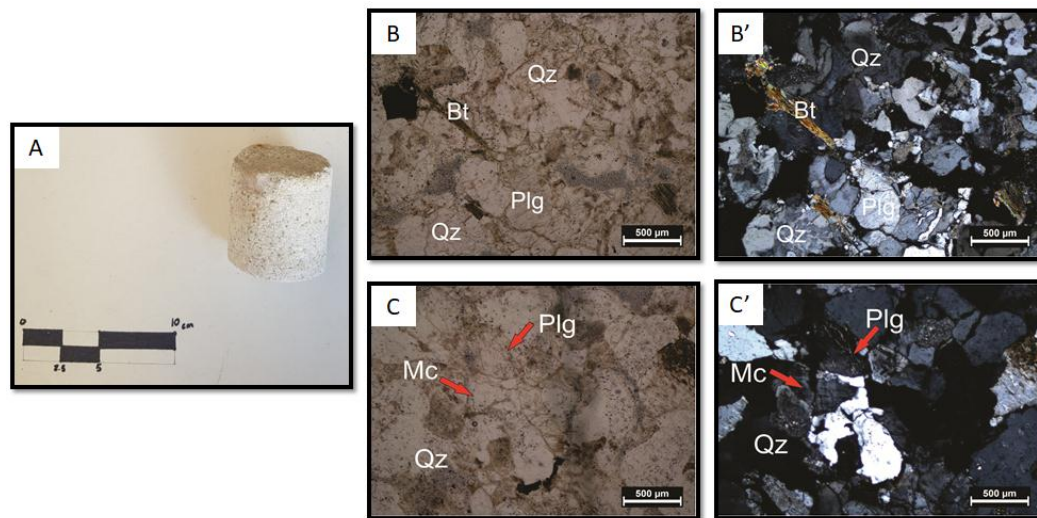


Figura 11. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Biotita (Bt), Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Biotita (Bt), Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicols paralelos con Microclina (Mc), Cuarzo (Qz), Plagioclasa (Plg), C') sección delgada en nicols cruzados con Microclina (Mc), Cuarzo (Qz), Plagioclasa (Plg).

Tabla 6.

Composición y clasificación para la muestra S2M2

Tipo de roca: Ígnea / Plutónica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	264	Biotita (Bt)	11
Plagioclasa (Plg)	70	Epidota (Ept)	2
Microclina (Mc)	4	Min. Isotropico	1
Ortoclasa	4	Clorita (Cl)	1
		Moscovita (Ms)	1
		Sericita (Srt)	1
Clasificación			
Qz	78%	Granitoide rico en cuarzo (1b) (▲)	
Plg	18%		
K-feld	4%		

8.2.3 S3M3. Descripción: Roca ígnea plutónica, holocristalina, con cristales euhedrales, la muestra está compuesta principalmente por cuarzo y plagioclasa, además de calcita, moscovita, clorita, biotita. Presenta un alto grado de sericitización. De acuerdo a su composición (Tabla 7) la muestra corresponde a una Granodiorita.

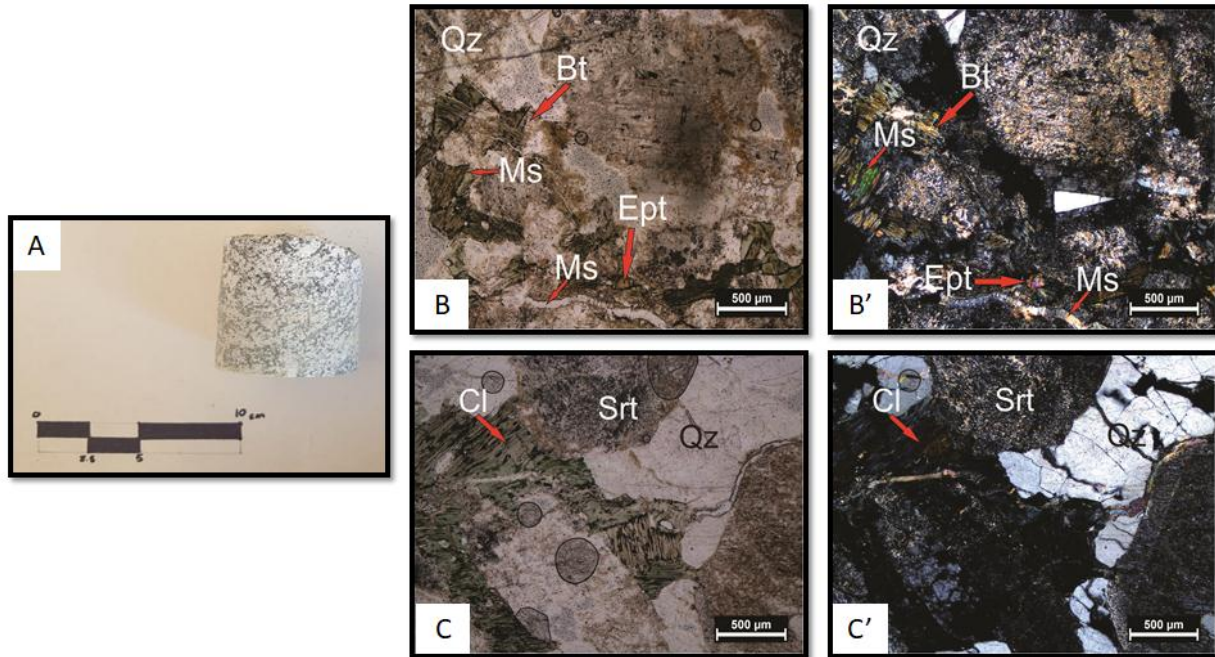


Figura 12. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Biotita (Bt), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Biotita (Bt), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicols paralelos con Clorita (Cl), Cuarzo (Qz), Sericita (Sr), C') sección delgada en nicols cruzados con Clorita (Cl), Cuarzo (Qz), Sericita (Sr).

Tabla 7.

Composición y clasificación para la muestra S3M3

Tipo de roca: Ígnea / Plutonica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	82	Calcita (Cl)	33
Plagioclasa (Plg)	47	Epidota (Ept)	2
Feld Potasico (K-feld)	13	Biotita (Bt)	17
		Clorita (Cl)	27
		Muscovita (Ms)	16
		Sericita (Srt)	104
Clasificación			
Qz	58%	Granodiorita (4)	
Plg	33%	(▲)	
K-feld	9%		

8.2.4 SIM4. Descripción: Roca ígnea plutónica, holocristalina, compuesta por cuarzo y plagioclasa, con cristales euhedrales. El guijo tiene un color blanco. Según su composición (tabla 8) la muestra corresponde a una Tonalita.

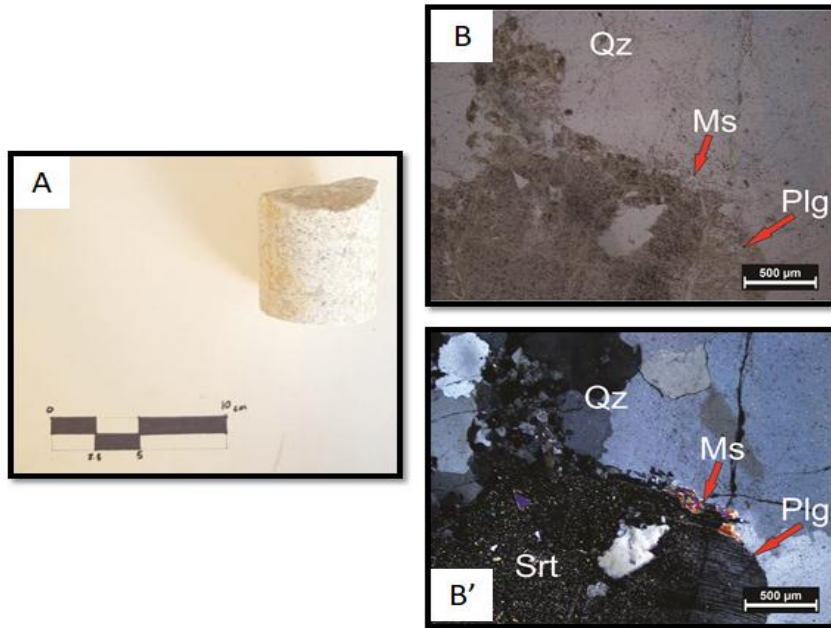


Figura 13. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Plagioclasa (Plg), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Sericita (Srt), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz).

Tabla 8.

Composición y clasificación para la muestra SIM4

Tipo de roca: Ígnea / Plutónica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	111	Muscovita (Ms)	1
Plagioclasa (Plg)	100	Sericita (Srt)	1
Clasificación			
Qz	53%	Tonalita (5) (▲)	
Plg	47%		

8.2.5 S1M5. Descripción: Roca ígnea plutónica, con un diámetro aproximado de 15 cm con prevalencia de los tonos oscuros, holocristalina. La muestra presenta sericitización. Composicionalmente (Tabla 9) corresponde a una Tonalita.

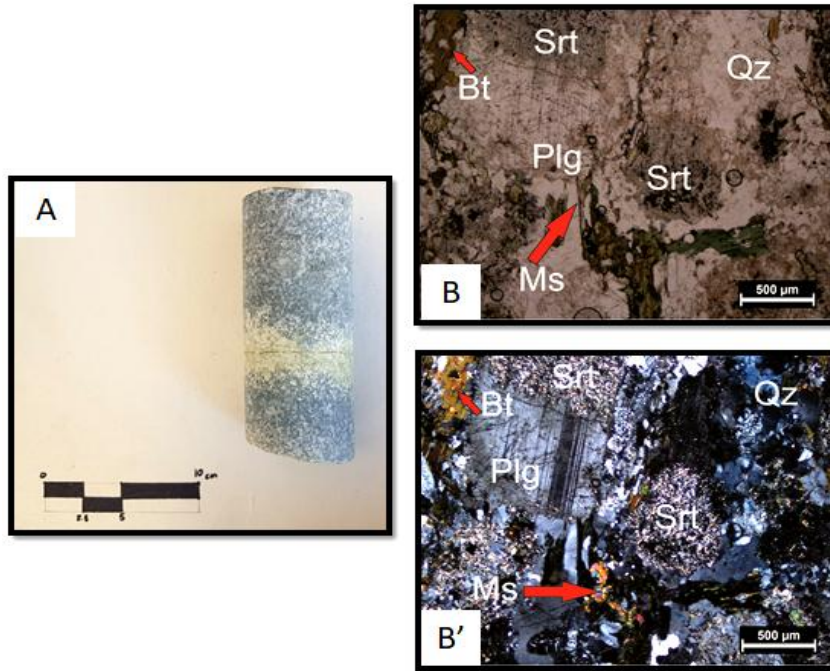


Figura 14.A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Plagioclasa (Plg), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Sericita (Srt) B') sección delgada en nicols cruzados con Plagioclasa (Plg), Muscovita (Ms), Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Sericita (Srt).

