



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA  
ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA  
EN LAS PLANCHAS 121 Y 136 (ESCALA 1:100.000), SUR DEL MACIZO DE  
SANTANDER.**

***OSCAR ENRIQUE FORERO OSPINO***

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA  
2014**



**CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA  
ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA  
EN LAS PLANCHAS 121 Y 136 (ESCALA 1:100.000), SUR DEL MACIZO DE  
SANTANDER.**

**OSCAR ENRIQUE FORERO OSPINO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE GEÓLOGO**

**Director:  
FRANCISCO ALBERTO VELANDIA PATIÑO  
Geólogo MSc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA  
2014**



---

**DEDICATORIA DE OSCAR**

*Para Mi Familia por su incondicional compañía, durante los momentos felices y difíciles que he tenido que afrontar.*

*A mis padres Oscar Enrique Forero y Nhora Esther Ospino*

*Mis hermanos Samuel Francisco Forero y Nhora Milena Valle*

*Mi Sobrino Camilo Andrés Picon Valle*

*Por su apoyo en cada paso y cada decisión tomada,*

*Sin ellos nada de esto podría haber sido posible.*

*A mi novia y compañera Franci Dajanna Gomez Mendoza.*



---

## AGRADECIMIENTOS

Con la mano puesta en el corazón quiero agradecer a la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Geología por el conocimiento que nos proporcionó a lo largo de estos años con la orientación de todo el equipo de profesionales con los que cuenta; al Servicio Geológico Colombiano por brindarnos la oportunidad de participar en este magno proyecto de investigación y por su atenta colaboración en cada etapa del desarrollo de este proyecto.

Al dedicado geólogo Francisco Velandia por su paciencia y compromiso en la dirección de este proyecto; a todos los docentes de la escuela de geología UIS que estuvieron involucrados durante mi crecimiento como profesional y como persona.

A los evaluadores del proyecto los cuales ayudaron constantemente durante todo el proceso que este conlleva; a los profesionales que durante los últimos años me han apoyado insistentemente y sin esperar nada a cambio, Jorge Chaparro, William Duarte, Cesar David López y Joaquín Valencia.

A todos mis compañeros que durante estos 5 años me han acompañado y aportado conocimiento, Anny Forero, Karina Barragán, José Porras, Wladimir Bello, Ángela Rincón, Luis Mayorga, Diego Hernández, Ferney Hernández, Edwin Díaz, Jesús Rincón, Estefanía Castellanos, Carlos Cote, William Avellaneda, Carlos del Real, Las Hermanas Cetinas, Hugo Patiño y todos esos compañeros a los cuales he tenido el gusto de conocer.



---

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 JUSTIFICACIÓN	19
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
3. LOCALIZACIÓN	21
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	23
4.1 I FASE DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA E INVENTARIOS DE ANTIGUOS MOVIMIENTOS EN MASA	23
4.2 II FASE DE ESTUDIO DE LOS FORMATOS DE CAPTURA DE DATOS EN CAMPO	26
4.3 III FASE DE TRABAJO DE CAMPO	28
4.4 IV FASE DE ALIMENTACIÓN DE BASE DE DATOS	28
4.5 V FASE DE ANÁLISIS DE MECANISMOS PREDOMINANTES, INDICADORES Y SIG	29
5. ANTECEDENTES	32



---

6.	MARCO GEOLÓGICO	34
7.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	57
8.	GEOMORFOLOGÍA	64
8.1.1	GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL	65
8.1.2	GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL	73
8.1.3	GEOFORMAS DE ORIGEN MORFOESTRUCTURAL	80
8.1.4	GEOFORMAS DE ORIGEN GLACIAR	95
8.2	MORFODINÁMICA	102
9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	117
9.1	RECORRIDO DE CAMPO	117
9.2	TIPOS DE MOVIMIENTOS	117
9.3	GEOMORFOLOGIA	119
	CONCLUSIONES	126
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
	ANEXOS	132



---

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización Área de Estudio, Fuente Autor.	22
Figura 2. Mapa Catalogo de Amenazas Escala 1:25.000 Provincia García Rovira, Capitanejo (Tomado de Corporación Autónoma de Santander (CAS), Octubre 2011)	24
Figura 3. Mapa Catalogo de Amenazas Escala 1:25.000 Provincia García Rovira, Málaga (Tomado de Corporación Autónoma de Santander (CAS), Octubre 2011)	25
Figura 4. Convenciones Mapas Provincia de García Rovira (Tomado de CAS, Octubre 2011)	26
Figura 5. Metodología (Modificada de Metodología de Zonificación de amenaza relativa SGC, 2012)	30
Figura 6. Catalogo SIMMA Departamento de Santander	32
Figura 7. Convenciones (Modificada de las Planchas Geológicas 121 y 136 SGC, 1977-1984)	35
Figura 8. Correlación y nomenclatura del Cretáceo y Paleógeno de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Catatumbo-Maracaibo de las regiones oriental y occidental de Santander (Tomado de Royero y Clavijo, 2001)	39
Figura 9. Esquema tectónico de Santander (Tomado de Royero y Clavijo, 2001)	
Figura 10. Mapa Fallas y Pliegues Plancha 121 Cerrito, Santander.	60
Figura 11. Mapa Fallas y Pliegues 136 Málaga, Santander.	61
Figura 12. Vista NNO. Sierra residual, donde observamos la Formación Floresta con pendientes superiores a los 30° y la morfología de los drenajes asociados a esta geoforma los cuales desembocan en el cauce del Río Guaca, km 3 cerca al Municipio de Guaca hacia San Andrés , Santander.	66



Figura 13. Vista NO. Montículo y Ondulaciones denudacionales en la Formación Río Negro, acompañados de laderas estructurales asociados a la estructura del sinclinal El Coronel; estos presentan pendientes suaves y formas onduladas, a su vez observamos una cobertura de tipo pasto y su principal uso es de ganadería. Concepción, Santander. 68

Figura 14. Vista NNE. Cono de deslizamiento indiferenciado, en la Formación Barco donde su principal cobertura es de tipo pasto y se encuentra asociada principalmente con suelo de tipo detrítico de tonalidades amarillentas parduzcas, km 7 vía Cerrito–Chitagá, Santander. 70

Figura 15. Vista SO. Lomas Residuales, en la Formación Río Negro donde sus pendientes son menores a 20°, con formas de ladera irregular, debido a la presencia de algunos montículos convexo dentro de la ladera, su cobertura está comprendida por pastos y matorrales. San José de Miranda, Santander. 72

Figura 16. Vista NNO. Abanico Fluviotorrencial, en depósitos aluviales donde se localiza el Municipio de Capitanejo. Presenta pendientes entre 8° y 14° aproximadamente, resaltando un material detrítico acompañado de material tipo suelo, de tonos amarillentos pálidos, con algunas gravas. Vía Capitanejo–Covarachía, Boyacá. 76

Figura 17. Vista NO. Terraza de acumulación, en depósitos aluviales donde resaltan sus bajas pendientes acompañadas de una forma de ladera llana o rectilínea, con presencia de algunas ondulaciones. Se encuentran en el Municipio de Mogotes, donde el material principal es de tonalidad amarillenta grisácea de tipo detrítico, con presencia de suelo inferior a 3 m. Mogotes, Santander. 78

Figura 18. Vista NNE. Terraza de acumulación sobre el Río Servitá, en depósitos aluviales donde su principal cobertura es de tipo pasto y se encuentra asociada principalmente con suelo de tipo detrítico de tonalidades amarillentas parduzcas, se puede observar un deslizamiento rotacional en la parte inferior de la fotografía km 7 vía Cerrito–Chitagá, Santander. 80

Figura 19. Vista SSE. Ladera estructural en la Formación Paja donde la presencia de un cauce asociado a una quebrada (llanura de inundación), pero por sus dimensiones no es influyente geomorfológicamente, se observan algunas zonas de cultivos asociados a las pendientes aproximadamente de 35°, km 16 vía San Andrés–Cerrito, Santander. 83

Figura 20. Vista NE. Ladera estructural escalonada, en la Formación Barco donde se pueden observar las pendientes escarpadas asociadas a intercalaciones de rocas duras y blandas mayoritariamente areniscas, donde en





su parte izquierda presenta un pequeño deslizamiento de detritos– km 22 vía Cerrito–Presidente, Norte de Santander. 85

Figura 21. Vista SE. Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (S. de Angostura), se pueden observar las intercalaciones de rocas duras y blandas de la Formación Tablazo, las cuales se encuentran marcando de manera opuesta de la pendiente, la pendiente es considerable y escarpada km 8 vía San Andrés–Cerrito, Santander. 87

Figura 22. Vista NE. Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (S. de Almorzadero), donde se puede observar en las zonas base de la geoforma en la Formación Aguardiente, un deslizamiento indiferenciado, asociado a material detrítico de tonalidades amarillentas pardas. km 7 vía Cerrito–Concepción, Santander. 88

Figura 23. Vista NNO. Ladera estructural de cuesta, en la Formación Tambor donde se puede observar su baja pendiente asociada a material detrítico, el cual presenta unas zonas de ganadería y agricultura a sus alrededores Municipio de Guaca, Santander. 89

Figura 24. Vista NE. Facetas triangulares Falla ramificada de un afluente del Río Guaca en la Formación Tambor, obsérvese las pendientes escarpadas y de longitud corta de la geoforma, km 4 vía alto de Guaca, Santander. 90

Figura 25. Vista NE. Ladera Estructural de Sierra Anticlinal (A. Vaco Ancho), en la Formación Carbonera con extensiones amplias y mostrando pendientes de ladera superiores a  $28^\circ$ , encontramos valles intermedios asociados a escorrentía, donde la principal cobertura es de tipo pasto y algunos matorrales asociados a las grandes alturas de piso frío–páramo. Vía Cerrito–Concepción–Carcasí, Santander. 92

Figura 26. Vista NE. Sierra anticlinal al oeste del Municipio de Cerrito, observándose de esta forma la dimensión de la estructura y las pendientes asociadas a rocas de la Formación Aguardiente, además podemos ver la densidad del drenaje la cual se asocia al cauce principal del valle, km 7 vía Cerrito–Chitagá, Santander. 94

Figura 27. Vista NE. Ladera contrapendiente sierra anticlinal glaciada y morrena lateral, en la Formación Carbonera donde las pendientes son inclinadas a muy inclinadas sin superar los  $20^\circ$ , la vegetación es de tipo pasto de piso frío – páramo. Vía Cerrito–Concepción, Santander. km 14 vía Cerrito–Concepción, Santander. 99



- Figura 28. Vista NE. Plano Glaciolacustrino, en la Formación Los Cuervos donde presenta pendientes suaves con formas onduladas, con presencia de bloques errantes de tamaños inferiores a 1 m. Además presenta un valle en u, asociado a movimientos glaciares. Concepción, Santander. 102
- Figura 29. Deslizamiento Traslacional sobre rocas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, debido a la reciente remoción de material por la retroexcavadora es difícil observar el plano del deslizamiento, presentando una dirección del movimiento SW traspasando el costado de la Vía San Andrés – Cepita. 104
- Figura 30. Deslizamiento traslacional en rocas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, donde el material alterado se encuentra en la superficie inferior de la Vía San Andrés – Cepitá. 105
- Figura 31. Deslizamiento rotacional asociado a rocas sedimentarias del Devónico de la Formación Floresta compuesta por meta sedimentitas (Filitas) grisáceas Vía Bucaramanga- Guaca, Vereda el Termino (Guaca). 107
- Figura 32. Deslizamiento rotacional en rocas Jurásicas de Jordán donde se evidencia la generación del escarpe principal pronunciado muy representativo de este tipo de deslizamiento sobre la vereda Cupagá, San Andrés. 108
- Figura 33. Caída de rocas entrada principal del Municipio de Santa Bárbara en rocas bastante diaclasadas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara. 109
- Figura 34. Caída de tierras en los bordes de las terrazas bajas en depósitos aluviales del cuaternario cerca al río Chicamocha en los alrededores del Municipio de Capitanejo. 110
- Figura 35. Caída de tierras vista detallada del escarpe y la ubicación sobre el Río Chicamocha en depósitos aluviales del cuaternario, Capitanejo. 111
- Figura 36. Flujo de detritos generados a partir de una acumulación previa de material asociada a un deslizamiento rotacional sobre la corona y una zona de acumulación de material más grueso en la zona de pie de la ladera en rocas de las Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, Cepitá. 112
- Figura 37. Flujo de tierras desbordándose sobre el cauce del río Chicamocha generando un abanico de acumulación de material más grueso en zona distal en depósitos aluviales del cuaternario, Cepitá. 114



- Figura 38. Flujo de tierras con mayor detalle observándose el cambio longitudinal hacia la zona más lejana del flujo sobre los depósitos aluviales del cuaternario, Cepitá. 115
- Figura 39. Avalancha de detritos de tonos grisáceos claros de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara al costado de la Vía que comunica Piedecuesta con Santa Bárbara-Guaca, Vereda el Roble – Piedecuesta. 116
- Figura 40. Frecuencia de los tipos de movimientos en masa dentro del área de estudio. 118
- Figura 41. Los factores característicos de los diferentes movimientos en masa presentes en el área de estudio. 119
- Figura 42. Mapa Ambientes Geomorfológicos del Área de Estudio. 121
- Figura 43. Convenciones Mapa Ambientes Geomorfológicos del Área de Estudio. 122
- Figura 44. Distribución de los diferentes ambientes sobre el área de estudio. 123
- Figura 45. Municipios con presencia de movimientos en masa, los porcentajes son dados con relación al número total de movimientos en masa registrados en el área de estudio. 125



---

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. MAPA GEOLÓGICO CORRESPONDIENTE A LA PLANCHA 136-MÁLAGA, ESCALA 1:100.000.	132
Anexo B. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA PLANCHA 136-MÁLAGA.	135
Anexo C. MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO PLANCHA 136 MÁLAGA.	137
Anexo D. MAPA GEOLÓGICO CORRESPONDIENTE A LA PLANCHA 121-CERRITO, ESCALA 1:100.000.	139
Anexo E. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA PLANCHA 121-CERRITO.	141
Anexo F. MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO PLANCHA 121 CERRITO.	143



---

## RESUMEN

**TITULO: CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS PLANCHAS 121 Y 136 (ESCALA 1:100.000), SUR DEL MACIZO DE SANTANDER. \***

**AUTOR: OSCAR ENRIQUE FORERO OSPINO\*\***

**Palabras Claves:** Movimientos en masa, Geomorfología, Morfodinámica, Morfogénesis, Macizo de Santander, Provincia García Rovira.