Tabla 9.

Composición y clasificación para la muestra S1M5

Tipo de roca: Ígnea / Plutónica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	80	Biotita (Bt)	24
Plagioclasa (Plg)	56	Clorita (Cl)	22
		Muscovita (Ms)	4
		Sericita (Srt)	53
Clasificación			
Qz	59%	Tonalita (5)	
Plg	41%	(▲)	

8.2.6 S1M6. Descripción: Roca ígnea plutónica, holocristalina, con textura porfírica, fenocristales de plagioclasa y algunos feldespatos potásicos junto con una matriz compuesta principalmente por cuarzo. Cristales euhedrales. De acuerdo a su textura la muestra corresponde a un Pórfido Granítico. Según la composición (Tabla 10) la muestra corresponde a una Granodiorita.

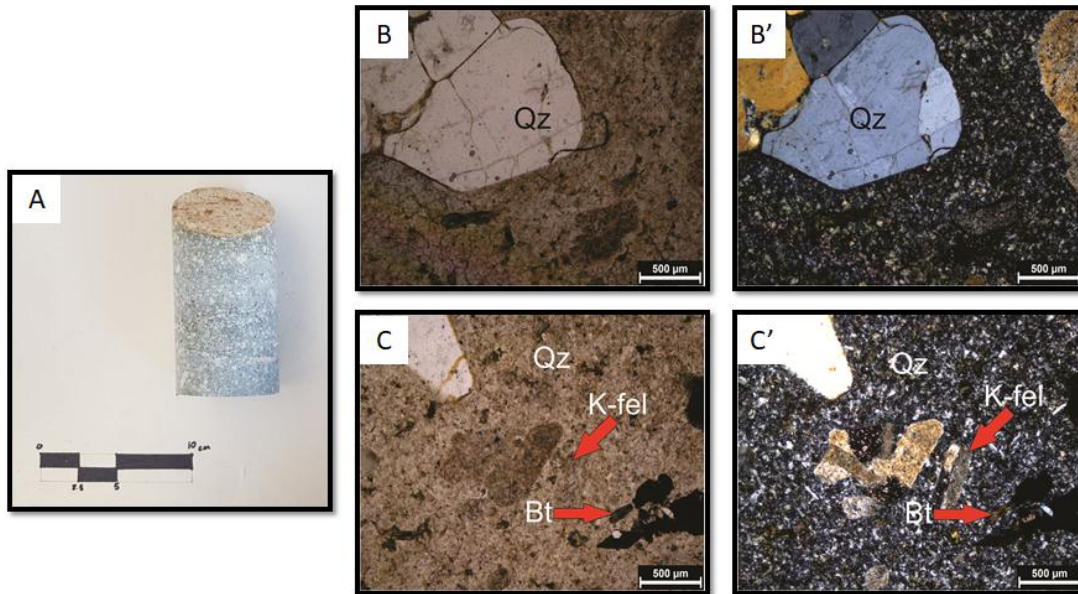


Figura 15. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Cuarzo (Qz), C) sección delgada en nicols paralelos con Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Biotita (Bt), C') sección delgada en nicols cruzados con Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Biotita (Bt).

Tabla 10.

Composición y clasificación para la muestra SIM6

Tipo de roca: Ígnea / Plutónica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	148	Biotita (Bt)	19
Plagioclasa (Plg)	103	Clorita (Cl)	2
Feld Potasico (K-feld)	35		
Clasificación			
Qz	52%	Granodiorita (4) ▲	
Plg	36%		
K-feld	12%		

8.2.7 SIM7. Descripción: La muestra está compuesta por cuarzo (Qz), plagioclasa (Plg) y epidota (Ept). La muestra tiene una estructura néisica asociada a un protolito ígneo. Corresponde a un Ortonéis de facie anfibolita.

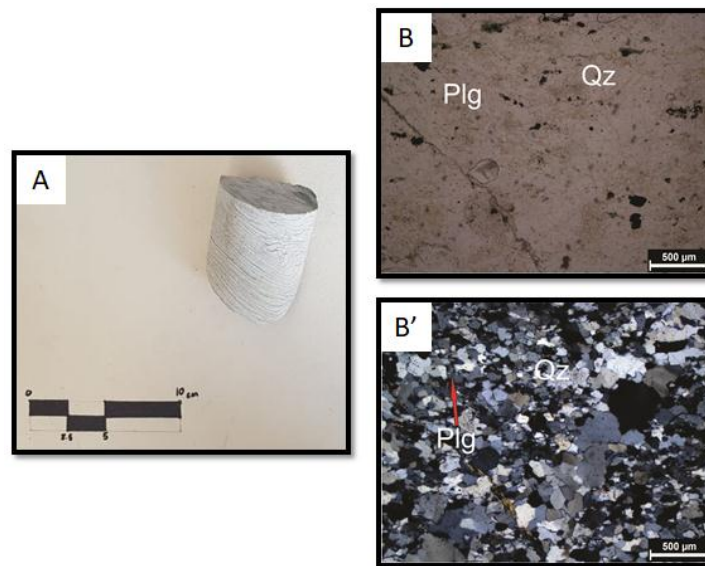


Figura 16. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz), B') sección delgada en nicols cruzados con Plagioclasa (Plg), Cuarzo (Qz).

8.2.8 S3M8. Descripción: Roca ígnea plutónica, holocristalina, cristales euhedrales, composicionalmente (Tabla 11) corresponde a un Granitoide Rico en Cuarzo.

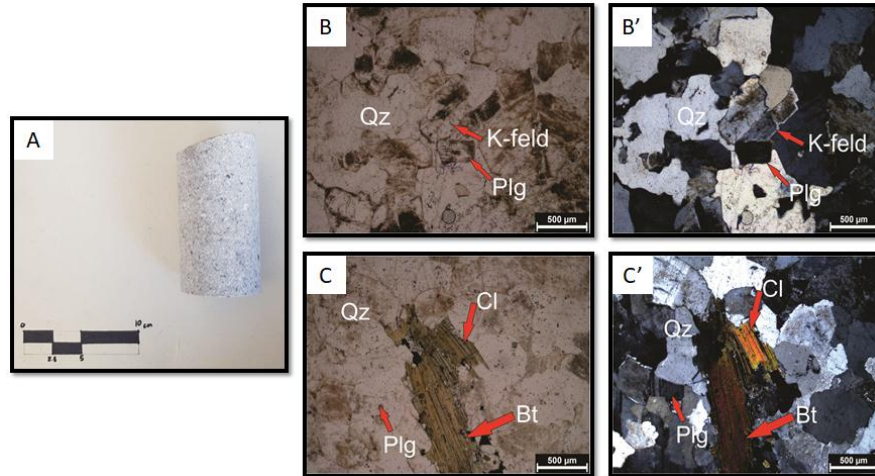


Figura 17. A) testigo de muestra de mano, B) sección delgada en nicols paralelos con Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Plagioclasa (Plg), B') sección delgada en nicols cruzados Cuarzo (Qz), Feldespato Potásico (K-fel), Plagioclasa (Plg), C) sección delgada en nicols paralelos con Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Plagioclasa (Plg), Biotita (Bt), C') sección delgada en nicols cruzados con Cuarzo (Qz), Biotita (Bt), Plagioclasa (Plg), Biotita (Bt).

Tabla 11.

Composición y clasificación de la muestra S3M8

Tipo de roca: Ígnea / Plutonica			
Minerales Principales		Minerales Secundarios	
Cuarzo (Qz)	265	Sericita (Srt)	48
Plagioclasa (Plg)	26	Clorita (Cl)	8
Feld Potasico (K.Feld)	7	Biotita (Bt)	14
Clasificación			
Qz	89%	Granitoide rico en cuarzo	
Plg	9%	(1b)	
K-feld	2%	▲	

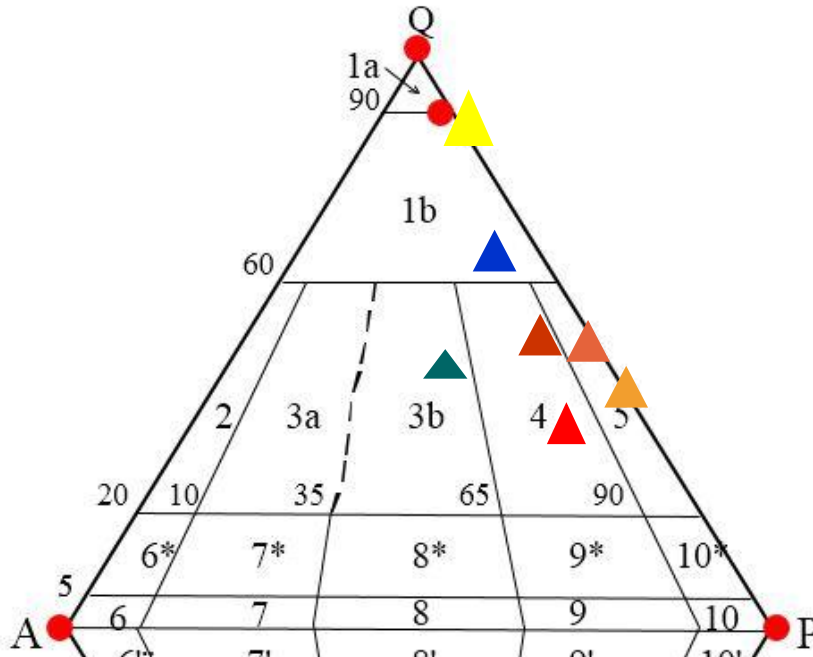


Figura 18. Diagrama de clasificación de Streckeisen para rocas ígneas plutónicas con la ubicación de las muestras evaluadas.

Tabla 12

Campos para la clasificación de Rocas Plutónicas de Streckeisen

Campos	Nombres
1a	cuarzolita o silexita
1b	granitoides ricos en cuarzo granito de feldespato alcalino; con bajo índice de color:
2	alaskita
3a	sienogranito
3b	monzogranito, adamellita
4	granodiorita
5	tonalita, cuarzodiorita; con bajo índice de color: trondjemita
6*	cuarzo-sienita de feldespato alcalino
6	cuarzo-sienita
7*	cuarzosenita
7	sienita
8*	cuarzo-monzonita
8	monzonita
9*	cuarzo-monzodiorita, cuarzo-monzogabro
9	monzodiorita, monzogabro
10*	cuarzodiorita, cuarzogabro
10	gabro (% An en plagioclasa > 50%) o diorita (% An en plagioclasa < 50%)

Las litologías encontradas en los sondeos S1, S2 y S3 (Apendice A) corresponden en un 87.5% a rocas ígneas y en 12,5% a rocas metamórficas.

Como se observa en el (Apendice A) las litologías evaluadas para el segmento QbO1 en las perforaciones de Geomatica – UIS (2017), se encuentran estrechamente relacionadas con unidades litológicas expuestas en el macizo de santander, especialmente con la unidad Silúrico – Devónico (PzPa), el Batolito de Rionegro y el Complejo Bucaramanga; lo cual es una evidencia tangible de la importancia que tiene el Macizo de Santander en el aporte de los clastos y materiales que configuraron la depositación del segmento QbO1.

8.3 Columna generalizada del segmento QbO1.

En base a las columnas detalladas producidas por Geomática -UIS (2017), en las cuales se propone la diferenciación del miembro Órganos, en los segmentos Órganos Inferior (QbO1) y Órganos Superior (QbO2), se realizó la columna generalizada para el miembro QbO1, tomando como parámetro principal de correlación las características de tamaño de grano y matriz. A continuación, se muestra el resultado obtenido para la columna generalizada.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA SEGMENTO ORGANOS INFERIOR, EN EL SECTOR NORTE DE BUCARAMANGA.

NIVEL (m)	LITOLOGÍA	GRANULOMETRÍA										OBSERVACIONES	Facies	Asociación de facies	Nivel de energía	
		LODO		ARENA				GRAVA								
		Arcilla	Limo	Muy Fina	Fina	Medio	Gruesa	Muy Gruesa	Granuloso	Gujas	Gujarrosos					Bloques
58	QbO2												Limos areno-gravosos.	Flg	1	↖
												Arenas gruesas a muy gruesas de matriz arenoarcillosa.	Smsc	↗		
68												Arenas gruesas a muy gruesas con matriz limosa.	Smf	↗		
												Arenas finas a gruesas con matriz limosa				
												Limo arenoso gravoso.	Flg	2	↖	
												Arenas medias granulosas con matriz arenolodosa.	Sm		↖	
78												Gravas guijosas con matriz arenolimosa. Compuestas por Tonalita, Granitoide rico en cuarzo y Granodiorita	Gms	3	↖	
												Gravas granulosas ligeramente guijosas con matriz areno-arcillosa. Guijos compuestos por Tonalita, Granodiorita y Granitoide rico en cuarzo.	Gmc		↖	
												Gravas granulosas ligeramente guijosas con matriz limoarenosa. Gravos compuestas por Tonalita, Granodiorita.	Gmm		↗	
												Arena media a gruesa ligeramente gravosa	Sp		↗	
												Arena muy fina a fina	Sh		↖	
												Gravas guijarrosas con matriz limoarenosa. Guijos compuestos por Tonalita, Granitoide rico en cuarzo y Neis.	Gmm		↗	
												Limo arenoso ligeramente gravoso. Matriz limosa	Flm	4	↖	
107												Gravas guijarrosas blocosas. Matriz arenosa. Gravos compuestas por Tonalita, Granitoide rico en cuarzo, Monzogranito y Neis.	Gbs		↗	
												Arenas finas a medias ligeramente gravosas.	Sp		↖	
												Gravas guijosas a guijarrosas de matriz limo-arenosa. Compuestas por Granitoide rico en cuarzo, Tonalita y Neis.	Gmm		↖	
121.5												Formación Girón Formación Bocas Grupo Surata (Formación Diamante y Formación Tiburón)				

Figura 19. Columna estratigráfica generalizada para el segmento QbO1 en el sector norte de Bucaramanga;

tomado y modificado de Geomatica - UIS (2017).

El espesor total del segmento QbO1 para el sector norte de Bucaramanga se estima en aproximadamente 63,7 metros. Compuesto por arenas 47% (30 m), gravas 40% (25.2m), lodos 13% (8.5m). El contacto superior con el segmento QbO2 es erosivo. En base a sus características texturales se identificaron las siguientes (15) facies: Gmm: Gravas guijosas a guijarrosas de matriz limo-arenosa. Gbs: Gravas guijarrosas blocosas. Gmc: Gravas granulosas ligeramente guijosas con matriz areno-arcillosa. Gms: Gravas guijosas con matriz areno-limosa. Sp: Arenas finas a gruesas ligeramente gravosas. Sh: Arenas muy finas a finas. Sm: Arenas medias granulosas con matriz areno-lodosa. Smf: Arenas finas a gruesas con matriz limosa. Smsc: Arenas gruesas a muy gruesas de matriz areno-arcillosa. Flm: Limo arenoso ligeramente gravoso con matriz limosa. Flg: Limo arenoso-gravoso. Mediante estas facies se logró identificar una alternancia en ciclos de aumento y disminución de energía durante la depositación del segmento QbO1, que se evidencia en la variación del tamaño de grano en el depósito.

8.4 Identificación y descripción de afloramientos.

Una vez identificadas las litologías presentes en las gravas y del segmento QbO1, se procedió a buscar afloramientos en la zona norte de la terraza de Bucaramanga en los cuales se pudiera apreciar este segmento para poder registrar sus características mediante columnas estratigráficas. Como primera medida se realizó una campaña de reconocimiento para identificar los sitios con presencia del segmento QbO1 en la zona norte de la terraza de Bucaramanga. A continuación, se indican las estaciones que se realizaron.

Tabla 13

Ubicación específica de las estaciones realizadas en campo

ESTACIÓN	COORDENADAS	UBICACIÓN
EQb01	7° 10' 16.66" N 73° 7' 22.61" O	Sureste del frente de explotación de la cantera de Cemex
EQb02	7° 10' 20.49" N 73° 7' 20.05" O	Al este del frente de explotación de la cantera de Cemex
EQb03	7° 9' 57.24" N 73° 7' 46.20" O	Vía Bucaramanga-Santa Marta, 120 metros delante de la entrada de la cantera de Cemex, a margen derecho.
EQb04	7° 9' 52.24" N 73° 7' 44.38" O	Paso bajo que comunica la cantera de Cemex con la planta de Cemex, justo en la entrada.
EQb05*	7° 9' 29.72" N 73° 8' 7.77" O	Vía Madrid Norte, 200 metros antes de la planta de Bavaria, margen izquierdo en sentido Bucaramanga-Bavaria.
EQb06	7° 9' 13.64" N 73° 8' 0.54" O	Avenida Libertador, en sentido Bucaramanga-la Cemento 50m más adelante del desvío para la calle 17 norte.
EQb07	7° 8' 46.77" N 73° 7' 47.06" O	Avenida Libertador, 60 metros antes del desvío para la calle 5 norte, estación de Metrolínea del norte.
EQb08*	7° 9' 7.68" N 73° 7' 31.32" O	Carrera 34 a, 30 metros antes del cruce con la carrera 30 en el norte de Bucaramanga
EQb09	7° 9' 22.08" N 73° 7' 50.76" O	Avenida Libertador, 100 m antes del parqueadero de La Cemento

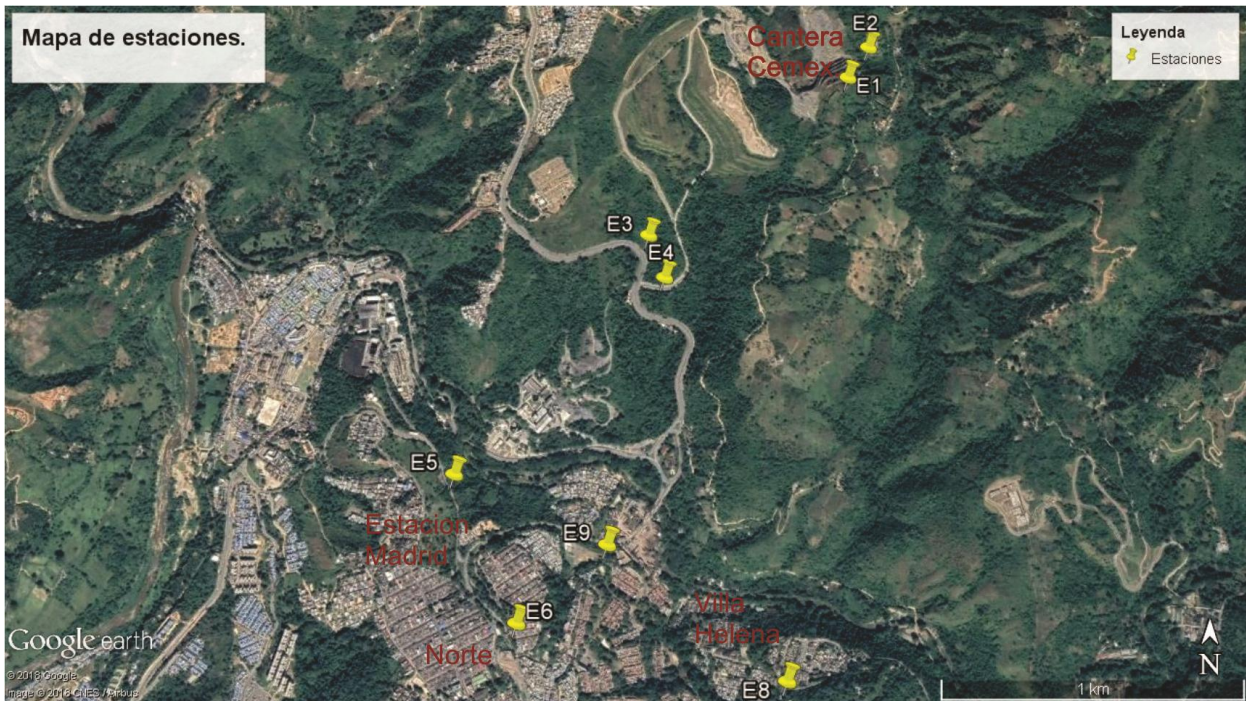


Figura 20. Mapa con la ubicación de las estaciones. Tomada y modificada de Google Earth.

En dos de estas estaciones (E5 y E8) se logró identificar el segmento QbO1, en las cuales se realizó la evaluación de sus características texturales y composicionales.