**Descripción:** Las áreas de estudio se encuentran caracterizadas por ser parte de la cordillera oriental, enfocadas en las áreas de los principales Municipios de San Andrés, Guaca, Capitanejo, Málaga, Cepita, Cerrito ubicados en la provincia de García Rovira dentro del sur del Macizo de Santander. Donde gracias al cubrimiento de diferentes tipos de material rocoso como litologías ígneas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara del Jurásico y rocas sedimentarias de la Formación Tambor del Cretáceo, podemos presenciar rasgos Geomorfológicos distintivos para cada una de ellas.

Los movimientos en masa son un factor muy importante al evaluar las características físicas y químicas del comportamiento de la litología circundante; a su vez mirar la susceptibilidad de la zona ante estos eventos, a partir de las condiciones en que se encuentra la roca asociada. Contribuyendo a una mayor escala podemos enlazar los movimientos en masa como la morfodinámica del sector; sumándole al mismo tiempo la morfogénesis por medio del ambiente más influyente analizado, el cual moldea la geología presente y sus principales características como pendiente, drenaje, cobertura y usos del suelo.

Otro aspecto importante realizado durante este trabajo fue la morfogénesis, la cual nos ayuda a identificar los ambientes a los cuales se ven asociadas las principales unidades geomorfológicas del lugar y cuáles de ellas por sus características físicas son susceptibles frente a la posibilidad de encontrar o no movimientos en masa y el material asociado a estas estructuras.

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad Físico-Química, Escuela de Geología, Director: M.Sc. Francisco A. Velandia P.



---

## ABSTRACT

**TITLE: CONTRIBUTION TO THE STUDY OF Geomorphology THREAT TO THE ZONING BY MOVING MASS ON THE PLATES 121 AND 136 (1:100,000 SCALE) SANTANDER SOLID SOUTH. \***

**AUTHOR: OSCAR ENRIQUE FORERO OSPINO \*\***

**Key Words:** Mass movements, Geomorphology, Morphodynamics, Morphogenesis, Santander Massif, García Rovira Province.

**Description:** The study areas are characterized by being part of the Eastern Cordillera, focusing on the areas of the main municipalities of San Andrés, Guaca, Capitanejo Malaga Cepitá, Cerrito located in the province of Garcia Rovira in the southern Massif de Santander. Where thanks to coverage of different types of rock material as igneous lithologies of the Quartz monzonite Santa Barbara and Jurassic sedimentary rocks of the Cretaceous Formation Tambor, we can witness Geomorphological features distinctive to each.

Mass movements are a very important factor to evaluate the physical and chemical behavior of the surrounding lithology, in turn watch the area's susceptibility to these events, from the conditions under which the rock is associated. Contributing to a larger scale can link mass movements as the morphodynamics of the sector while adding morphogenesis through influential analyzed environment, which shapes the geology present and their main characteristics as slope, drainage, coverage and uses ground.

Another important aspect of this work was done during morphogenesis, which helps us identify the environments to which the main geomorphological units instead are associated and which of them by their physical characteristics are susceptible to the possibility of finding or movements mass and the material associated to these structures.

\*Work Degree.

\*\*Physical Chemistry Faculty, School of Geology, Director: M.Sc. Francisco A. Velandia P.



---

## INTRODUCCIÓN

Los movimientos en masa representan un tema muy importante en los últimos tiempos para el gobierno Colombiano debido a los eventos ocurrido durante la última década y el aumento de daños en los sectores donde se presentan estos sucesos. Por medio de esto el Servicio Geológico Colombiano empezó en el 2010 en conjunto con las entidades universitarias la realización de convenios para la zonificación de las áreas susceptibles a estos movimientos y cuáles son las características de ellos; garantizando el trabajo por medio de la capacitación de los involucrados dentro del proyecto, no solo a los docentes y profesionales, sino también a los estudiantes vinculados. Dentro de las capacitaciones se encuentra el manejo de la plataforma SIMMA, la cual está encargada de registrar toda la información recolectada por los grupos de trabajo en las áreas establecidas.

La información recolectada durante las campañas de campo no solo será registrada en la plataforma, sino que aportará para el desarrollo de los respectivos mapas de Geomorfología; en los cuales se identificarán al mismo tiempo las principales unidades geomorfológicas con los respectivos ambientes de formación.

La Geomorfología es un aporte fundamental en la generación de mapas de susceptibilidad; para generar mapas geomorfológicos es indispensable suministrar datos de las variables Morfogénesis, Morfodinámica y Morfometría. En el siguiente trabajo se manejarán los datos obtenidos de campo para Morfogénesis y Morfodinámica.



---

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este proyecto pretende mostrar a la comunidad estudiantil y profesional de las ciencias de la tierra, la importancia de la morfogénesis y la morfodinámica, al momento de clasificar la geomorfología de la parte sur del Macizo de Santander comprendida por las Planchas 121 Cerrito y 136 Málaga; analizando las propiedades físicas y químicas del material (roca y suelo) en el área de estudio. Se realizará la caracterización de los principales movimientos en masa del sector y las unidades geomorfológicas sobresalientes de esta, con el fin de analizar el ambiente de formación y aquellos procesos influyentes en la actualidad.

Actualmente enfrentamos escasas de información a nivel nacional de los rasgos geomorfológicos (Morfogénesis y Morfodinámica), debido al poco interés prestado en épocas anteriores a problemas de movimientos de material, estos asociados principalmente con gran acumulación de agua; al conocer las problemáticas asociadas a estas variables, es fundamental para estudiantes y profesionales de las áreas de las Geociencias, el comprender como se generan, caracterizan y evolucionan las unidades geomorfológicas.

La morfogénesis del área de estudio aportará las estructuras predominantes y las principales unidades geomorfológicas asociadas, con esto podremos observar que tipos de movimientos predominan en cada unidad geomorfológica y los ambientes representativos. La Geología y Geomorfología de campo serán la mayor herramienta para la toma de datos y pruebas contundentes de los





---

rasgos presentes en la zona; para con esto generar un mapa representativo del área de estudio identificando las características Geomorfológicas.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

Como un proyecto a nivel nacional, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) lleva a cabo en conjunto con las universidades que cuentan con el programa de geología e ingeniería geológica, una zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa en escala 1:100.000, con sus respectivas memorias. En el caso de la UIS, la Escuela de Geología ha firmado el Convenio 009/13 con Servicio Geológico Colombiano, para realizar este proyecto en 10 Planchas en el denominado “BLOQUE 5” en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá, Antioquia, Arauca y Casanare (109, 110, 111, 119, 121, 133, 134, 136, 137, 153); en especial las Planchas objeto del estudio, la 121 “Cerrito” y 136 “Málaga”.

La información generada en escala 1:100.000 servirá de base para futuros estudios detallados para la planeación de proyectos de infraestructura y desarrollo regional. El levantamiento y registro de movimientos en masa (SIMMA) enriquecerá la base de datos a nivel nacional para el seguimiento y monitoreo de los deslizamientos que tienen impacto en la población y vías de acceso en cada una de las Planchas objeto de este estudio.



---

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Generar información de apoyo a los estudios de Geomorfología con base en campañas de campo para las variables Morfogénesis y Morfodinámica en las Planchas 121 y 136 (Escala 1:100.000).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recolectar Información de los fenómenos de remoción en masa a partir de los formatos SIMMA, de la zona sur del Macizo de Santander (Planchas 121 y 136).
- Registrar información como inventario y catálogo en el Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA).
- Recolectar Información de las unidades geomorfológicas, de la zona sur del Macizo de Santander (Planchas 121 y 136).
- Procesar Información a partir de las variables Morfodinámica, Morfogénesis y Geología de la zona sur del Macizo de Santander (Planchas 121 y 136).



---

### 3. LOCALIZACIÓN

Las Planchas 121 “Cerrito” y 136 “Málaga” se encuentran abarcando una extensa área de la provincia de García Rovira, esta hace parte de las seis provincias que dividen el Departamento de Santander, donde encontramos como capital de la región la Ciudad de Málaga.

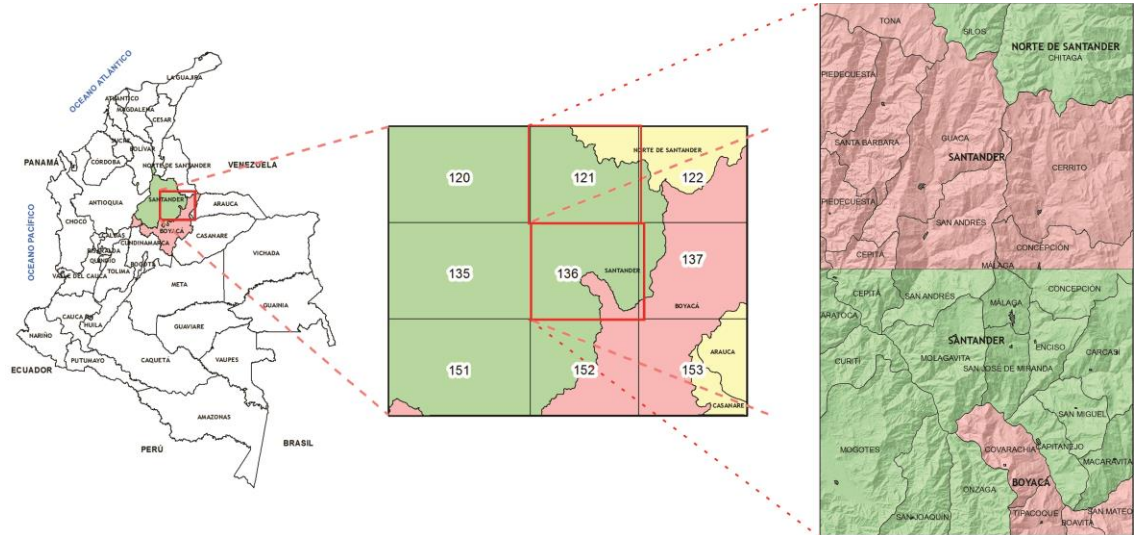
La región montañosa de la Cordillera Oriental ocupa la mayor parte (65%) del área del departamento en dirección general suroccidente-nororiente, caracterizada por una variedad de climas que abarca desde los templados suaves hasta los fríos intensos y el típico clima de páramo.

De acuerdo al SGC las Planchas tomadas para este proyecto se encuentran a una escala 1:100.000.

El área objeto se encuentra ajustada por la Plancha 121-“Cerrito”, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), localizada al sureste de los departamentos de Santander, Norte de Santander y noreste de Boyacá, abarcando los Municipios de Santa Barbará, Guaca, Baraya, San Andrés, Cerrito, Concepción, Presidente, Málaga, Concepción, Capitanejo, San José de Miranda, Covarachia, Molagavita, Carcasi y Enciso. El área total de la cobertura de la Plancha es de 3600 km<sup>2</sup> aproximadamente, (Figura 1); asignándole concordantemente con el Datum Magna Sirgas origen en la zona Central, con las siguientes coordenadas:

N 1'200.000 - 1'280.000; E 1'120.000 - 1'165.000

Figura 1. Localización Área de Estudio.



Fuente Autor.



---

## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología que se llevó a cabo en la realización de este proyecto va seguida por las diferentes fases para poder cumplir a cabalidad los objetivos propuestos. Es importante definir un tiempo estimado para alcanzar las metas propuestas.