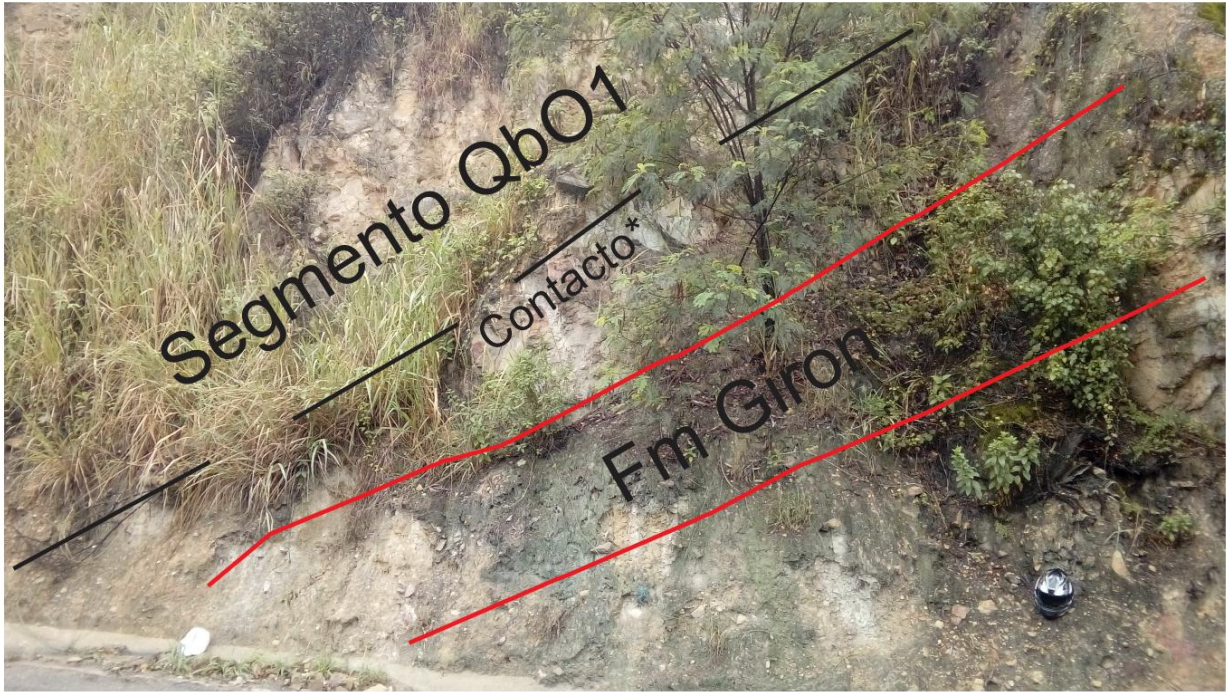


Figura 21. Zona de contacto Formación Girón – Miembro Órganos Inferior, vía Bavaria estación (E5). Areniscas de la Formación Girón, con buzamiento de 45° en contacto neto con el Segmento Qb01.

8.4.1 Estación 5. En esta zona a diferencia de los sondeos el segmento Órganos Inferior se encuentra en contacto con la Formación Girón (ver figura 21). Hacia el contacto se encuentran bloques de areniscas de la Formación Girón, el tamaño de los clastos en general decrece de base a tope, con un predominio de bloques hacia la base y un predominio de la matriz arenosa hacia el tope. Estas y otras características sedimentológicas son registradas en la columna estratigráfica (figura 22).

ESCALA: _____ 1:100 _____

LOCALIZACIÓN: 7° 9'29.72"N ; 73° 8'7.77"O.

Elaborada por: Alvaro Sergio Osma Duarte.
Juan Camilo Contreras Moreno.

NIVEL (m)	LITOLOGIA	GRANULOMETRIA							COLOR	CALIBRADO	REDONDEZ	RELACION TAMAÑO FINO-GRUESO.	FOTO	OBSERVACIONES	Facies	
		LODO		ARENA			GRAVA									
		Arcilla	Limo	Muy Fina	Fina	Mediana	Gruesa	Muy Gruesa								Guijas
9													Gravas guijosas, matrizsoportada. clastos de hasta 7 cm, con algunos bloques de hasta 50 cm, compuestas por granitoide rico en cuarzo,neis, esquisto muscovítico, y fragmentos de cuarzo.	Ggm		
8																
7																
6																
5																
4														Gravas guijarrosas, matriz-soportada, con clastos de hasta 25 cm, compuestos por neis, tonalita, granodiorita, granitoide rico en cuarzo.	Ggm	
3																
2																
1														Gravas clasto-soportada, bloques de hasta 1m de neis, ademas de cuarzo-diorita, granodiorita, granitodie rico en cuarzo.Bloques angulares de la formación Girón.	Gmg	
Fm Girón														Arenisca gruesa a muy gruesa ligeramente conglomeratica hacia el tope		

Figura 22. Columna estratigráfica del segmento QbO1 en la estación 5.

Con el propósito de conocer la composición de las gravas de este segmento se realizó un conteo de clastos empleando el método de área (ribbon method), a continuación, se muestran los resultados obtenidos de los conteos. La descripción detallada de los conteos se encuentra en el (Apéndice B).

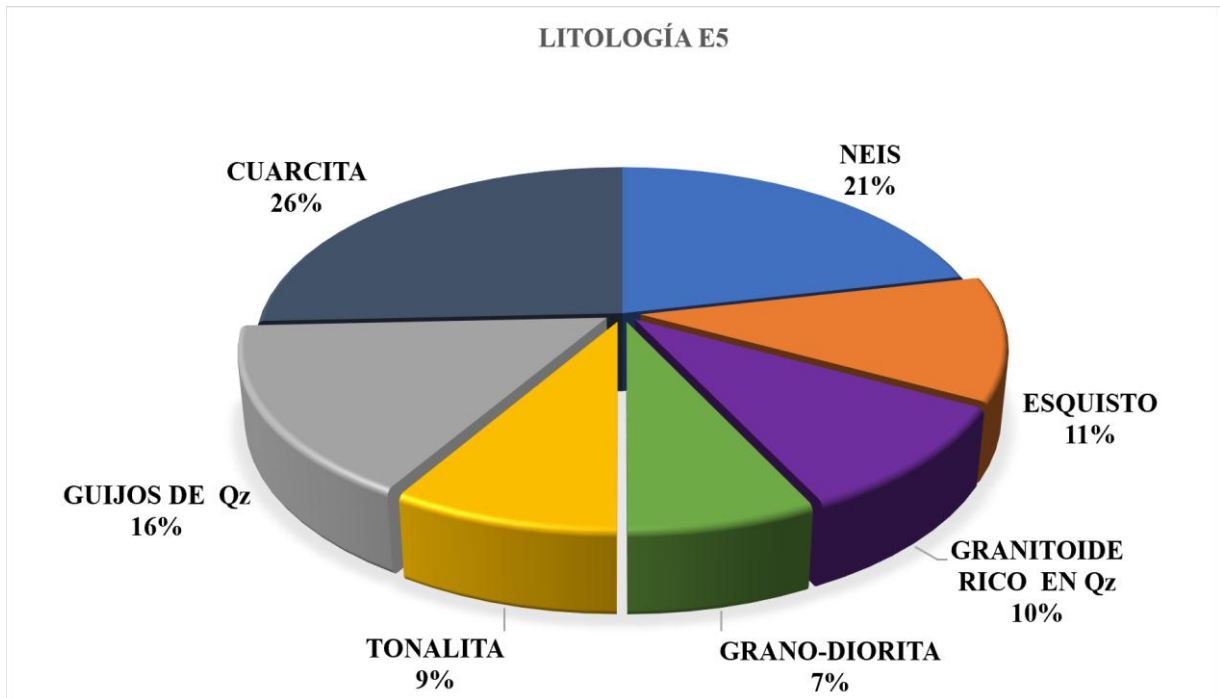


Figura 23. Composición y distribución porcentual de los clastos que conforman el segmento QbO1 encontradas en la E5

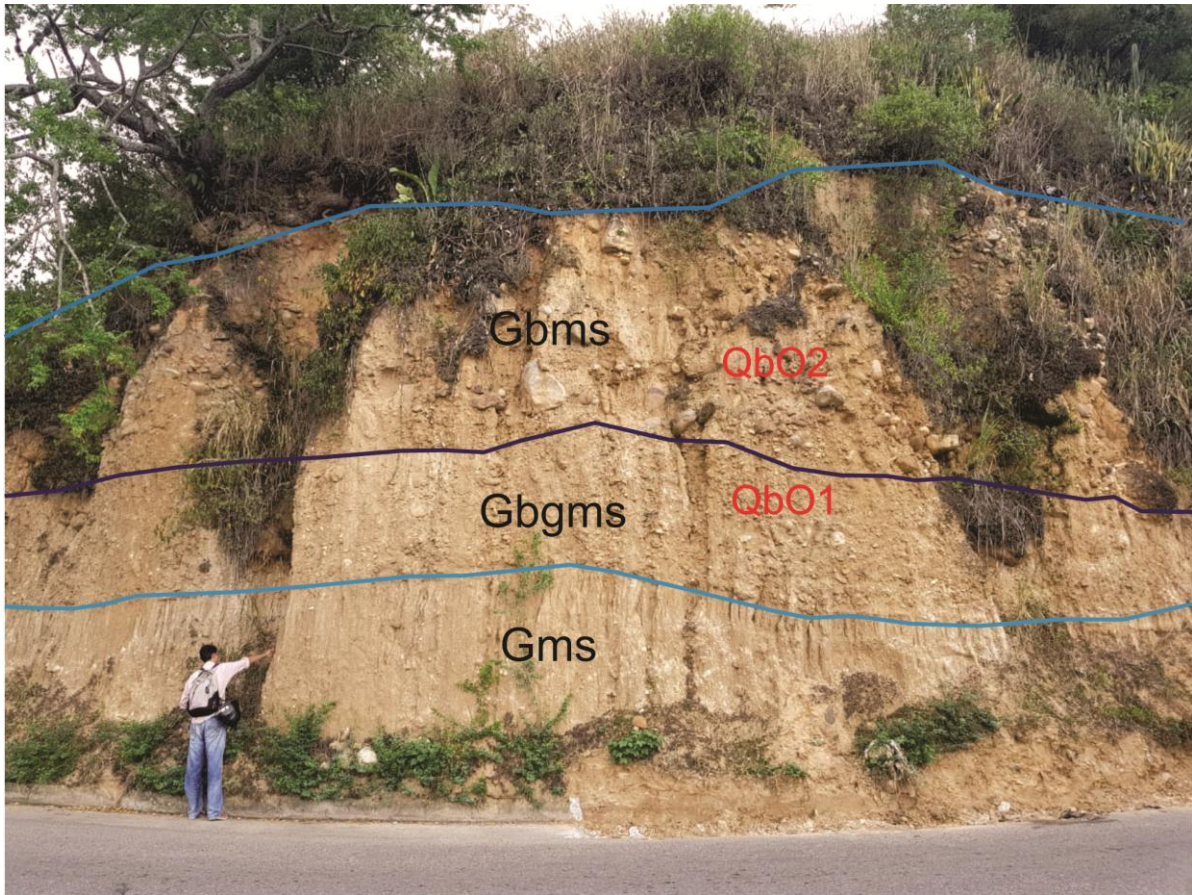


Figura 24. Afloramiento segmento QbO1, via Bucaramanga - Matanza, Cr 34 con Cr 30, corte de carretera margen derecho estación (E8).

8.4.2 Estación 8. Este afloramiento corresponde a la zona de contacto entre los segmentos Órganos Inferior y Órganos Superior, el contacto corresponde a una zona de transición de aproximadamente dos metros en la cual se encuentra una mezcla de las gravas que corresponden a tonalita, cuarcita, granitoides y areniscas de la formación Girón.

ESCALA: 1:100

LOCALIZACIÓN: 7° 9'7.68"N; 73° 7'31.32"O.

Elaborada por: Alvaro Sergio Osma Duarte,
Juan Camilo Contreras Moreno.

NIVEL (m)	LITOLOGIA	GRANULOMETRIA						COLOR	CALIBRADO	REDONDEZ	RELACION TAMAÑO FINO-GRUESO	FOTO	OBSERVACIONES
		LODO		ARENA		GRAVA							
		Arcilla	Limo	Muy Fina	Fina	Mediana	Gruesa						
7-6													
5R 6/6		5R 6/6	Mal calibrado	Subangular a redondeado	3:1	Gravas blocosas, de hasta 65 cm, formadas por neis, granitoides, tonalita, cuarzo y areniscas de la formación Girón. matriz de arena gruesa a muy gruesa							
10R 6/6		10R 6/6	Mal calibrado	Subangular a subredondeado	1:2	Gravas guijosas con algunos bloques de hasta 15 cm, matriz arenosa los guijos estan compuesto por neis, granitoides y cuarzo.							
4-3													
10R 7/4		10R 7/4	Mal calibrado	Subangular a subredondeado	3:1	Gravas blocosas a guijarrosa de hasta 16 cm, guijos compuesto por neis, granitoide rico en cuarzo,							
10R 7/4		10R 7/4	Mal calibrado	Subangular a subredondeado	3:1	Gravas guijarrosas arenosoportada, guijos subredondeados a subangulares, bloques de hasta 12 cm de neis y cuarzo.							

Figura 25. Columna estratigráfica del segmento QbO1 en la vía Bucaramanga - Matanza, corte de carretera, margen izquierdo, estación (E8).

Para tener un estimado porcentual de las gravas que componen el segmento QbO1, en este sector se empleó el método de área para realizar el conteo de las gravas, el resultado se expone a continuación.

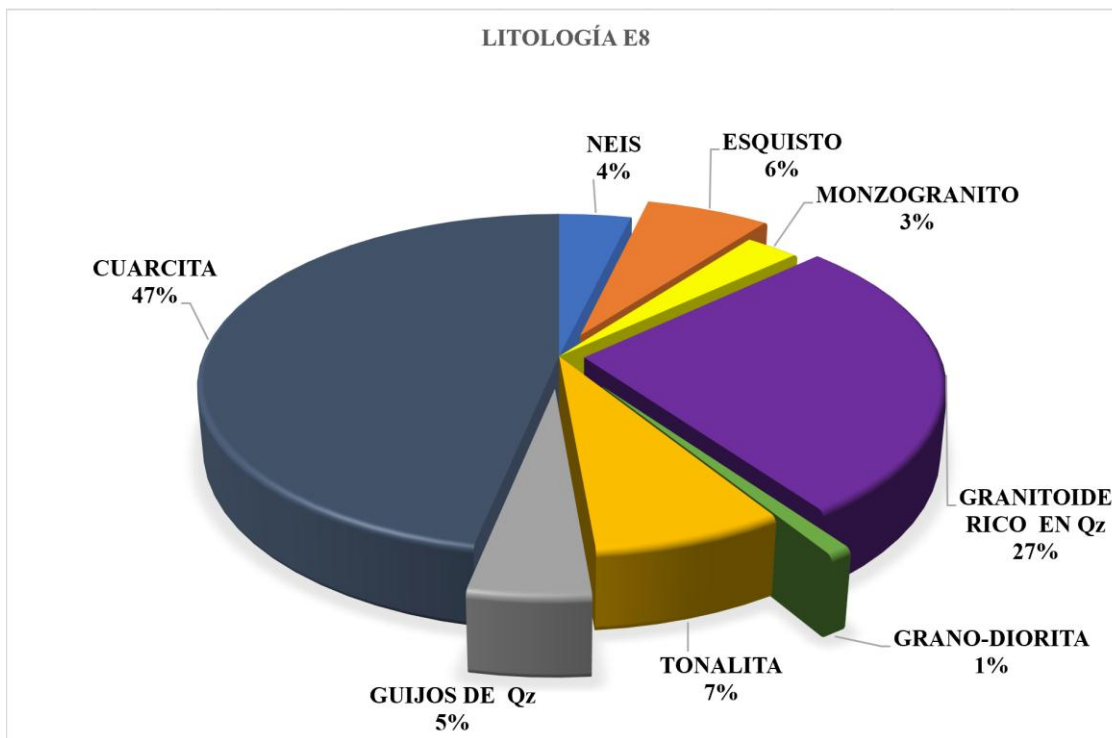


Figura 26. Composición y distribución porcentual de los clastos que conforman el segmento QbO1 encontradas en la E5

Cómo se puede observar la composición ígnea y metamórfica es predominante en los afloramientos de QbO1 en el sector norte con la diferencia de los clastos con composición litológica de Cuarzita, la cual se observó hace su aparición en el contacto erosivo entre los segmentos QbO1 y QbO2.

8.5 Evaluación área fuente.

Para la evaluación de la posible área fuente del segmento QbO1 se toma la característica composicional de los clastos (gravas, bloques, guijos) producto de la fase de laboratorio y campo. Los cuales se caracterizan por la ausencia de composiciones sedimentarias y un dominio de composiciones ígneas y metamórficas, razón por la cual se plantea la hipótesis de un área fuente diferente a la propuesta por otros autores como (Julivert 1958, Franco y Ramírez 2018,

Solano 2016, Diederix 2008); debido a que estos autores atribuyen el área fuente de la Formación Bucaramanga a las cuencas del río Sogamoso y Chicamocha, las cuales presentan una composición variada de litologías sedimentarias, ígneas y metamórficas.

Por lo cual teniendo en cuenta el comportamiento sinistral de la falla Bucaramanga, con un desplazamiento NW y de acuerdo con Velandia (2017) el desplazamiento de la Falla Bucaramanga en el sector norte de Bucaramanga corresponde a 18 Km, los cuales fueron medidos mediante la relación de unidades metamórficas del Paleozoico (Silgara) que afloran en Piedecuesta con las que afloran al norte de Bucaramanga. Partiendo de esta hipótesis y teniendo en cuenta el modelo de evolución del abanico de Bucaramanga y del valle del río Surata (Diedrix, 2018) en el cual plantea la migración paulatina del río Surata, debido al levantamiento del lomo de presión de Morro Rico, proponemos un radio de 18 km con centro en el lomo de presión de Morro Rico como ápice del abanico de Bucaramanga (Diedrix, 2008) para la localización del área fuente del segmento QbO1.

Acto seguido se marcaron las Micro Cuencas comprendidas dentro de este radio y fueron seleccionadas las que contaran con la afinidad ígneo-metamórfica encontrada en las etapas de laboratorio y campo.

Como resultado de esta fase de obtuvo el mapa de delimitación área de influencia (Ver Figura 27), en el cual se exponen las Micro Cuencas que reúnen las características anteriormente mencionadas. Las cuales fueron evaluadas mediante trabajo de campo, el cual consistió en la recolección de clastos (gravas, guijarros, bloques) presentes en los principales drenajes de las cuencas seleccionadas y su posterior clasificación composicional para su evaluación, obteniendo los siguientes resultados.

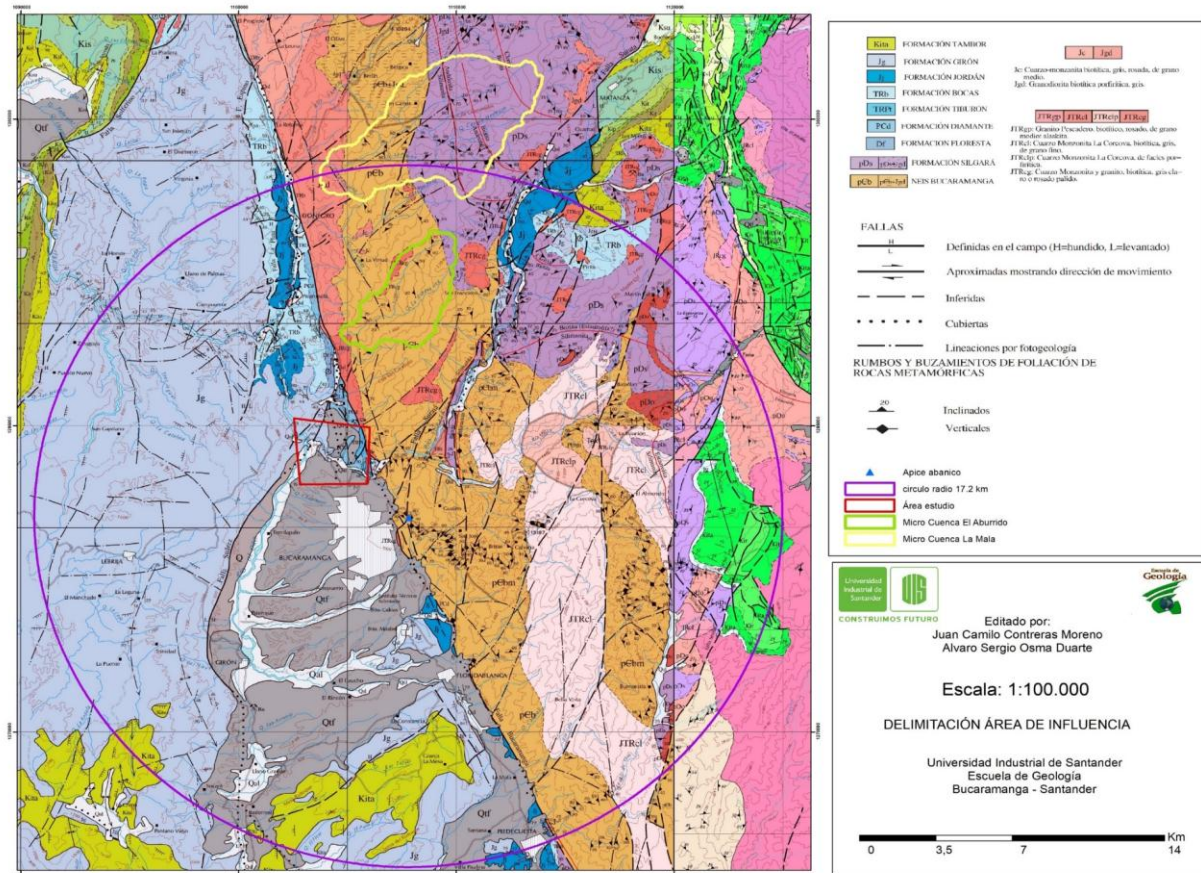


Figura 27. Ubicación de las Micro Cuencas aferentes estudiadas, respecto al ápice del abanico propuesto para la formación Bucaramanga (Diederix 2008) dentro del radio de 18 km, adoptado como el desplazamiento del sistema transgresivo, Bucaramanga-Santa Marta (Velandia 2017). Tomado y modificado de la plancha geológica H12 (INGEOMINAS 1977).