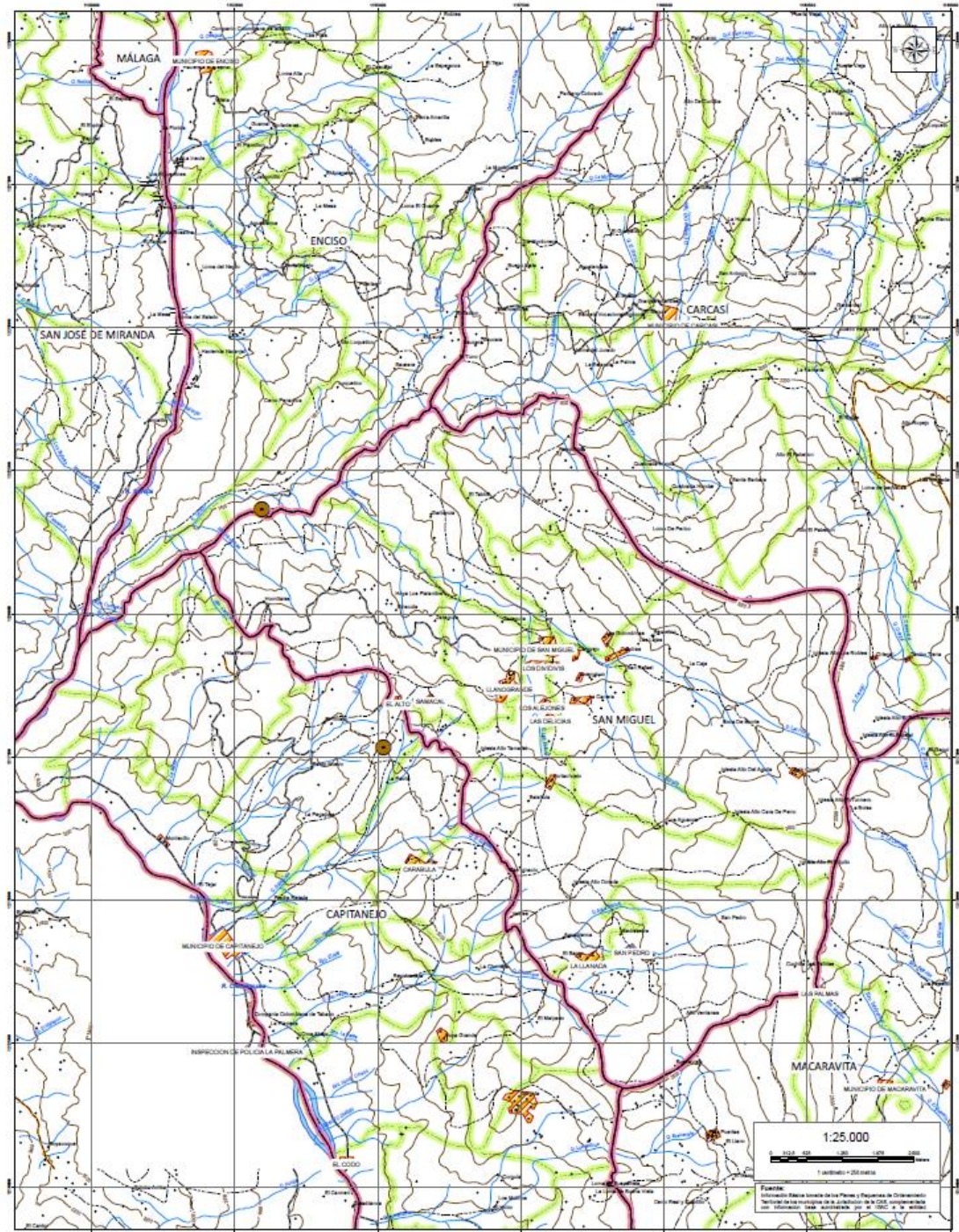
### 4.1 I FASE DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA E INVENTARIOS DE ANTIGUOS MOVIMIENTOS EN MASA

En esta fase se recopiló todo el material existente de datos geológicos dentro del sur del Macizo de Santander, de las Planchas 121 “Cerrito” y 136 “Málaga”; proporcionada por reseñas y memorias explicativas de cada Plancha suministrada por el Servicio Geológico Colombiano. A su vez se recolectó información de movimientos o sucesos antiguos sobre esta zona a partir de las corporaciones y entidades de planeación del sector (Corporación Autónoma de Santander CAS).

Dentro de la información recolectada encontramos mapas en PDF de algunas zonas que se encuentran dentro del área de interés, donde encontramos una serie de amenazas como deslizamientos, inundaciones, caídas, etc.; las cuales se utilizaron para planificar las zonas visitadas durante las campañas de campo. (Figura 2, 3 y 4)

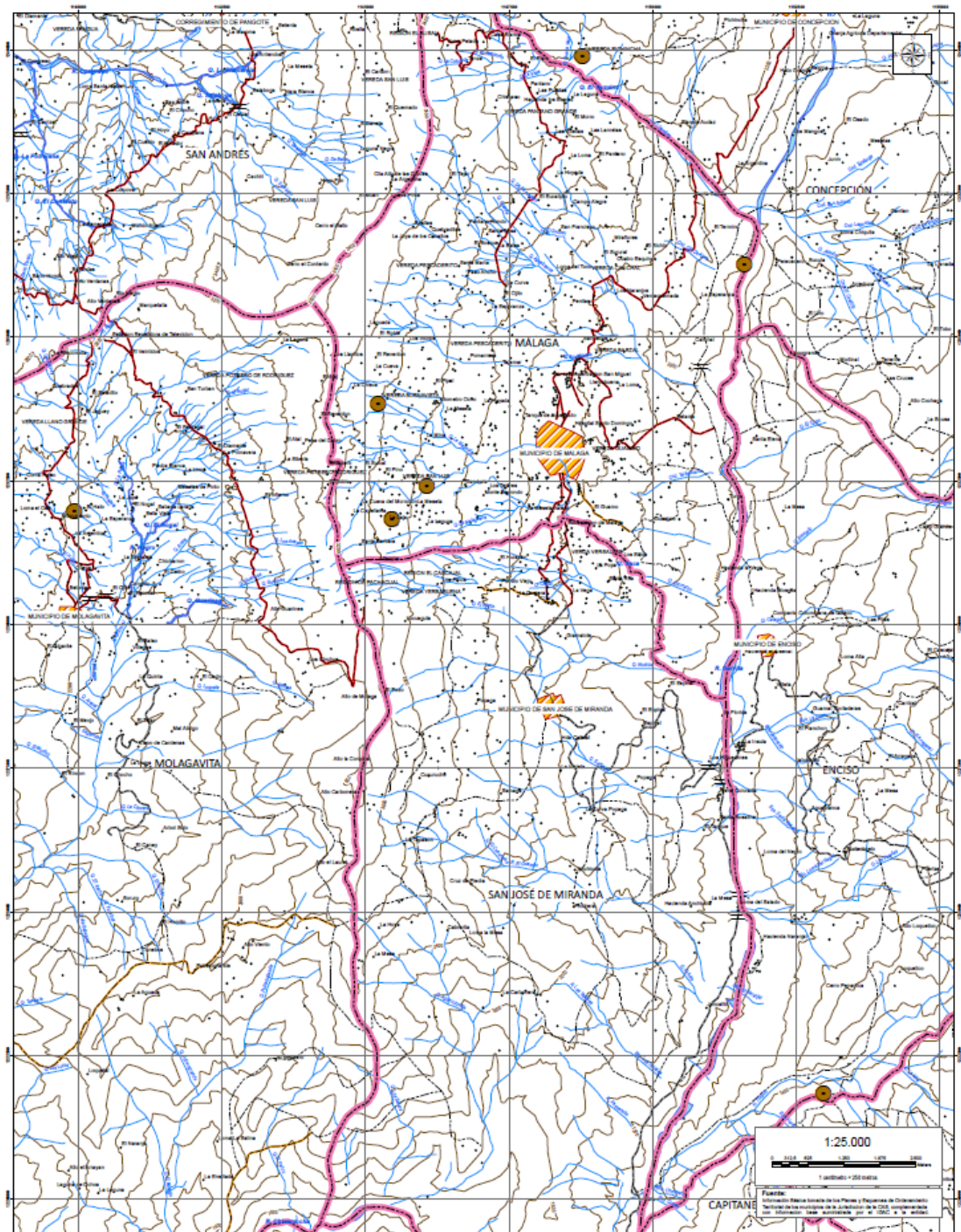


Figura 2. Mapa Catalogo de Amenazas Escala 1:25.000 Provincia García Rovira, Capitanejo.



Tomado de Corporación Autónoma de Santander (CAS), Octubre 2011.

Figura 3. Mapa Catalogo de Amenazas Escala 1:25.000 Provincia García Rovira, Málaga.



Tomado de Corporación Autónoma de Santander (CAS), Octubre 2011.

Figura 4. Convenciones Mapas Provincia de García Rovira.



Tomado de CAS, Octubre 2011

## 4.2 II FASE DE ESTUDIO DE LOS FORMATOS DE CAPTURA DE DATOS EN CAMPO

En esta fase se realizó el análisis de los procedimientos en campo para la toma de datos y la importancia de cada uno de ellos en el proceso, además de experimentar como es el manejo de la plataforma SIMMA y los requisitos necesarios para el debido registro.

Los criterios esenciales a tener en cuenta a la hora de clasificar los deslizamientos encontrados son Tipo de Movimiento y el Tipo de Material. La clasificación utilizada con base en estos criterios y que mejor se ajusta es la de CRUDEN & VARNES 1996.

Dentro del tipo de movimientos podemos ver asociados seis tipos, los cuales son:

CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA.





- 
1. **Caídas** (Falls)
  2. **Volcamientos** (Topples)
  3. **Deslizamientos** (Slides)
  4. **Propagación lateral** (Lateral spreads)
  5. **Flujos** (Flows)
  6. **Reptación (Slow flows)**

Para describir el tipo de material, se tiene en cuenta si el material se encuentra consolidado o no de la siguiente manera:

**Roca:** Roca firme o dura que estaba intacta y en su lugar de origen natural antes del comienzo del movimiento

**Suelo:** Agregado de partículas sólidas, suelto, transportado/residual

Para los materiales no consolidados tipo suelo, se hace una subdivisión a partir del tamaño del material de la siguiente forma:

**Detritos:** Material grueso: 20 a 80% de fragmentos mayores a 2 mm

**Tierra:** Material en el que el 80% o más de las partículas son menores a 2 mm (Tamaño arena media- Tamiz No. 10)



---

#### 4.3 III FASE DE TRABAJO DE CAMPO

En esta fase se realizó el inventario de movimientos en masa presentes en la zona de estudio, teniendo en cuenta las pautas suministradas en la fase anterior. Se realiza campañas para la recolección de datos de inventario de movimientos en masa, se llevara a cabo dos campañas para la realización de inventario SIMMA y otras dos para geomorfología local (morfogénesis) para las Planchas relacionadas (121 Cerrito y 136 Málaga). Se llenarán formatos de inventario de movimientos en masa generado por el SGC y formatos de geomorfología modificado por la UIS.

#### 4.4 IV FASE DE ALIMENTACIÓN DE BASE DE DATOS

En esta fase se dispone a registrar los datos obtenidos en campo, por medio de los registros fotográficos, formatos análogos y esquemas, se pretende dar soporte al trabajo realizado en campo; por medio de la plataforma creada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) llamada Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA), todos los datos serán subidos e introducidos de manera directa a la base de datos nacional, donde serán analizados, corregidos y manejados por profesionales del SGC.



---

#### 4.5 V FASE DE ANÁLISIS DE MECANISMOS PREDOMINANTES, INDICADORES Y SIG

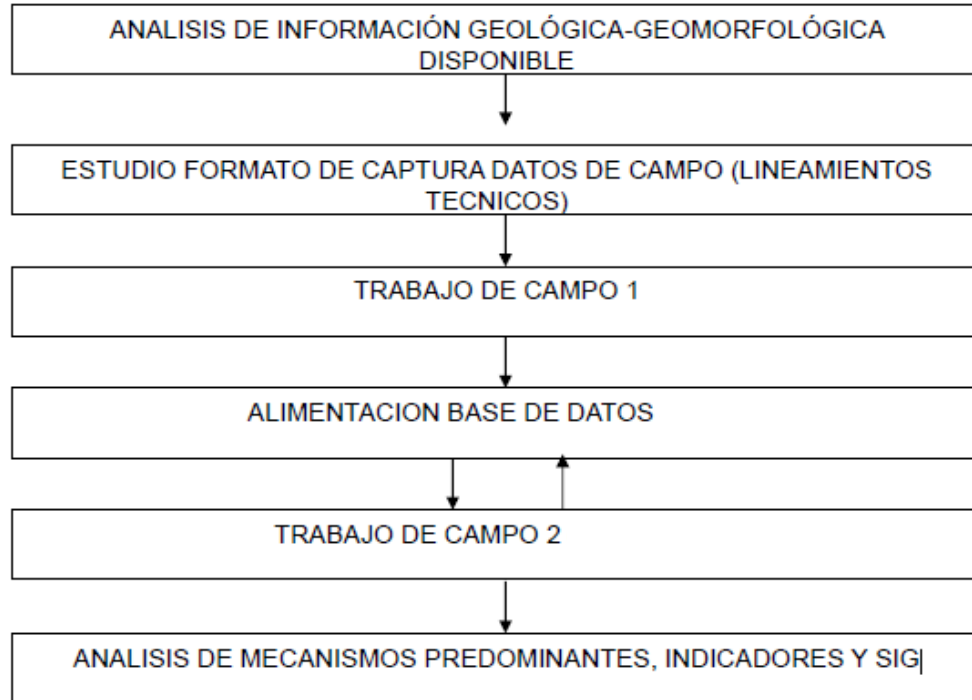
En esta etapa final se pretende hacer las respectivas interpretaciones de cuáles son los mecanismos de falla predominantes dentro de la zona, también observar que características sobresalen para catalogar la susceptibilidad de la amenaza relativa por movimientos en masa.

Encontrándose según los datos organizados anteriormente relacionado con las áreas de cobertura con relación a los mapas generados a partir de las características del terreno en cuanto a morfogénesis, morfodinámica y morfometría (Geomorfología); se pudieron generar los **Anexos** Mapas de Geomorfología. (Figura 5)

Figura 5. Metodología.



## METODOLOGÍA DE TRABAJO



Modificada de Metodología de Zonificación de amenaza relativa SGC, 2012.

En Colombia no se tenían en cuenta los movimientos en masa y sus causas debido a que el daño ejercido por este tipo de procesos no era de gran influencia durante las épocas de lluvia; sin embargo con el pasar del tiempo se empezó a observar el cambio de magnitudes en cuanto la cantidad de daños y la frecuencia en que los de magnitudes superiores se venían presentando durante estas épocas. Esto empezó a generar una pronta respuesta de las entidades estatales, las cuales deben encargarse de este tipo de eventos para garantizar la seguridad vial y municipal de todos los ciudadanos y habitantes del sector afectado (Servicio Geológico Colombiano, 2013).



---

El servicio geológico colombiano empieza a realizar campañas con los funcionarios propios de la entidad, para generar no solo las pautas para estos estudios, si no a su vez crear documentos donde acoplaban toda la información obtenida por medio de las experiencias de campo y brindar guías base, para dar las pautas y condiciones en las cuales las asociadas (universidades y entidades con conocimiento geocientífico) realizaran los diferentes convenios.



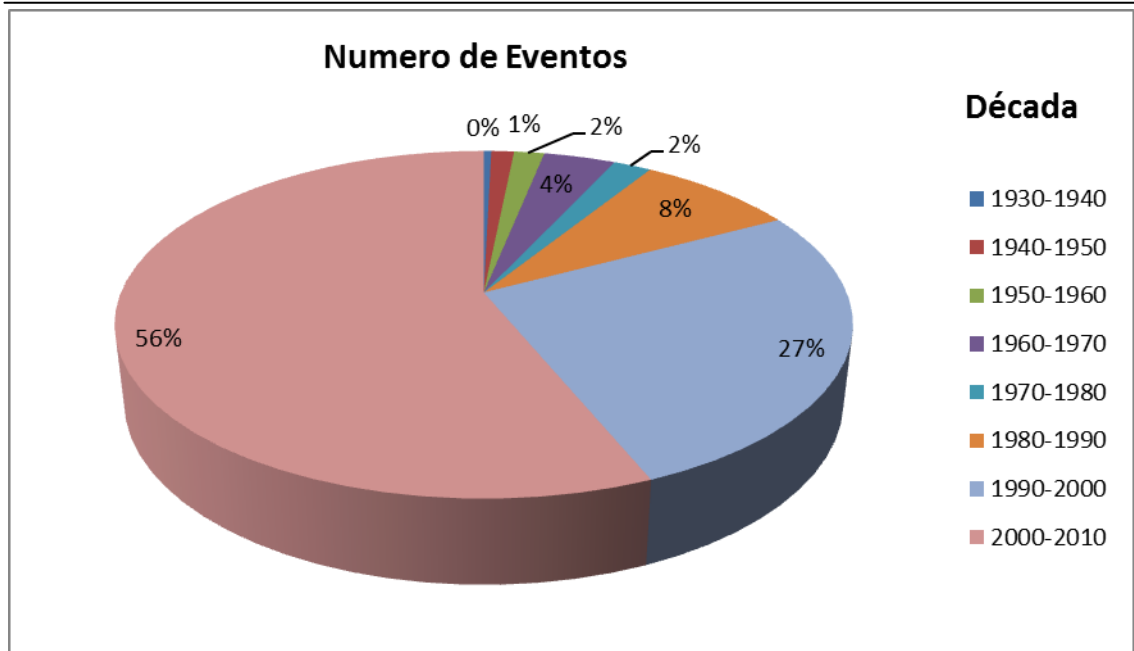
---

## 5. ANTECEDENTES

El registro histórico de movimientos en masa tomado por medio de la base de datos proporcionada por el Servicio Geológico de Colombia, la plataforma histórica conocida como SIMMA (Sistema de Información de Movimientos en Masa) es la responsable de toda la información interpretada a partir de gráficos de rosetas. (Figura 6)

El área se encuentra comprendida por las Planchas 121 Cerrito y 136 Málaga, las cuales se encuentran dentro de la parte sur del Macizo de Santander, las principales rocas asociadas a esta zona son desde rocas metamórficas del precámbrico hasta depósitos cuaternarios; predominando en estas zonas rocas sedimentarias del cretáceo.

Figura 6. Catalogo SIMMA Departamento de Santander.



Fuente: Autor.

A partir del análisis del anterior gráfico, se puede definir como fue la distribución de los deslizamientos a lo largo de los tiempos; luego de la década de 1930 se empiezan a registrar los deslizamientos los cuales son escasos en estos tiempos, luego de 1980 empezamos a ver el aumento de estos eventos asociados a una mala planeación de las olas invernales lo cual genero una serie de tragedias y taponamiento de vías principales dentro de todo el departamento.

Los rasgos geomorfológicos del área de estudio se encuentran subdivididos por unidades geomorfológicas de ambientes morfogenéticos de cuatro tipos entre ellos encontramos el ambiente Denudacional, Morfoestructural, Fluvial y Glacial.



---

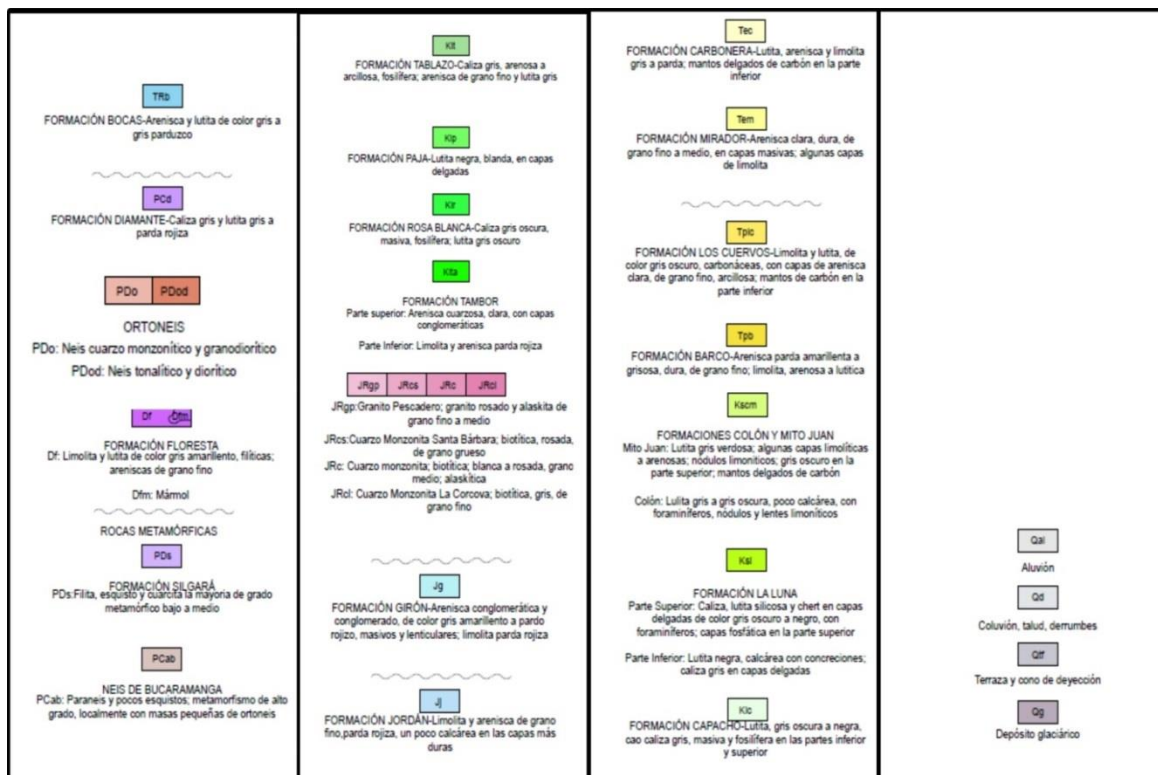
## 6. MARCO GEOLÓGICO

La región montañosa de la Cordillera Oriental ocupa la mayor parte (65 %) del área del Departamento de Santander en dirección general suroccidente-nororiente, caracterizada por una variedad de climas que abarca desde los templados suaves hasta los fríos intensos y el típico clima de páramo. En función de los diferentes relieves y las características climáticas que tiene la región pueden distinguirse tres zonas importantes: el Macizo de Santander, la zona de la Serranía de Los Cobardes o Yariguíes, que forma una barrera con elevaciones de hasta 3.000 m para separar de la tercera zona, el Valle del Magdalena al occidente del Valle del Suárez al oriente y zona de relieves glaciares y peri-glaciares que representen las partes más altas de los páramos con los más pintorescos y exóticos paisajes santandereanos. En su mayoría se encuentran rocas sedimentarias del cretáceo de las formaciones Tambor, Rosa Blanca, Paja, Tablazo y algunas más antiguas como Floresta, Silgará y el Neis de Bucaramanga, cuyos orígenes están asociados a procesos de metamorfismo. (Royero y Clavijo, 2001) (Anexos 1 y 4 Mapas Geológicos de las Planchas 121 y 136) (Figura 7).





Figura 7. Convenciones.



Modificada de las Planchas Geológicas 121 y 136 SGC, 1977-1984.

## 6.1 UNIDADES LITOLÓGICAS

Las principales unidades estratigráficas presentes dentro de la Plancha 121 y 136 de Cerrito y Málaga respectivamente abarcan nomenclaturas para formaciones del Cretácico y Paleógeno correlacionándolas dentro de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Catatumbo-Maracaibo de las regiones oriental y occidental de Santander (Figura 8), se encuentran distribuidas de más antigua a más reciente de la siguiente forma:



#### 6.1.1 Neis de Bucaramanga (Pcab):

El Complejo Bucaramanga consta de una secuencia de paraneises cuarzofeldespáticos, hornbléndicos, micáceos y granatíferos y cantidades subordinadas de anfibolitas, migmatitas, cuarcitas, mármoles y esporádicamente granulitas. Localmente con masas pequeñas de Ortoneis (Goldsmith *et al.*, 1971).

Esta unidad se encuentra aflorando dentro de los Municipios de Piedecuesta y el Municipio de Santa Bárbara con una extensión aproximada de 84 km<sup>2</sup>; además se puede observar cerca al Municipio de Mogotes, su principal contacto es con rocas del pre Devónico del Ortoneis y en contacto fallado con la Cuarzomonzonita de edad Jurásico.

#### 6.1.2 Formación Silgará (PDs):

Esta unidad está constituida por filitas, cuarcitas, metareniscas, metaconglomerados, metalimolitas calcáreas, y filitas limosas; localmente se encuentran algunos horizontes fosilíferos en mármoles gris oscuros y filitas negras. Y algunas cuarcitas (Ward *et al.*, 1973).

La unidad se encuentra distribuida en la parte superior del Municipio de Santa Bárbara en la zona de la Plancha 121, estas rocas metasedimentarias, principalmente metalimolitas y filitas limosas; se encuentran dentro de una pequeña falla de cabalgamiento ramificada de la Falla de Bucaramanga; mientras la mayor cobertura de esta unidad está en la Plancha 136, alojándose en la parte oriental de la Falla Bucaramanga, la cual presenta un



---

comportamiento inverso con algo de componente rumbo, en contacto fallado con rocas del Neis de Bucaramanga, Cuarzomonzonita de Santa Bárbara y La Diorita de Grano Fino; su ubicación se da cercana a la inspección de la Laguna de Los Ortices en el Municipio de San Andrés.

### 6.1.3 Formación Floresta (Df):

Corresponde a una unidad donde predominan arcillolitas negras amarillentas y areniscas multicolores, en la base de la formación encontramos un conjunto ligeramente metamorfoseado hacia las facies más bajas de los esquistos verdes que producen pizarras y filitas. (Propuesto por A. A. Olson and E. Caster (Caster, 1939 p. 10) según Julivert *et al.*, 1968, p. 291).

Esta unidad se encuentra en contacto con la Falla de Baraya, la cual posee una cinemática de tipo dextral, asociado a la quebrada Perchiquez la cual desemboca en la zona suroccidental sobre la margen derecha del Río Chicamocha en los alrededores de Guaca; la definen dentro del territorio de la Plancha 136 de Noroeste a Sureste de manera casi continua aumentando su cobertura hacia la parte sureste, desde el norte cerca al Municipio de Cepitá, en la zona intermedia por los alrededores del Municipio de Covarachia y al sur en límites del Municipio de Onzaga. Esta unidad se encuentra en contacto con rocas del Neis de Bucaramanga, Formación Silgará, Ortoneis, Cuarzomonzonita, Diorita de Grano Fino, Paleozoico del Río Nevado y algunas unidades cretáceas como Tibu - Mercedes y Aguardiente.