Estas Micro Cuencas fueron evaluadas mediante trabajo de campo, donde se recolectaron clastos (gravas, guijarros, bloques) presentes en los principales drenajes de las cuencas seleccionadas y su posterior clasificación composicional para su evaluación, obteniendo los siguientes resultados:

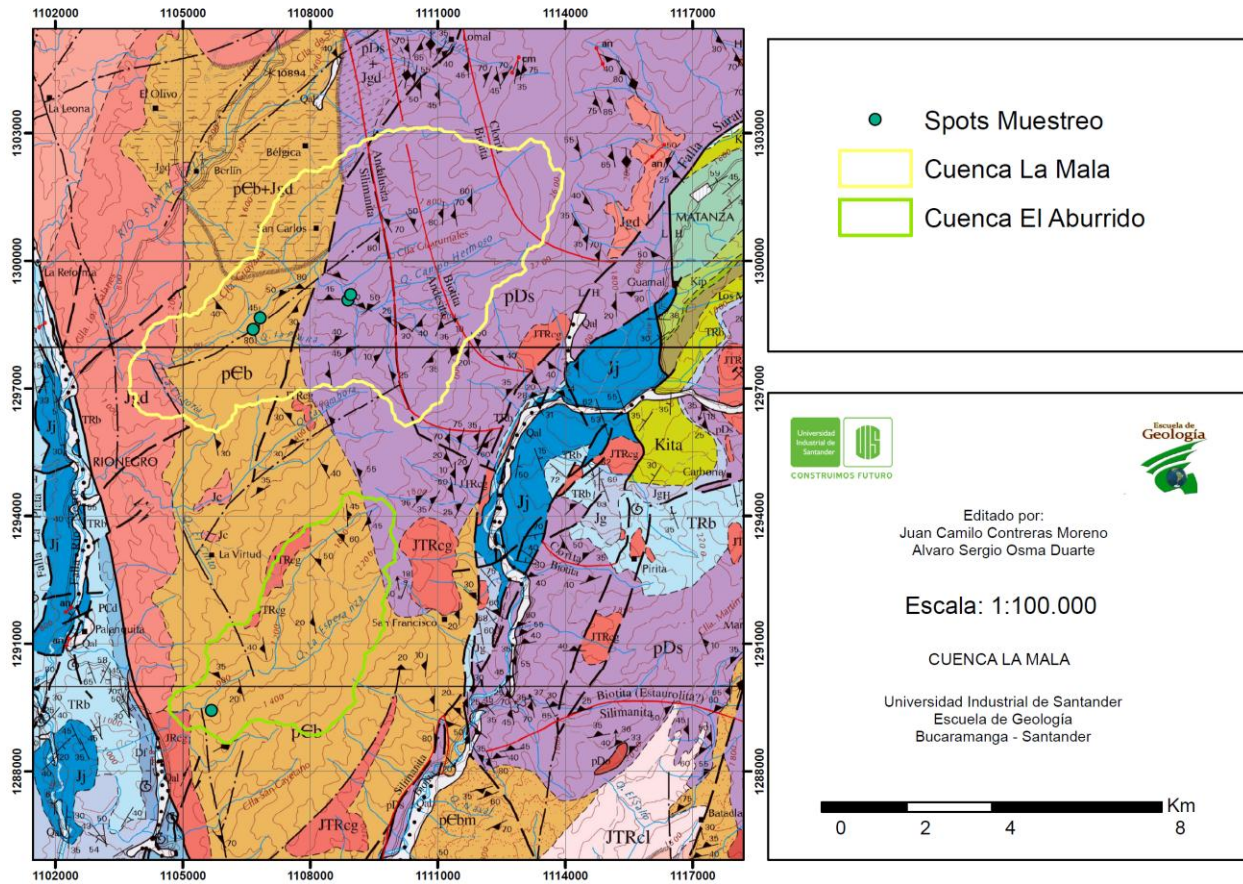


Figura 28. Cuencas La Mala y El Aburrido delimitadas sobre la plancha H12 de Bucaramanga; tomado y modificado de (INGEOMINAS 1977).

8.6 Micro Cuenca la mala.

Tabla 14

Composición litológica de los clastos, Cuenca La Mala.

CONTEO DE CLASTOS, CUENCA LA MALA							
LITOLOGÍA							
SPOT	GRANITOIDE RICO EN CUARZO	TONALITA	NEIS (ORTONEIS - PARANEIS)	GRANODIORITA	ESQUISTO MICACEO	GUIJOS DE QZ	GRANITO PORFIRITICO
1	5	4	29	2	4	4	0
2	1	0	31	0	10	10	3
3	0	7	9	0	4	5	0
4	1	8	4	0	18	2	4
TOTAL	7	19	73	2	36	21	7

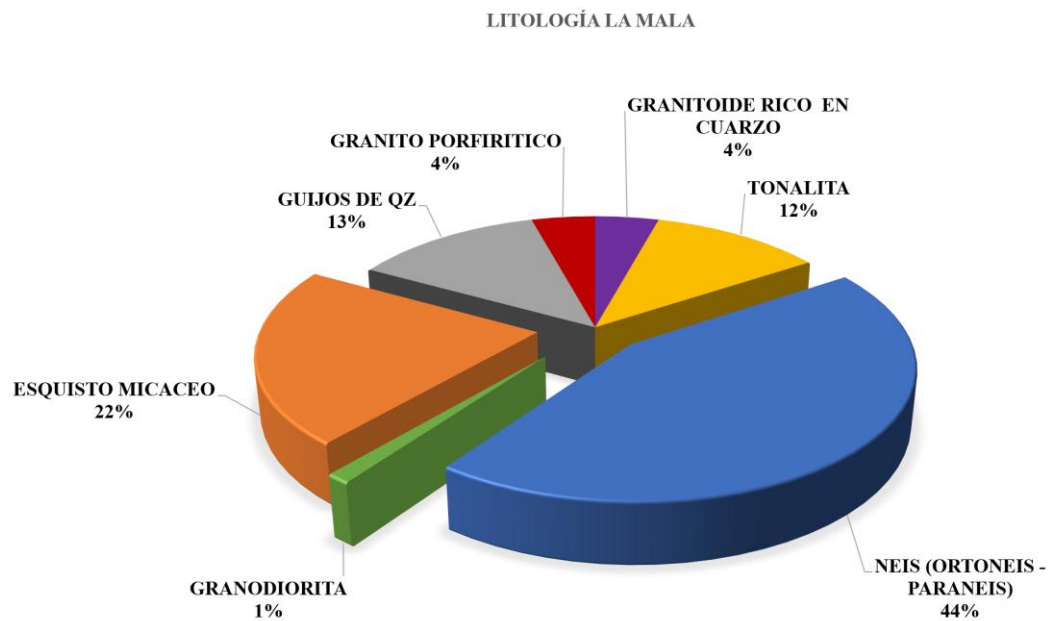


Figura 29. Composición y distribución litológica de los clastos recolectados en la cuenca La Mala.

8.7 Micro Cuenca el aburrido.

Tabla 15

Composición litológica de los clastos, Cuenca El Aburrido.

CONTEO DE CLASTOS, CUENCA EL ABURRIDO								
LITOLOGÍA								
SPOT	GRANITOIDE RICO EN CUARZO	TONALITA	NEIS (ORTONEIS - PARANEIS)	GRANODIORITA	ESQUISTO MICACEO	GUIJOS DE QZ	GRANITO PORFIRITICO	MONZOGRANITO
1	42	14	28	3	20	12	8	1
TOTAL	42	14	28	3	20	12	8	1

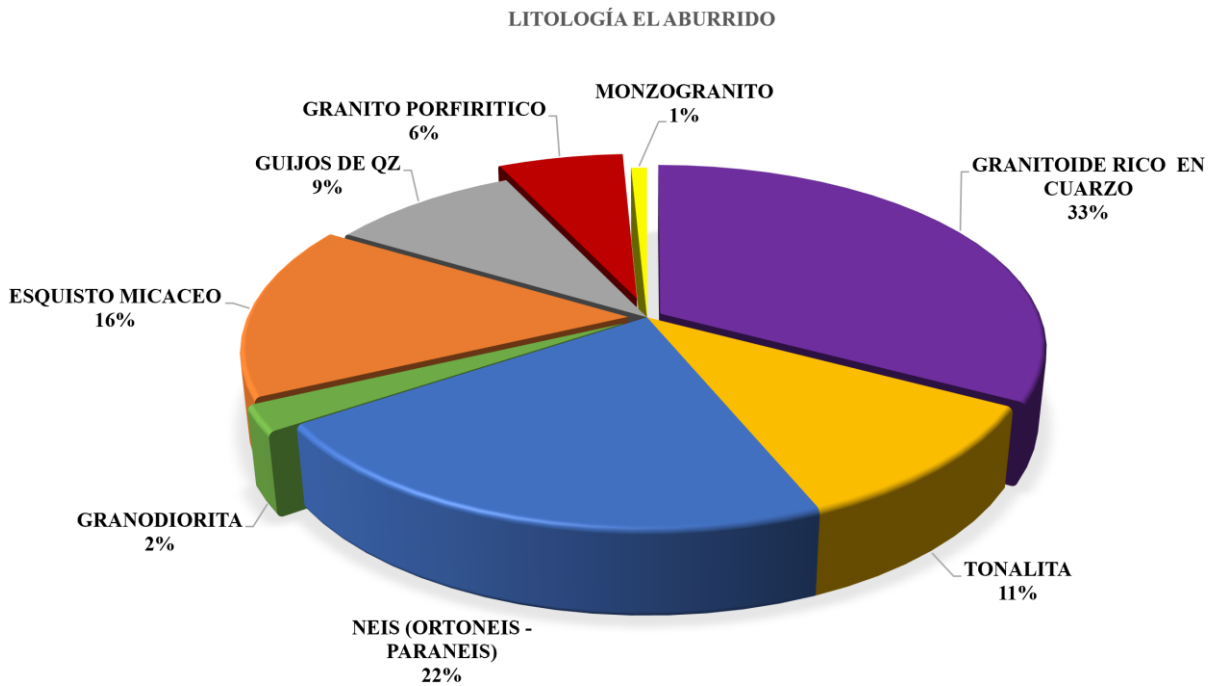


Figura 30. Composición y distribución litológica de los clastos recolectados en la cuenca La Mala