#### 6.1.4 Ortoneis (PDo):

Constituido por neis cuarzomonzonítico y granodiorítico; neis tonalítico y diorítico; formando un cuerpo metamórfico de origen ígneo, con estructura néisica, aspecto masivo y composición félsica a intermedia. (Ward *et al.*, 1973).

Se identifica dentro del área de estudio en el Municipio de Santa Bárbara, con formas sub-elípticas, indicando su origen ígneo de aspecto amorfo, en contacto con la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara y la Formación Silgara; igualmente se puede observar en el costado oriental de la Falla Bucaramanga a lo largo del límite de los departamentos de Santander y Boyacá sobre los Municipios de Capitanejo, San Joaquín y Covarachia, asociada con rocas del Neis de Bucaramanga, Formación Floresta, Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, Cuarzomonzonita y La Diorita de Grano Fino.

#### 6.1.5 Paleozoico del Rio Nevado (PCrn):

La unidad consta de limolitas gris verdosas y rojizas, lodolitas rojo grisáceas con nódulos calcáreos, lutitas gris amarillentas, alternancia de calizas y niveles delgados de conglomerados con fragmentos de caliza y areniscas. Estas rocas corresponden a un ambiente de plataforma marina o un dominio de zonas de aguas poco profundas.

Figura 8. Correlación y nomenclatura del Cretáceo y Paleógeno de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Catatumbo-Maracaibo de las regiones oriental y occidental de Santander.



REGION		OCCIDENTAL		ORIENTAL		
E D A D		CUENCA VALLE DEL RIO MAGDALENA		CUENCA CATATUMBO - MARACAIBO		
SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	SIMBOLO	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	SIM- BOLO	
CUATERNARIO	PLEISTOCENO	ALUVIONES TERRAZAS	Q <sub>al</sub> Q <sub>tf</sub>	DEPOSITOS ALUVIALES, FLUVIO GLACIARES Y TERRAZAS.	Q <sub>al</sub> Q <sub>tf</sub>	
T E R C I A R I O	Paleógeno	IESA	TQ			
		MIOCENO	GRUPO REAL	Tmp		
	OLIGOCENO	GRUPO CHUSPAS	FM. COLORADO	Tom		
		FM. MUGROSA	Teo			
	EOCENO	GRUPO CHORRO	FM. ESMERALDAS		FM. CARBONERA	Ti <sub>2</sub>
		FM. LA PAZ	Tpe		FM. MIRADOR	
PALEOCENO	FM. LISAMA			FM. LOS CUERVOS		
C R E T A C I C O	MAASTRICHTIANO	FM. UMIR	Kcom	Ks <sub>1</sub>		
	CAMPANIANO				FM. COLON - MITOJUAN	
	SANTONIANO					
	CONIACIANO	FM. LA LUNA			FM. LA LUNA	
	TURONIANO					
	CENOMANIANO	FM. SIMITI	Kalc		FM. CAPACHO	
	ALBIANO	FM. TABLAZO	Kbal		FM. AGUARDIENTE	
	APTIANO	FM. PAJA			FM. TIBU - MERCEDES	
	BARREMIANO					
	HAUTERIVIANO	FM. ROSA BLANCA				
	VALANGINIANO	FM. CUMBRE				
	BERRIASIANO	FM. LOS SANTOS (TAMBOR)			FM. RIO NEGRO	
	JURASICO		FM. GIRON	Js		FM. GIRON

Tomado de Royero y Clavijo, 2001.



La mayoría de esta unidad se encuentra aflorando en los alrededores del Municipio de Covarachia (Boyacá) y Carcasí (Santander), donde las extensiones son inferiores a 25 km<sup>2</sup>. Unidad aflorante con rocas del Ortoneis y las formaciones Floresta, Tibu - Mercedes, Aguardiente y Barco.

#### 6.1.6 Formación Diamante (PCd):

Unidad constituida por una secuencia que presenta una parte basal de arenisca gris púrpura, de grano fino, medio y localmente de grano grueso a conglomerática; con una parte media con lodolita gris oscura e intercalaciones de caliza del mismo color, y hacia la parte superior se conforma de caliza gris oscura, ligeramente arcillosa con delgadas intercalaciones de arcillolitas y areniscas grises a rojo grisáceas. Las características faciales y paleontológicas indican que los sedimentos generadores de esta unidad se formaron en un ambiente epicontinental con edades aproximadas del Carbonífero Superior al Pérmico Medio (Ward *et al.*, 1973).

Esta unidad aflora entre los Municipios de San Andrés y Cerrito desviándose un poco hacia el noroccidente, en donde hace parte del flanco oeste del Sinclinal de Angostura, el cual se encuentra compuesto principalmente por rocas del Cretáceo de las formaciones Tambor, Rosa Blanca, Paja, Tablazo y Aguardiente.

#### 6.1.7 Diorita de Grano Fino (JTRd):

La diorita de grano fino es de color gris, de grano medio a fino, subporfirítica, compuesta por andesina, cuarzo, microclina y biotita. Su principal composición



---

es de plagioclasas extensamente sericitizadas e indistintamente zonadas y hornblenda verde azulosa.

Encontramos reposando esta unidad en los alrededores de la Laguna de Los Ortices en el Municipio de San Andrés sobre el costado oriental de la Falla de Bucaramanga con una extensión de 5 km<sup>2</sup> aproximadamente. Unidad limitada con rocas pre Devónicas de la Formación Silgará y rocas Jurásicas como La Cuarzomonzonita de Santa Bárbara y la Cuarzomonzonita - Granito.

#### 6.1.8 Cuarzomonzonita de La Corcova - Gris (JTRcl):

Unidad compuesta de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita; los accesorios son apatito, óxidos de hierro y zircón; como minerales de alteración contiene clorita, epidota y sericita (Ward *et al.*, 1973).

Unidad localizada en la parte sur del Municipio de San Andrés, de la misma manera en el área noroccidental cerca al Corregimiento de Presidente sobre la vía Pamplona - Bucaramanga y de igual manera en la vía desde Bucaramanga - Guaca; su contacto litológico se limita en la parte noroccidental con el Neis de Bucaramanga, el Ortoneis y la Formación Silgará; y en la parte sur del Municipio de San Andrés con la Formación Floresta.



---

#### 6.1.9 Cuarzomonzonita - Granito (JRcm):

Cuarzomonzonita biotítica, blanca a rosada de grano medio a grueso, compuesta de cuarzo gris, plagioclasa blanca y feldespato potásico (Ward *et al.*, 1973).

La mayor distribución de esta unidad la observamos en la parte inferior occidental de la Plancha 121, en contacto con la Falla del Río Perchiquez cercano al contacto sobre el cauce principal del Río Chicamocha con el Neis de Bucaramanga y el Granito de Pescadero.

Se presenta con la mayor extensión dentro de la Plancha 136 en la parte occidental de la Falla de Bucaramanga en los Municipios de Molagavita, San José de Miranda, Mogotes y San Joaquín. En contacto con rocas del Neis de Bucaramanga, Formación Silgará, Formación Floresta, el Ortoneis, Granito de Pescadero-Rosado, Cuarzomonzonita de Santa Bárbara- Rosada, Formación Tibu - Mercedes y algunos depósitos cuaternarios de tipo Aluvial y Coluvial.

#### 6.1.10 Cuarzomonzonita Santa Bárbara - Rosada (JTRcs):

El Batolito de Santa Bárbara conformado por rocas de composición cuarzo monzonítica principalmente, con variaciones locales a granito y granodiorita. La Cuarzomonzonita es rosada, gris clara, biotítica, de grano mediano, equigranular a subporfirítica, compuesta de cuarzo gris, plagioclasa blanca y feldespato potásico en cantidades más o menos iguales. (Goldsmith *et al.*, 1971).





Se trata de una de las unidades más grandes en cuanto a extensión dentro de la Plancha 121 con aproximadamente 400 km<sup>2</sup>, es atravesada en la parte inferior por la corriente del Río Perchiquez y el fallamiento inverso asociado. Sus principales contactos litológicos son con rocas metamórficas del Neis de Bucaramanga, algunos cuerpos del Ortoneis, la Formación Silgará y la Formación Floresta; además se encuentra en el sector del Municipio de San Andrés en el sector de la Laguna de los Ortices, abarcando la franja oriental del cauce del Río Chicamocha que a su vez se encuentra ligado a la Falla de Bucaramanga; esta unidad se encuentra en contacto con rocas de las formaciones Silgará, Floresta y La Cuarzomonzonita- Granito.

#### 6.1.11 Granito de Pescadero - Rosado (JTRgp):

El granito es de color rosado naranja, de grano fino a muy fino, equigranular a ligeramente porfirítico; está compuesto de plagioclasa (albita), ortoclasa, microperitita y cuarzo en cantidades casi iguales; los accesorios son óxidos de hierro, moscovita, biotita y zircón (Ward *et al.*, 1973).

Esta unidad se encuentra limitada al suroccidente de la Plancha 121, en los sectores aledaños del cañón de Chicamocha, en límites del Municipio de Cepitá cerca al cauce del Río Chicamocha; los principales contactos litológicos son el Neis de Bucaramanga, la Formación Silgará y la Cuarzomonzonita-Granito; su extensión es inferior a 12 km<sup>2</sup>; el granito se encuentra al mismo tiempo sobre la franja del Municipio de Cepitá en la zona más noroccidental de la Plancha 136, presentándose como pequeñas extensiones inferiores a 5 km<sup>2</sup>. Unidad en



---

contacto directo con el cauce del Río Chicamocha, asociado con la Formación Silgará y la Cuarzomonzonita - Granito.

#### 6.1.12 Formación Bocas (Jrb):

Esta unidad está constituida por una alternancia de limolitas, areniscas y arcillolitas calcáreas, gris verdosas y gris oscuras, limolitas gris verdosas, con nódulos calcáreos, conglomerados gris verdosos y arcillolitas gris oscuras, fosilíferas, limolitas gris verdosas a rojo grisáceas, levemente calcáreas. Hacia la parte superior se encuentran capas delgadas de rocas volcánicas. La Formación Bocas se depositó en un ambiente continental (Ward *et al.*, 1973).

Esta unidad aflora en el centro de la Plancha 121 desviándose un poco hacia el noroccidente, sus principales contactos son con las formaciones Girón y Floresta.

#### 6.1.13 Formación Jordán (Jj):

Unidad compuesta por areniscas grises verdosas, de grano grueso a ligeramente conglomerática, con estratificación cruzada; presenta niveles de arcillolitas gris verdosas. En la parte superior se encuentran intercalaciones de limolitas, color marrón rojizo a rojo grisáceo y areniscas de grano fino en capas medianas. También existen dos capas delgadas de tobas soldadas félsicas. El ambiente de depósito es continental vulcanoclástico (Ward *et al.*, 1973).

La distribución de la unidad se encuentra limitada en el centro de la Plancha 121, extendiéndose en mayor proporción hacia el nororiente en el flanco oeste



---

del Sinclinal de Angostura; esta unidad aflora en contacto con formaciones del Cretáceo, como lo son Tambor, Rosa Blanca y Girón del Jurásico.

#### 6.1.14 Formación Girón (Jg):

Unidad constituida por areniscas de grano medio, grueso a ligeramente conglomerática, de color rojo violáceo, rojo grisáceo y gris verdoso, estratificación cruzada, en capas gruesas, con interestratificaciones de limolitas y lodolitas, de color rojo violeta, grisáceo y algunos niveles delgados de conglomerados con guijos de cuarzo hasta de 4 cm (Hettner, 1892).

Esta unidad se encuentra ubicada en el centro de la Plancha 121, extendiéndose un poco hacia el nororiente en el flanco este del sinclinal de Angostura; en contacto con formaciones del Cretáceo, como lo son Tambor, Rosa Blanca y Jordán del Jurásico; aflorando a su vez sobre el Municipio de Molagavita, donde se encuentra en contacto fallado con la Formación Floresta con relación a la Falla de Bucaramanga; encontrándose asociada con las formaciones de Río Negro, Tibú-Mercedes y Aguardiente.

#### 6.1.15 Formación Tambor (Kita):

En el área la formación aparece constituida por un banco potente de areniscas cuarcíticas blancas, conglomerados en general cuarcosos y algunas intercalaciones arcillosas (nombrado inicialmente por Hedberg (1931, inédito) según Vargas R *et al.*, 1976).



Encontramos esta unidad en la parte oriental de la Falla de Baraya, en un pequeño sistema de fallas de cabalgamiento, asociada al sinclinal de Angostura como su parte más externa y antigua, algunos pequeños lentes de esta unidad se observan hacia la parte nororiental de esta zona cercanos al Río Angostura; en contacto con las formaciones Rosa blanca, Floresta, Diamante, Jordán y Girón; algunos contactos fallados cerca al Río Angostura con el Ortoneis y la Formación Silgará; se encuentra también en los alrededores del Municipio de Curití, en la parte central de la Plancha 136 en el límite occidental, donde su extensión es baja en comparación a las otras formaciones cretáceas en la zona. Unidad en contacto directo con rocas de la Formación Silgará y La Cuarzomonzonita- Granito.