9. Discusión.

El segmento QbO1 es un depósito conglomerático en el cual varía el tamaño de sus clastos de guijos (3 cm) a bloques (>1 m) ; a lo largo de la columna generalizada para el QbO1 se expone una variación de energía marcada para su depositación, esto deducido de las características texturales vistas tanto en la columna generalizada y las columnas levantadas en campo lo cual nos indica el régimen activo bajo el cual se depositó este segmento; además es clara la composición de los clastos para este segmento donde se observa ausencia de litologías de tipo sedimentario y se exhibe una afinidad ígneo - metamórfica en la composición de sus clastos, embebidos en una matriz areno-arcillosa muy homogénea.

En base a esta afinidad se propone un área fuente diferente para el origen de los clastos del QbO1, al que se ha definido para QbO y los demás miembros que conforman la Fm Bucaramanga por autores como (Hubcah. 1952, Julivert 1958, Bueno y Solarte 1994, Franco y Ramirez 2018) donde acusan la depositación de la formación Bucaramanga en su totalidad a las paleo corrientes de los ríos Chicamocha y Suarez o rio Sogamoso, los cuales discurrirán sobre el “*pop Down*” de Bucaramanga de manera longitudinal controlados por las estructuras tectónicas como el sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta y el sistema de fallas del Suarez, respectivamente.

Si bien la Fm Bucaramanga es un depósito reciente el cual tuvo su génesis bajo una intensa actividad tectónica, no se tiene pleno conocimiento sobre la variación composicional existente en el Miembro QbO. Teniendo en cuenta el componente tectónico del sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta (Diederix et al. 2008; Jiménez et al. 2015; Velandia 2017; Velandia et al. 2017) el cual expone una fuerte actividad cuaternaria y tomando el desplazamiento sinistral propuesto por Velandia (2017) de 18 km para el sector norte de la Falla Bucaramanga

propiamente dicha junto con la litología de los clastos analizados en las Micro Cuencas seleccionadas, se observa que las Micro Cuencas La Mala y El Aburrido ubicadas hacia el norte del *Pop Down* de Bucaramanga cumplen los requerimientos (Figura 27) para considerarse como potenciales áreas fuentes de los clastos del miembro órganos inferior.

Por ello se propone un aporte del macizo de Santander, probablemente del área comprendida por las Micro Cuencas La Mala y El Aburrido para la depositación del segmento QbO1 en el sector norte de Bucaramanga en simultaneidad con la evolución de la red de drenaje inicial.

Finalmente analizando los resultados obtenidos para la composición litológica de los clastos para las Micro Cuencas en las (Figuras 29 y 30), para los afloramientos del segmento QbO1 expuestos en el sector norte de Bucaramanga (Figuras 23 y 26) y las vistas en los sondeos de Geomática – UIS (2017) (Figura 8);. Se puede observar que la afinidad ígneo - metamórfica existente entre las composiciones litológicas es evidente, aunque los porcentajes no son equivalentes como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 16

Correlación de las composiciones litológicas obtenidas en base a los resultados de las etapas de estudio

LITOLOGÍA DE CLASTOS CARACTERÍSTICOS QbO1	LITOLOGÍA DE CLASTOS EN AFLORAMIENTOS DE QbO1 (SECTOR NORTE)				LITOLOGÍA DE CLASTOS EN CUENCAS SELECCIONADAS	LITOLOGÍA SONDEOS		
	ESTACIÓON N°5		ESTACIÓON N°8					
1 MONZOGRANITO	0%	3%	0%	8%				
2 GRANITOIDE RICO EN Qz	10%	27%	17%	14%				
3 GRANODIORITA	7%	1%	2%	11%				
4 TONALITA	9%	7%	11%	32%				
6 GRANODIORITA (PÓRFIDO)	0%	0%	5%	0%				
7 NEIS	21%	4%	35%	27%				
8 GUIJOS DE CUARZO	16%	5%	11%	8%				
9 ESQUISTO MICACEO	11%	6%	19	0%				
	TOTAL QbO1	74%	TOTAL QbO1	53%	TOTAL QbO1	100%	TOTAL QbO1	100%
zona de contacto QbO1-QbO2								
10 CUARZITA	26%	47%	0%	0%				
	TOTAL	100%	TOTAL	100%				

esto posiblemente se debe a múltiples factores de control alogénico tales como: el clima, la tectónica, y otros asociados al nivel energético del medio (Franco M & Ramírez A, 2018) Además, se observa la presencia de Cuarzitas las cuales se asumen como indicador de la zona de

contacto entre los segmentos QbO1 y QbO2, debido a que esta composición litológica se observó en la posible zona de contacto entre estos 2 segmentos en los afloramientos estudiados hacia el sector norte de Bucaramanga, y se corrobora con los sondeos realizados por Geomática -UIS (2017), en los cuales esta composición litológica hace presencia hacia la parte basal del denominado segmento QbO2.

Por otra parte, las composiciones litológicas encontradas en las cuencas evaluadas para este proyecto como potencial área fuente, no muestran cuarcita ni rocas sedimentarias en los clastos estudiados, lo cual respalda la hipótesis de que dichas litologías no hacen parte del segmento QbO1 y que la afinidad ígneo – metamórfica expuesta en este trabajo son el principal indicio de los clastos que conforman el depósito para el segmento QbO1.

Así pues, se plantea la posible área fuente como una zona ubicada en el escarpe occidental del macizo de Santander la cual aportó los materiales para el depósito del segmento QbO1 en las primeras etapas de la evolución de la Fm Bucaramanga y que posteriormente fue afectado por la actividad tectónica cuaternaria. Con base en los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo se plantea el siguiente modelo para la depositación del segmento QbO1. (Figuras 31 y 32).

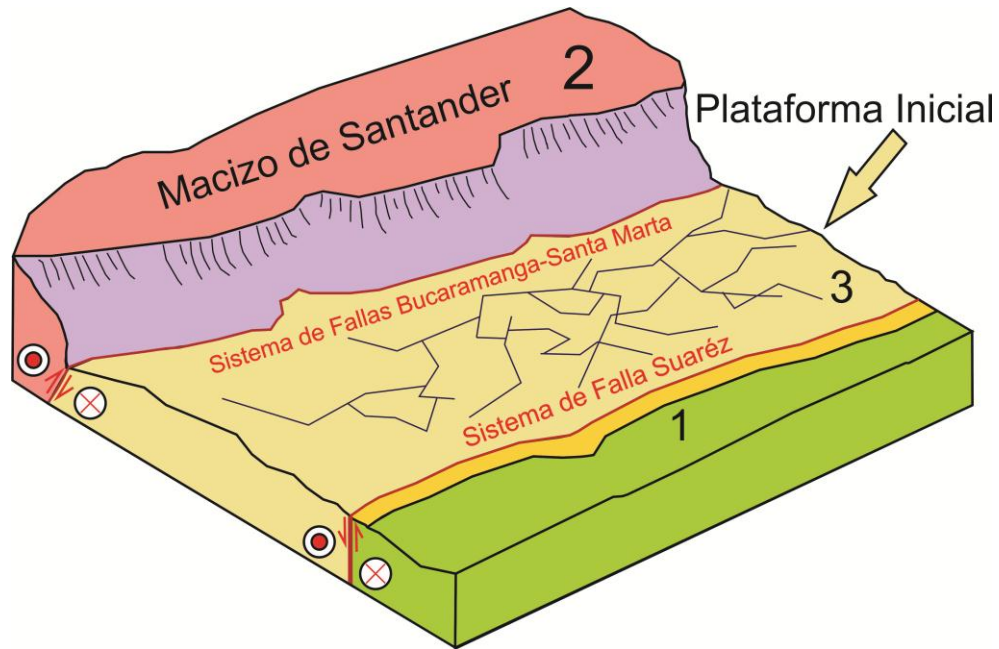


Figura 31. Bloque diagrama para la plataforma inicial. 1) Boque de la plataforma de Lebrija y la meza de Zapatoca. 2) Macizo de Santander afectado por el sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta. 3) Plataforma inicial afectada por la erosión.

La depositación del segmento QbO1 tuvo lugar luego del periodo de erosión comprendido entre el Oligoceno y Mioceno (Solano L. 2016) el cual dio origen a la plataforma inicial (figura 31). Durante el Plioceno tuvo lugar la elevación y erosión que dio origen al paisaje tectónico actual (Julivert, 1958), iniciando la depositación del segmento QbO1 por acción de corrientes provenientes del macizo de Santander probablemente durante el Pleistoceno (Figura 32).