#### 6.1.16 Formación Río Negro (Kirn):

Unidad compuesta de areniscas grises, verdosas a moteadas, grano fino a grueso, arcósicas que pasan a cuarzoareniscas, con algunas intercalaciones de conglomerados grises e intercalaciones delgadas de lodolitas grises a verdosas, levemente calcáreas, en capas delgadas y medianas. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente deltaico-fluviátil y en lagunas costeras (García *et al.*, 1980).

Esta unidad del Cretáceo temprano en su mayoría se puede ver aflorando en los cabezales de los Municipios de Málaga, San José de Miranda y norte de Molagavita, donde los principales contactos de la unidad son rocas de edades relativamente homogéneas del Cretácico temprano como Tibu-Mercedes, Aguardiente y algunas más antiguas como la Formación Floresta del Devónico, Girón y La Cuarzomonzonita – Granito del Jurásico.



#### 6.1.17 Formación Rosa Blanca (Kir):

Unidad compuesta en su parte inferior por capas de caliza y yeso, con oolitos, ostrácodos y dolomías; hacia la parte superior consta de areniscas y lodolitas calcáreas. En la parte inferior presenta depósitos evaporíticos como yeso y polihalita que indican una hipersalinidad y tranquilidad en las condiciones de deposición; el resto de la secuencia se depositó en un medio marino somero en condiciones neríticas (Wheeler, 1929).

Unidad ubicada sobre un sistema de fallas de cabalgamiento; conformando el Sinclinal de Angostura como la segunda litología más antigua de la estructura, algunos pequeños lentes de esta unidad se observan hacia la parte nororiental de esta zona cercanos al Río Angostura; esta unidad se encuentra en contacto con las formaciones Tambor, Floresta, Diamante, Jordán y Girón. Algunos contactos fallados cerca al Río Angostura con la Formación Silgará y la Cuarzomonzonita de Santa Barbará-Rosada.

#### 6.1.18 Formación Paja (Kip):

Constituida por lutitas y shales gris oscuros a azulosos, fosilíferos, con intercalaciones de areniscas gris amarillentas; también pequeñas intercalaciones de calizas grisáceas fosilíferas, se estima que su depósito tuvo lugar en un ambiente epicontinental (Inicialmente descrita por Wheeler en Morales *et al.*, 1958).



Esta unidad se encuentra dentro de la estructura del Sinclinal de Angostura, en contacto con las formaciones Rosa Blanca y Tablazo; a su vez en un pequeño sistema de fallas de cabalgamiento ubicado al occidente de la estructura del sinclinal; esta estructura aflora al oeste del cauce del Río Servitá aledaña a los Municipios de Cerrito y Concepción.

#### 6.1.19 Formación Tablazo (Kit):

Se trata de calizas grises a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con niveles intercalados de arcillolitas grises a gris azulado, calcáreas, fosilíferas, en capas medianas a gruesas, con intercalaciones de areniscas grises, grano fino a medio, arcillosas, levemente calcáreas, en capas delgadas. El ambiente de depósito parece corresponder a condiciones neríticas, poco profundas según Wheeler en (Morales *et al.*, 1958).

Unidad asociada al Sinclinal de Angostura, donde se encuentra en contacto con las formaciones Paja y Aguardiente, también aflora en el sistema de fallas cabalgante al occidente de la estructura sinclinal.

#### 6.1.20 Formación Tibu – Mercedes (Kitm):

Unidad constituida por una alternancia de calizas biomicríticas, gris oscuras, localmente arenosas y arcillosas, lodolitas y areniscas gris oscuras, fosilíferas, micáceas. Hacia la parte inferior se encuentran areniscas de grano medio a conglomeráticas, levemente calcáreas, micáceas e interpuestas por capas de



lodolitas grises, con nódulos ferruginosos. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas o con corrientes ligeramente reductoras.

La distribución de la unidad se limita a la parte oriental de la Plancha 136 con mayor intensidad de cobertura sobre los Municipios de Málaga, San José de Miranda y Enciso hacia el norte; en la parte inferior cerca de Capitanejo, Macaravita y San Miguel. Sus principales márgenes están definidos por formaciones del cretáceo como Río Negro, Aguardiente, Capacho, Luna y Paleozoico Río Nevado de edades de Carbonífero Tardío – Pérmico Temprano.

#### 6.1.21 Formación Aguardiente (Kia):

Unidad Constituida de areniscas de cuarzo, grises a gris claras, de grano fino, medio y grueso, glauconíticas, con estratificación cruzada e intercalaciones delgadas de lodolitas grises a negras, carbonosas y micáceas. Para (Fabre, 1985) la sedimentación de esta unidad representa un frente deltaico.

Esta unidad se encuentra dentro de la Plancha 136 en los Municipios de Málaga, Carcasi, San José de Miranda y Enciso hacia el norte; en la parte inferior lo observamos sobre los alrededores de Capitanejo, Macaravita y San Miguel. Unidad en contacto con formaciones del cretáceo como Río Negro, Tibú - Mercedes, Capacho, Luna y en contacto fallado con rocas del Paleozoico Río Nevado de edades Carbonífero a Pérmico Inferior.



---

#### 6.1.22 Formación Capacho (Kic):

La parte inferior de la unidad corresponde a lodolitas negras, laminadas, localmente calcáreas, con nódulos calcáreos, con escasas intercalaciones de areniscas de cuarzo, grises, de grano fino y calizas grises, arenosas, fosilíferas, en capas delgadas; la parte media se compone de areniscas de cuarzo, grises, de grano fino, micáceas, localmente glauconíticas, calizas gris oscuras, lumaquéticas, localmente micríticas, en capas medianas y gruesas, con intercalaciones de lodolitas negras, calcáreas, localmente fosilíferas; la parte superior está constituida principalmente de lodolitas grises con delgadas intercalaciones de calizas grises, arenosas, lumaquéticas y areniscas grises y amarillentas, de grano fino, en capas medianas. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas, evidenciado por la presencia de glauconita y pellets fosfatizados.

Esta unidad se encuentra en mayores proporciones asociadas a la parte oriental de la Plancha 136 en los Municipios de Málaga, Carcasi, San José de Miranda y Enciso hacia el norte; en la parte sur se asocia a los alrededores de Capitanejo, Macaravita y San Miguel, se encuentra en contacto con formaciones del cretáceo como Río Negro, Tibú - Mercedes, Aguardiente, Luna y Paleozoico Río Nevado de edad Carbonífero – Pérmico temprano; además se puede observar la unidad aflorando igualmente en las zonas de Guaca, San Andrés, Cerrito y Concepción; donde se encuentra en contacto con rocas de las formaciones Aguardiente, Luna, Paja, Bocas del Jurásico y Floresta del Devónico.





### 6.1.23 Formación La Luna (Ksl):

La unidad está constituida por calizas gris oscuras, arcillosas, lutitas grises a negras, calcáreas, en capas delgadas, lutitas gris oscuras con delgadas intercalaciones de calizas arcillosas, concreciones de calizas con fósiles, que alcanzan más de dos metros de diámetro y capas delgadas de chert negro y también capas fosfáticas hacia la parte superior. En el Valle Medio del Magdalena la Formación La Luna se subdivide en tres miembros: el inferior, Salada; el intermedio, Pujamana; y el superior, Galembó. El ambiente de deposición es marino de aguas relativamente poco profundas, con poca ventilación en el fondo (según Garner en Julivert *et al.*, 1968).

La mayor distribución de esta unidad se encuentra en la parte superior del Municipio de Concepción, en los alrededores del cauce del Río Servitá, aumentado su extensión en el sector aledaño al Municipio de Cerrito; algunos lentes observados sobre el Río Tarado en la zona oriental de la Plancha 121. Las principales estructuras asociadas son los sinclinales el Coronel, Almorzadero y Delgadito; y el anticlinal Vaco Ancho. La unidad está en contacto con rocas de las formaciones Colon Mito Juan y Capacho, en contacto fallado con las formaciones Aguardiente y Floresta; de igual manera se encuentra aflorando en la Plancha 136 en zonas de los Municipios de Málaga, Carcasí, San José de Miranda y Enciso; unidad en contacto con rocas de las formaciones Río Negro, Tibu-Mercedes, Aguardiente y Capacho.

### 6.1.24 Formación Colon y Mito Juan (Kscm):

Unidad de lodolitas grises, gris oscuras a negras, fosilíferas (foraminíferos), levemente calcáreas, piritosas, con nódulos ferruginosos y algunas capas de



calizas grises, lumaquéticas. Esta unidad presenta capas de lodolitas gris verdosas con intercalaciones de algunas capas delgadas de carbón hacia la parte alta. Las características faciales de esta unidad indican ambientes contiguos de avances y retrocesos del nivel del mar en depósitos de aguas algo profundas, bajo condiciones anóxicas.

Esta unidad se encuentra en el Municipio de Concepción, en los alrededores del cauce del Río Servitá, aumentado su extensión en el sector aledaño al Municipio de Cerrito con relación a la estructura del sinclinal del Almorzadero, con presencia de algunos lentes ubicados cerca del Río Tarado en la zona oriental de la Plancha 121, donde encontramos en contacto con la Formación Barco Paleógeno y en contacto fallado con rocas de la Formación Capacho del Cretáceo y las formaciones de Los Cuervos y Carbonera del Paleógeno; la unidad también es definida dentro de la Plancha 136 en los Municipios de Málaga, Carcasi, San José de Miranda, Enciso, Capitanejo, Macaravita y San Miguel; unidad en contacto fallado con formaciones del cretáceo como Tibu - Mercedes, Aguardiente, Capacho, Luna y Paleozoico Río Nevado de edad Carbonífero-Pérmico inferior.

#### 6.1.25 Formación Barco (Tpb):

Esta unidad se compone de areniscas de cuarzo grisáceas, comúnmente con cuarzo bastante brillante, de grano fino a medio, con estratificación cruzada, localmente arcillosas, alternadas con lodolitas grises oscuras, ligeramente micáceas, carbonosas, con nódulos ferruginosos. Se presentan cintas o capas muy delgadas de carbón hacia la parte superior. El ambiente deposicional parece ser bajo condiciones lagunares deltáicas.



Encontramos aflorando esta unidad cerca al Municipio de Cerrito, relacionado con las estructuras de los sinclinales el Coronel, Almorzadero, Delgadito y el Anticlinal de Vaco Ancho; dentro de esta zona se limita con rocas de la Formación Colon y Mito Juan del Cretáceo y la Formación los Cuervos del Paleógeno, además en contacto fallado con las formaciones Mirador y Carbonera del Paleógeno.

#### 6.1.26 Formación Los Cuervos (Tpic):

Unidad constituida en su parte inferior por lodolitas grises a gris oscuras, carbonosas e intercalaciones de areniscas, con algunas capas explotables de carbón. La parte media se compone de areniscas gris amarillentas, cuarzosas, localmente feldespáticas, con pequeñas intercalaciones de lodolitas gris oscuras, carbonosas y capas de carbón entre 0,10 y 2,50 m de espesor. En la parte superior presenta lodolitas grises, carbonosas, ligeramente micáceas y ferruginosas, con delgadas intercalaciones de areniscas grises, carbonosas. Se asume que el ambiente de depósito fue transicional (deltáico).

La distribución de la unidad se limita a los alrededores del Municipio de Cerrito y al costado oriental del Río Servitá; unidad en contacto directo con las formaciones Barco y Mirador del Paleógeno, mostrando igualmente un contacto fallado con la Formación Carbonera del Paleógeno.

#### 6.1.27 Formación Mirador (Tem):

Esta unidad está compuesta principalmente por areniscas de cuarzo, blancas y gris claras, de grano fino a medio y ligeramente conglomeráticas, carbonosas,



con algunos intraclastos lodolíticos; en la parte media-alta se presenta un nivel de arcillolitas grises, carbonosas, con intercalación de areniscas de cuarzo, de grano fino. La parte superior está conformada por una secuencia de areniscas gris claras, grano medio a ligeramente conglomeráticas, feldespáticas y ferruginosas. Se trata de sedimentos continentales a localmente epicontinentales.

La cobertura de esta unidad se encuentra dentro del área del Municipio de Cerrito, observándose en contacto directo con rocas de las formaciones del Paleógeno Los Cuervos y Carbonera; además en contacto fallado con la Formación Barco del Paleógeno.

#### 6.1.28 Formación Carbonera (Tec):

Unidad compuesta por una alternancia de lodolitas grises, gris verdosas y pardas, ferruginosas, con areniscas de cuarzo, gris verdosas, con restos carbonosos, dispuestas en capas medianas y gruesas; hacia la base y parte alta se tienen capas de carbón y esporádicos lentes de calizas. Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente continental a localmente epicontinental.

La unidad se centra en los alrededores de los Municipios de Concepción y Cerrito, relacionado con las estructuras sinclinales El Coronel, Angostura y Delgadito; unidad limitada en contacto directo con la Formación Mirador del Paleógeno, al mismo tiempo esta unidad se encuentra en contacto fallado con las formaciones Barco y Los Cuervos del Paleógeno.



#### 6.1.29 Depósitos Glaciáricos (Qg):

Este tipo de depósito está restringido a la zona de páramos y corresponden en general a morrenas laterales, que en parte se encuentran desmanteladas por erosión y son tomados como depósitos glaciares indeterminados; se pueden observar las mayores acumulaciones en los sectores del corregimiento de Presidente en la Plancha 121, hacia el sureste sobre el Municipio de Concepción; dentro de la Plancha 136 en los alrededores de los Municipios de Enciso y Carcasi al noreste del área.

#### 6.1.30 Terraza y Cono de Deyección (Qtf):

Se encuentra compuesta por depósitos no consolidados aluviales en abanicos y terrazas, representado por bloques de tamaños variados envueltos en una matriz arcillosa y arenácea; los depósitos se distribuyen sobre las zonas de terrazas bajas en los Ríos Chicamocha, Perchiquez y Servita sobre la Plancha 121, igualmente dentro de la Plancha 136 estos depósitos se limitan a las terrazas bajas de los Ríos Chicamocha y Servitá.

#### 6.1.31 Coluvión, Talud y Derrumbe (Qd/Qc):

Consisten de depósitos aluviales conteniendo fragmentos angulares de roca e incluyen depósitos de talud, derrubios y material de avalancha; estos depósitos en la Plancha 121 se observan en los ejes de las estructuras del Sinclinal



---

Delgadito, el Coronel y Angostura en los Municipios de Cerrito, Concepción de Santander y Presidente de Norte de Santander; de igual forma se encuentra reposando sobre los ejes de las estructuras regionales en la Plancha 136 sobre los Municipios de Málaga, San José de Miranda, Molagavita, Enciso y Carcasi.

#### 6.1.32 Aluvión (Qa):

Se incluyen bajo esta definición a los materiales depositados en los valles actuales de los Ríos y quebradas mayores. Algunos de ellos son amplios y constituyen la llanura aluvial del río. Localmente conos de deyección disectados por el drenaje actual; los materiales se distribuyen sobre las zonas de planicies de acumulación en los Ríos Chicamocha, Perchiquez y Servita sobre la Plancha 121, igualmente dentro de la Plancha 136 estos depósitos se limitan a las planicies de acumulación de los Ríos Chicamocha y Servitá.



---

## 7. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio, despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

La provincia del Macizo de Santander corresponde en buena parte a los macizos de Santander y de Floresta, y ocupan la región oriental estructural del territorio santandereano. La provincia está subdividida en los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y Ocaña; abarcando dentro de la Planchas 121 y 136 una buena parte del Bloque Cucutilla y Floresta; el bloque Cucutilla se caracteriza por encontrarse conformado por rocas sedimentarias paleozoicas, Jurásicas, Cretácicas y Paleógenas; además presenta un sistema de fallamiento en bloques pequeños, separados por fallas inversas con inclinación principalmente hacia el occidente y por estructuras regionales (Anticlinales y Sinclinales) estrechas truncadas por el fallamiento de dirección SE-NW; el bloque Floresta está constituido por rocas metamórficas precámbricas y paleozoicas, y rocas ígneas paleozoicas y mesozoicas; caracterizado tectónicamente por fallas inversas y de cabalgamiento e incluye pequeños pliegues de dirección predominantemente hacia el SW-NE. (Figura 9,10 y 11)

### 7.1 Falla de Bucaramanga

La falla de Bucaramanga se define como el elemento tectónico más importante en la serie de fallas que se encuentran en el Macizo de Santander, desde



donde se extiende hasta la costa Caribe en lo que se define como el sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta. Esta estructura se encuentra catalogada como una falla de rumbo evidenciada por los fuertes buzamientos, las notables distancias por las cuales se pueden trazar los lineamientos, valles lineados y variaciones litológicas a ambos lados de la falla (Ward *et al.*, 1973).

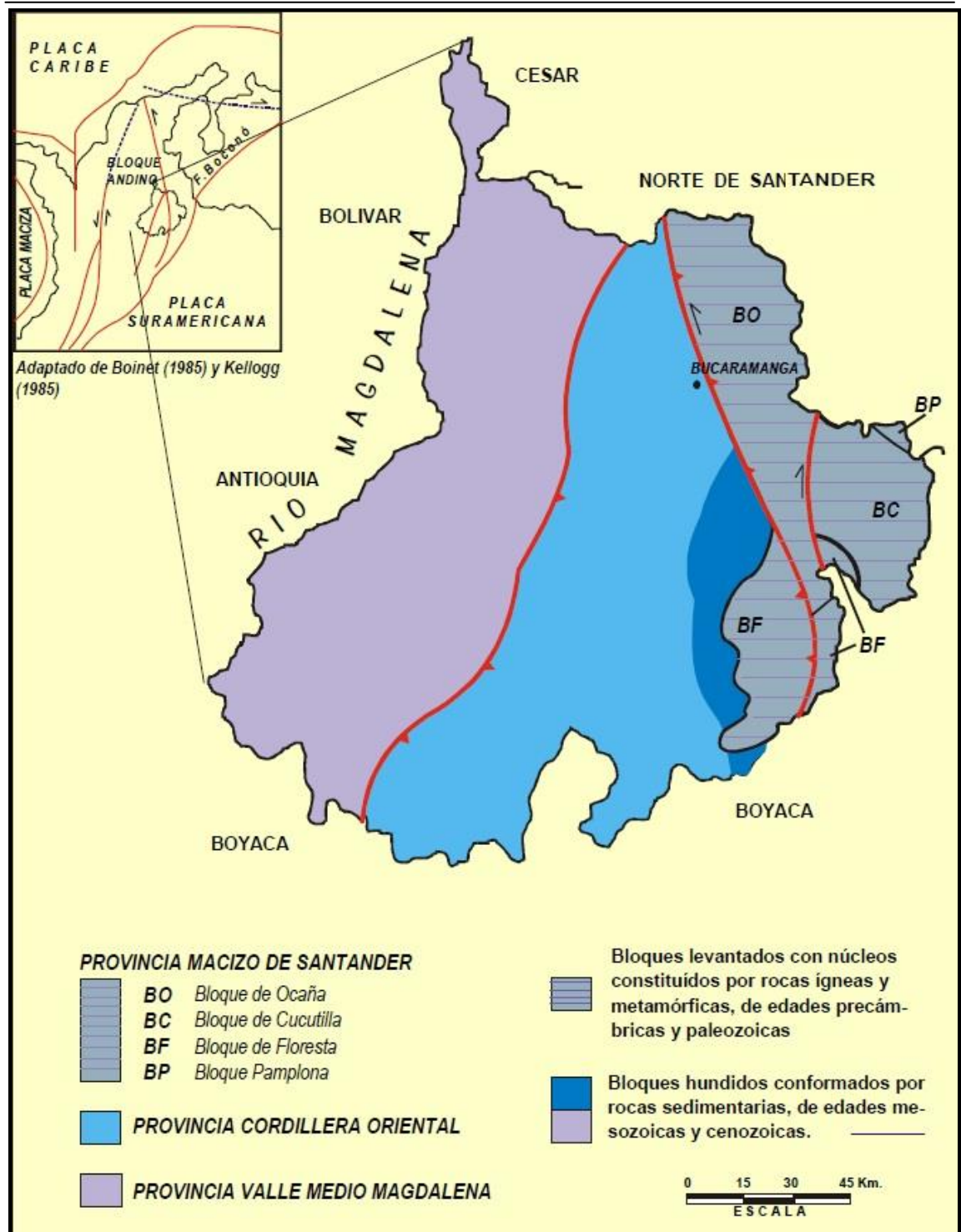
Se estima un desplazamiento lateral izquierdo de la falla según el rumbo que varía entre 110 y 100 km. Julivert destaca la importancia de la componente vertical en el desarrollo de este lineamiento, al integrarlo como un componente vertical de un bloque montañoso levantado. Este autor relaciona la falla de Bucaramanga con una serie de fallas inversas con el bloque oriental levantado que se originó durante el desarrollo actual del valle del Magdalena (Julivert, 1958)

## 7.2 Sinclinal Angostura

Esta estructura es calificada como muy amplia conformada por rocas del Cretáceo de las formaciones Tambor, Rosa Blanca, Paja, Tablazo y Aguardiente, donde su núcleo lo conforma la litología de la Formación Aguardiente. La estructura se encuentra ubicada al occidente del Río Servita, dentro de las veredas El Pedregal y Lagunitas al costado oeste del Municipio de Cerrito. Presentando inclinaciones de hasta 60° en el flanco oeste. Se extiende desde el Municipio de Concepción hasta el límite noreste de la Plancha cerca a la quebrada Pajarito (Vargas *et al.*, 1976)

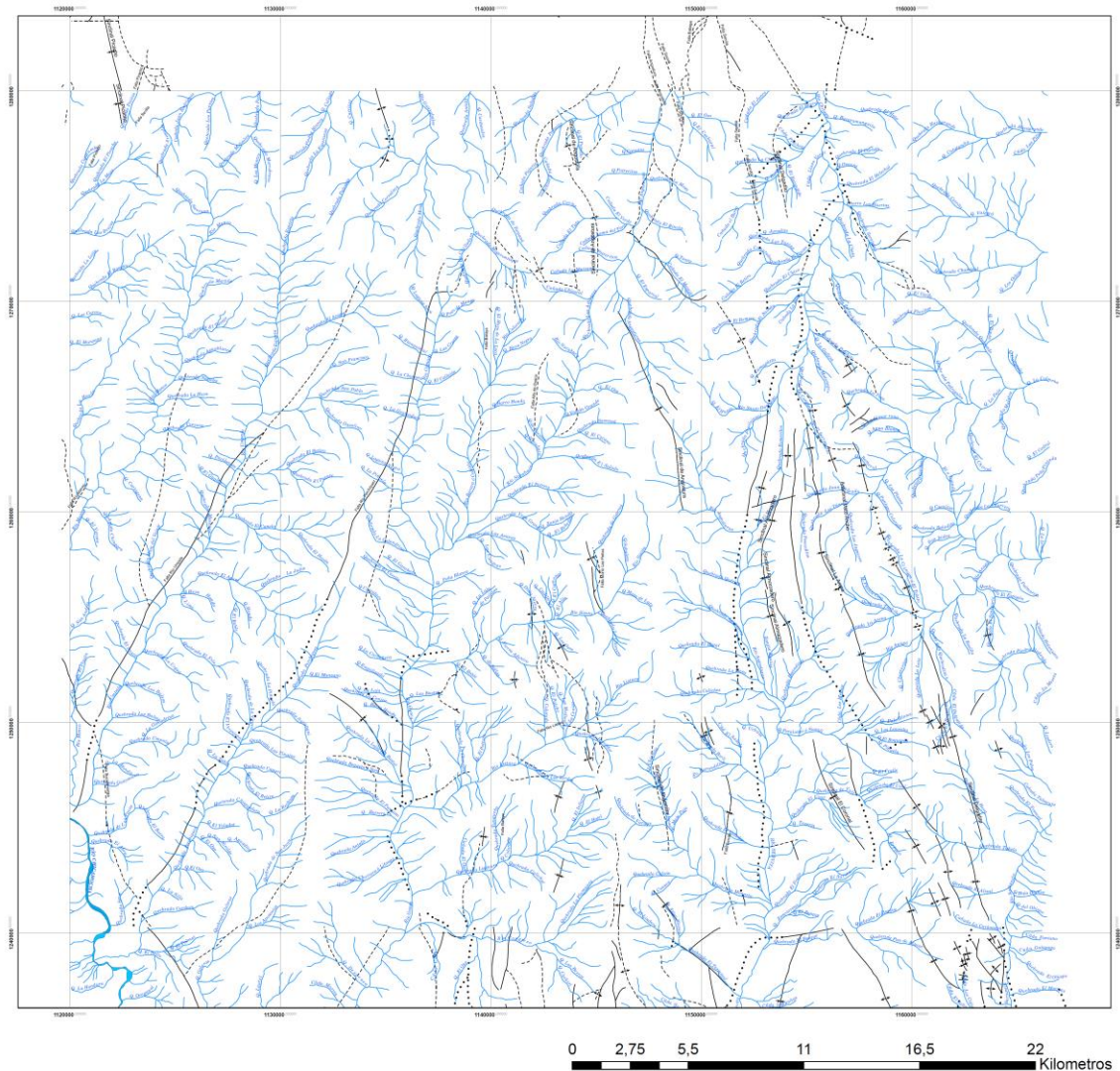
Figura 9. Esquema tectónico de Santander





Tomado de Royero y Clavijo, 2001.

Figura 10. Mapa Fallas y Pliegues Plancha 121 Cerrito, Santander.