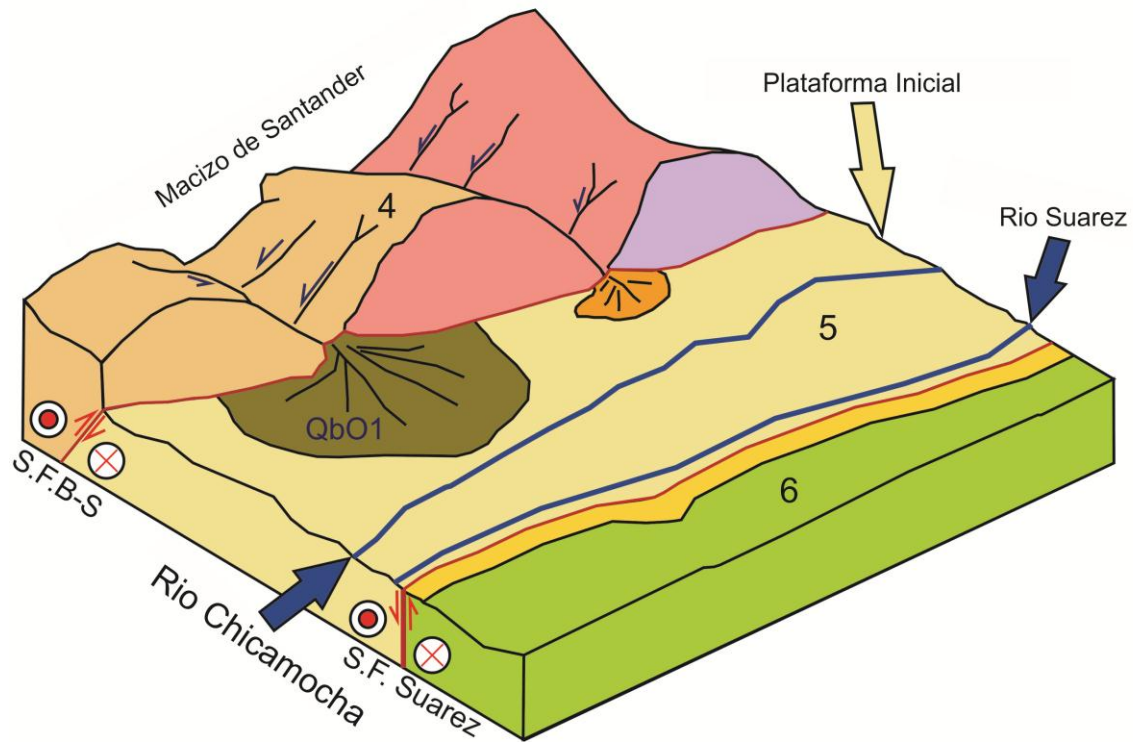


Figura 32. 4) Disecación del Macizo de Santander debido a los drenajes. 5) plataforma inicial con la afectada por las paleo corrientes de los ríos Chicamocha y Suarez. 6) Bloque de la Plataforma de Lebrija y Meza de Zapatoca.

Si bien se da una idea del origen de los materiales desde el punto de vista composicional para el segmento QbO1, y se reafirma la hipótesis de que el aporte principal para los materiales de dicho depósito proviene del macizo de Santander, no se aclara la configuración geomorfológica atípica y la configuración composicional de los demás miembros de la Formación Bucaramanga.

10. Conclusiones

- El escarpe occidental del macizo de Santander, en el área que abarca las cuencas la mala y el aburrido, exponen materiales aluviales de gran similitud composicional a los evaluados en los afloramientos e intervalos de sondeos del segmento Órganos Inferior QbO1, por lo cual se establece esta zona como la potencial área fuente para la depositación del segmento Órganos Inferior (QbO1).
- El segmento Órganos Inferior (QbO1) se depositó sobre el “pop-down” de Bucaramanga por acción de un aporte aluvial del flanco Occidental del Macizo de Santander que discurría hacia esta depresión, esto basados en la composición característica del segmento QbO1, la actividad cuaternaria del SFBS.
- A pesar del bajo nivel de exposición del segmento QbO1 en el sector norte de la Terraza de Bucaramanga, se puede apreciar en su distribución un dominio (>50%) en el tamaño arena hacia el sector SW de la Terraza, el cual hacia el norte tiende a un dominio más marcado por gravas (>50%) en las cuales se llegan a tener bloques de hasta 1m. De acuerdo a sus características texturales el segmento QbO1 se asocia a un ambiente de depositación aluvial.

11. Recomendaciones.

- Realizar la datación de los miembros que conforman la Formación Bucaramanga en el sector norte, con el fin de conocer con certeza las edades y el modelo de evolución para dicho Formación y de esta manera corroborar el modelo propuesto.
- Realizar el análisis de la matriz que conforma los conglomerados del segmento QbO1 y de esta manera determinar la litología fuente para la misma, con el fin de complementar el modelo propuesto.
- Buscar afloramientos del segmento QbO1 en el sector centro de Bucaramanga y NW de la ciudad de Bucaramanga, para complementar la distribución de miembro Qbo1.

12. Referencias bibliográficas

- Arribas Mocochoa José, 2010, Sedimentología del proceso físico a la cuenca, capítulo X Análisis de la procedencia en depósitos arenosos.
- Bueno, E. y Solarte A. 1994. Geología, geotecnia y comportamiento erosivo del área de reserva forestal de Bucaramanga. Escuela de Geología.
- Campbell, C.J., 1965. The Santa Marta wrench Fault of Colombia and its regional setting. Fourth Caribbean Geological Conference. Trinidad Memoir.
- Colombo F., 1994, Normal and reverse unroofing sequences in syntectonic conglomerates as evidence of progressive basinward deformation. Department de geologia dinámica.
- Cuellar, M.A., Lopez, J.L., Osorio, J.A., Carrillo, E.J., 2012, Análisis estructural del segmento Bucaramanga del sistema de fallas de Bucaramanga (SFB) entre los municipios de Pailitas y Curumaní, Cesar-Colombia. Bucaramanga, Colombia, Boletín de Geología, Vol 34 N° 2.
- De Porta J., 1959; La Terraza De Bucaramanga, Universidad Nacional, Bogotá.
- Diederix Hans, Hernández Catalina, Torres Eliana, Osorio Jairo, Botero Paola, 2009. Resultados Preliminares Del Primer Estudio Paleosismológico A Lo Largo De La Falla De Bucaramanga, Colombia. Revista UPTC, volumen 9 N 2.

Diedrix Hans, Torres Eliana, Hernández Catalina, Botero Paola, 2008. Modelo de evolución morfotectónica cuaternaria basado en evidencias estructurales, neotectónicas y paleosismológicas de los principales sistemas de falla en la región de Bucaramanga. Bogotá.

Gapis Denis, Jaguin Justine, Cagnard Florence, Philippe Boulvais, 2014, Pop-down tectonics, fluid channelling and ore deposits within ancient hot orogens, ElSevier.

Garnica Suarez A., Niño Pinto Luis, 2015; Caracterización Sedimentológica del Segmento Órganos de la Formación Bucaramanga en el sector del anillo vial del Municipio De Girón Departamento De Santander, Universidad Industrial de Santander.

Garnica, A., Niño L. (2015). Caracterización Sedimentológica del Segmento Órganos de la Formación Bucaramanga en el Sector del Anillo Vial del Municipio de Girón, Departamento de Santander. *Universidad Industrial de Santander*. Bucaramanga.

Geomática, UIS, 2017; Estudio De Amenaza, Vulnerabilidad Y Riesgo Por Movimientos En Masa Del Sector Norte De Bucaramanga (Barrios Lizcano, Esperanza Iii, Mirador, José María Córdoba, Villa Helena, Villa Rosa, Villa María), Bucaramanga.

Howard Jeffrey, 1993. The statistics of counting clasts in rudites: a review, with examples from the upper Palaeogene of southern California, USA. Department of Geology.

Hubach, E.1952. *Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores*.

Ingersoll, R., Bullard, T., Ford, R., Grimm, J., Pickle, J., & Sares, S. (1984). The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Research*, 54(1), 103-116.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA – INGEOMINAS- 2001. Zonificación sismogeotécnica del área metropolitana de Bucaramanga. Mapa geológico. Instituto Colombiano de Geología y Minería- INGEOMINAS- 2007, Zonificación de amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Publicaciones Geológicas Especiales INGEOMINAS.

Irving, E.M., 1971. La evolución estructural de los Andes mas septentrionales de Colombia. Boletín Geológico. INGEOMINAS, 19 (2).

Jimenez G, Speranza F, Faccena C, Bayona G, Mora A, 2014; Magnetic stratigraphy of the Bucaramanga alluvial fan: Evidence for a 3 mm/yr slip rate for the Bucaramanga-Santa Marta Fault, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences* 57 (2014). Pág. 12-22.

Julivert M, 1958; La Morfoestructura de la Zona de las Mesas al SW de Bucaramanga (Colombia S.A).

Julivert M, 1963; Nuevas Observaciones sobre las Estratigrafía y Tectónica del Cuaternario de los Alrededores de Bucaramanga. Boletín de Geología, Universidad Industrial de Santander, Numero 15.

Julivert M., 1959; Geología de la Vertiente W del Macizo de Santander en el Sector de Bucaramanga.

Lima Amara María y Medina Ramos Josué, 2015; Evolución Climática Registrada y Estratigrafía Del Miembro Órganos De La Formación Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander.

Nichols, G. Sedimentology and Stratigraphy. 2009. Second Edition. Wiley-Blackwell; a John Wiley & Sons, Ltd, Publication.

Nilsen, T.H, 1984, Biography of alluvial-fan deposits, Universidad de Michigan.

Niño Aura y Vargas Guillermo, 1992, GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LA ESCARPA NOROCCIDENTAL DE LA MESETA DE BUCARAMANGA.

Niño Aura y Vargas Guillermo, 1992, Zonificación Geotécnica Escarpa Noroccidental de Bucaramanga Tesis de Grado. UIS.

Niño Aura y Vargas Guillermo, 1993. Neotectónica al norte de Bucaramanga.

Niño, Aura Enidia, Vargas P, Guillermo, 1993. Modelo de evolución para el abanico de Bucaramanga, Facies UIS Vol 2.

Plata Guerrero Christian y Moreno Ruiz Saraith, 2015; Estudio Sedimentológico del Miembro Órganos en la Formación Bucaramanga, Hacia el escarpe occidental en las estibaciones del Municipio de Girón, Universidad Industrial de Santander.

Quintero Isaid, 2010, Cinemática de las estructuras de deformación del sector norte de la cuenca de Medina (Colombia), durante la depositación del grupo Guayabo. Tesis de grado, UIS.

Solano Leonardo, 2016, Estudio de proveniencia de los sedimentos de la formación Bucaramanga, al sur del río Frío; en los municipios de Floridablanca y Girón, Santander. Trabajo de grado Escuela de Geología UIS.

Struth L, Babault Julien, Teixell Antonio, 2015, Drainage reorganization during mountain building in the river system of the Eastern Cordillera of the Colombian Andes, *Geomorphology*.

Toro, J., 1990, The termination of the Bucaramanga Fault in the Cordillera Oriental, Colombia, Master's thesis, University of Arizona, Department of Geosciences, Tucson.

Tschanz, C., Marvin, R., Cruz, J., Mehnert, H., 1974. Geologic evolution of The Sierra Nevada de Santa Marta, North Eastern Colombia. *Bulletin Geological Society of America*, 85 (2).

Velandia, F. García, H. López, J. Bermúdez, M. Zuluaga, C. Taboada, A. 2017. Modelo estructural del Macizo de Santander y zonas adyacentes. XVI Congreso Colombiano de Geología.