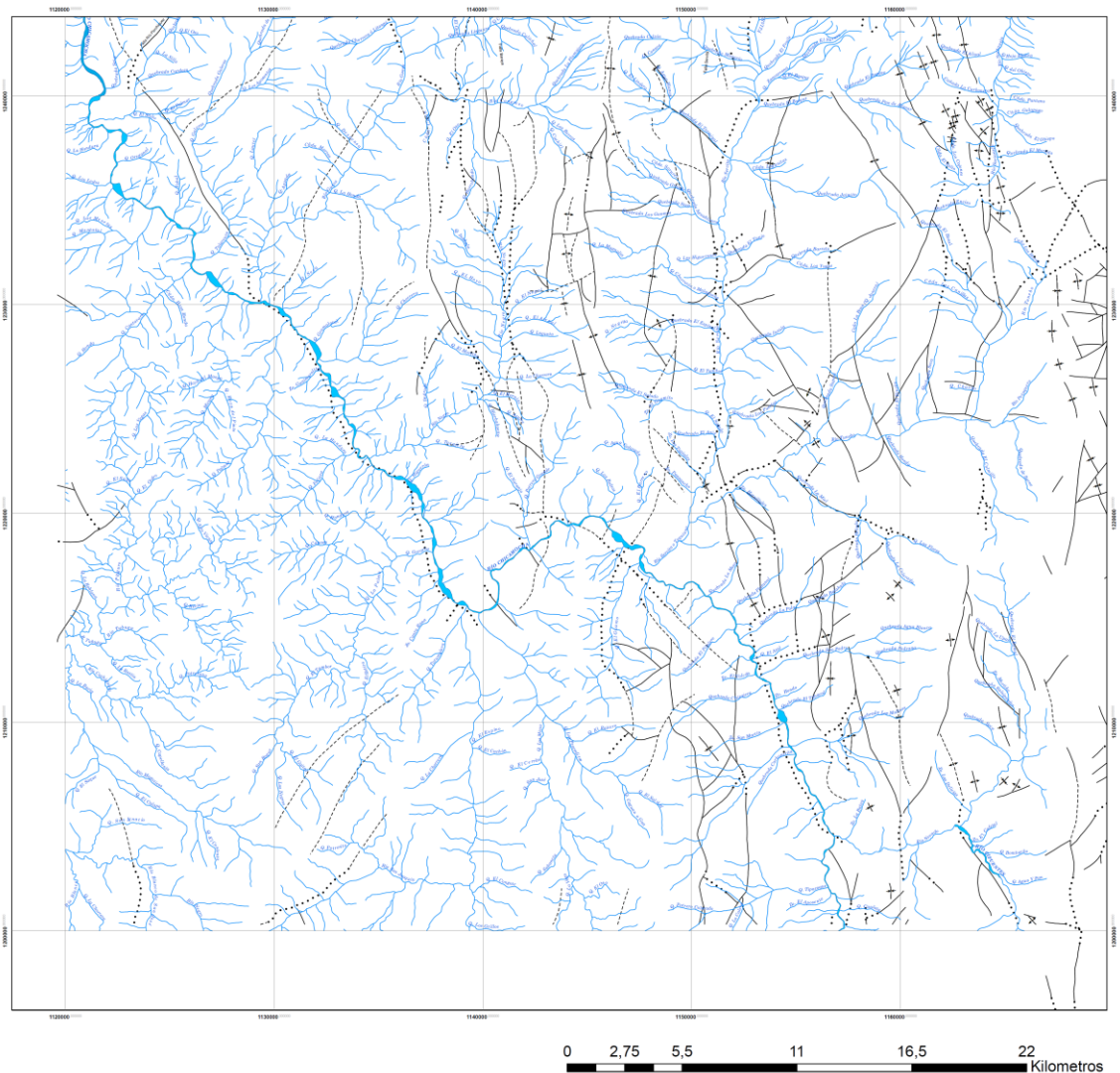


Fuente: Autor.

### 7.3 Falla de Baraya

La falla de Baraya se extiende por más de 44 km en la región oriental del Departamento de Santander y su trazo presenta una dirección N-S; se trata de una falla de tipo normal con inclinación al oriente, la cual enfrenta rocas sedimentarias de edades paleozoicas, jurásicas y cretácicas. También presenta desplazamiento lateral derecho (Royero y Clavijo, 2001).

Figura 11. Mapa Fallas y Pliegues 136 Málaga, Santander.



Fuente: Autor

#### 7.4 Sinclinal del Almorzadero

La estructura se encuentra extendiéndose en la parte oriental del Río Servitá, resalta como una estructura amplia de norte a sur poco estrecha, en su núcleo observamos la Formación Los Cuervos del Paleógeno y en los flancos la Formación Colon y Mito Juan. Su eje alcanza el final en los alrededores del corregimiento La Playa del Municipio de Cerrito (Vargas *et al.*, 1976).



### 7.5 Sinclinal el Coronel

Se definen la estructura como relativamente estrecha, compuesta por rocas del Cretáceo y Paleógeno tomando como flancos la Formación Cretácica Colon-Mito Juan y las formaciones del Paleógeno Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera como núcleo, asociado a una serie de plegamientos hacia el oriente del Río Servita y el Municipio de Cerrito (Vargas *et al.*, 1976).

### 7.6 Anticlinal Vaco Ancho

La estructura se presenta como estrecha, compuesta por rocas del Cretáceo y Paleógeno con inclinaciones hasta de 55° en el flanco oriental de la estructura, las rocas se encuentran de manera invertida con relación a la anterior estructura descrita (Sinclinal El Coronel), el núcleo está comprendido por rocas de la Formación Colon - Mito Juan y desciende hacia los flancos desde las formaciones Barco y Los Cuervos. La estructura se encuentra localizada en la vereda Chorretes del Municipio de Cerrito (Vargas *et al.*, 1976).

### 7.7 Sinclinal Delgadito

La estructura es calificada como la más amplia de las tres (S. Almorzadero y S. El Coronel), donde su núcleo se encuentra constituido por la Formación Mirador y desciende hasta la Formación Colon y Mito Juan en los flancos laterales. Las inclinaciones son en promedio de 35°. Esta se encuentra atravesando el Río Anaga y subparalela a la quebrada Quebraditas.

### 7.8 Falla de Onzaga o Boyacá

La falla es tomada como satélite de la Falla de Bucaramanga; en su parte más norte es apenas un alineamiento del Batolito de Mogotes, pero hacia el sur



---

adquiere importancia sirviendo de límite oeste una franja Cretácica de forma sinclinal que se conserva como retazo interno dentro del macizo.

La fractura presentada por el macizo es generalmente N-S y esta falla tiene claramente igual dirección; su movimiento parece ser muy vertical pues su traza es muy rectilínea. La falla de Onzaga o Boyacá separa el Batolito de Mogotes de la Cuarzomonzonita de Santa Rosita (Vargas *et al.*, 1976).

#### 7.9 Falla de Chaguaca

La falla Chaguaca se presenta con dirección en su parte más septentrional NW – SE cambiando hacia el sur por una dirección NE – SW. Se indicó anteriormente que esta falla podría representar una de las expresiones más meridionales de la Falla Bucaramanga. Hacia el norte se conjuga con la Falla de Onzaga o Boyacá y hacia el sur su identificación dentro del macizo de Floresta es difícil (Vargas *et al.*, 1976).



---

## 8. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es una rama de la geología que analiza las diversas formas que se encuentran sobre la superficie terrestre. Este estudio incluye la interpretación morfogenética, la cual busca conocer el origen de los elementos geológicos y su morfología describiendo aspectos topográficos y geométricos de las diferentes piezas y factores que integran un entorno geológico (Carvajal *et al.*, 2004), clasifican los procesos naturales como procesos morfodinámicos externos (exógenos) e internos (endógenos), los cuales integran un conjunto de sistemas dinámicos que cambian la estructura de los paisajes naturales. El nivel de intensidad con los cuales los agentes encargados de ejecutar estos procesos, actúan sobre la corteza, dan forma a los diversos elementos geológicos sobre la superficie terrestre y conforman un ambiente geológico específico. Dentro de los aspectos que estudia la geomorfología, se encuentran: La morfogénesis (Unidades Geomorfológicas), morfodinámica (movimientos en masa) y morfometría. Para el presente estudio se consideraron los primeros dos elementos de estudio de la geomorfología. (Anexos 2 y 5 Mapas de Unidades Geomorfológicas de las Planchas 121 y 136)

### 8.1 MORFOGÉNESIS

La morfogénesis es la rama de la geomorfología que se basa en conocer el origen e interpretar los elementos geológicos y la morfología asociadas a cada uno de estos, dentro de las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio, se pueden identificar o dividir de la siguiente manera:



---

### 8.1.1 GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL

En la zona de estudio se observan unidades geomorfológicas de origen denudacional del tipo Sierra Residual y Denudada sobresaliendo, representada por sus procesos de formación asociados a meteorización y erosión considerable en sustratos rocosos de las formaciones del Cretácico como Aguardiente, Capacho, Tambor y formaciones del Paleógeno como Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera; resaltando estas unidades geomorfológicas en los Municipios de Chitagá en el corregimiento de Presidente, San Andrés en la vereda La Laja, Alrededores de Mogotes, Cepitá, Molagavita y Covarachia, Boyacá; describiéndose a detalle a continuación:

#### Sierra Residual (Dsr)

Esta unidad se encuentra caracterizada por morfología montañosa y elongada de laderas largas, con forma de la ladera cóncava, presentan pendientes abruptas, donde prevalecen los procesos de meteorización intensa, asociados con suelos residuales con espesores mayores a 3 m.

Unidad asociado a la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, presentando drenajes de tipo sub-dendrítico el cual va en dirección del cauce del Río Guaca; podemos denotar procesos de erosión acentuados de manera de reptaciones en las laderas cuesta abajo, relacionadas con humedad considerable junto con los suelos generados de tipo arcillo-limoso; presentando alturas de 1.600 a 2.500 asociados a la estructura de la geoforma, la vegetación presente dentro de la geoforma cobertura de tipo matorrales con un 75 % contrastándose con pasto de 25 %, donde su mayor área se encuentra sin uso y unas pequeñas zonas hacia la parte menos inclinada en el pie de la geoforma encontramos



---

zonas de ganadería y cultivo asociado a unas pequeñas viviendas del sector del Alto de Guaca.

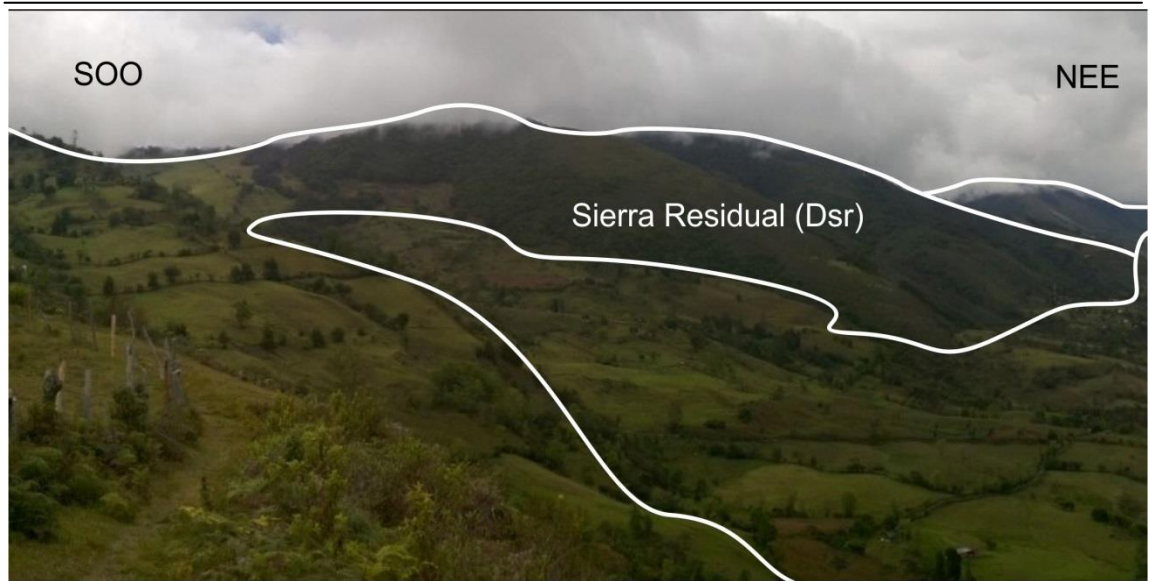
Al mismo tiempo observamos esta unidad geomorfológica en la zona nororiental cerca al corregimiento de Presidente, Norte de Santander; donde las rocas predominantes son de tipo metamórfico entre estos encontramos el Neis de Bucaramanga, Silgara y Floresta. (Figura 12)

#### Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción (Dco)

Esta geoforma se encuentra ligada a conos o lóbulos alomados bajos; se originan por procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos gravitacionales con relación a aguas escorrentías, en suelos saturados y no saturados, están constituidos por bloques y fragmentos de tamaños variados de rocas preexistentes, asociados a una matriz arcillo-limosa; su distribución se encuentra sobre el centro de la Plancha con algunas zonas hacia el borde este donde se encuentran los alrededores del corregimiento Casa Blanca en los alrededores de Concepción y cerca de los límites de Cerrito – Presidente en la vereda de Lanogrande, en relación con laderas de rasgos estructurales.

Figura 12. Vista NNO. Sierra residual, donde observamos la Formación Floresta con pendientes superiores a los 30° y la morfología de los drenajes asociados a esta geoforma los cuales desembocan en el cauce del Río Guaca, km 3 cerca al Municipio de Guaca hacia San Andrés , Santander.





Fuente: Autor.

#### Montículos y Ondulaciones Denudacionales (Dmo)

Prominencias topográficas bajas de formas circulares y cimas redondeadas con laderas irregulares suavemente inclinadas y con drenajes divergentes; estas formas deben su origen a procesos degradacionales intensos sobre rocas blandas o friables dispuestas de manera horizontal o ligeramente inclinadas.

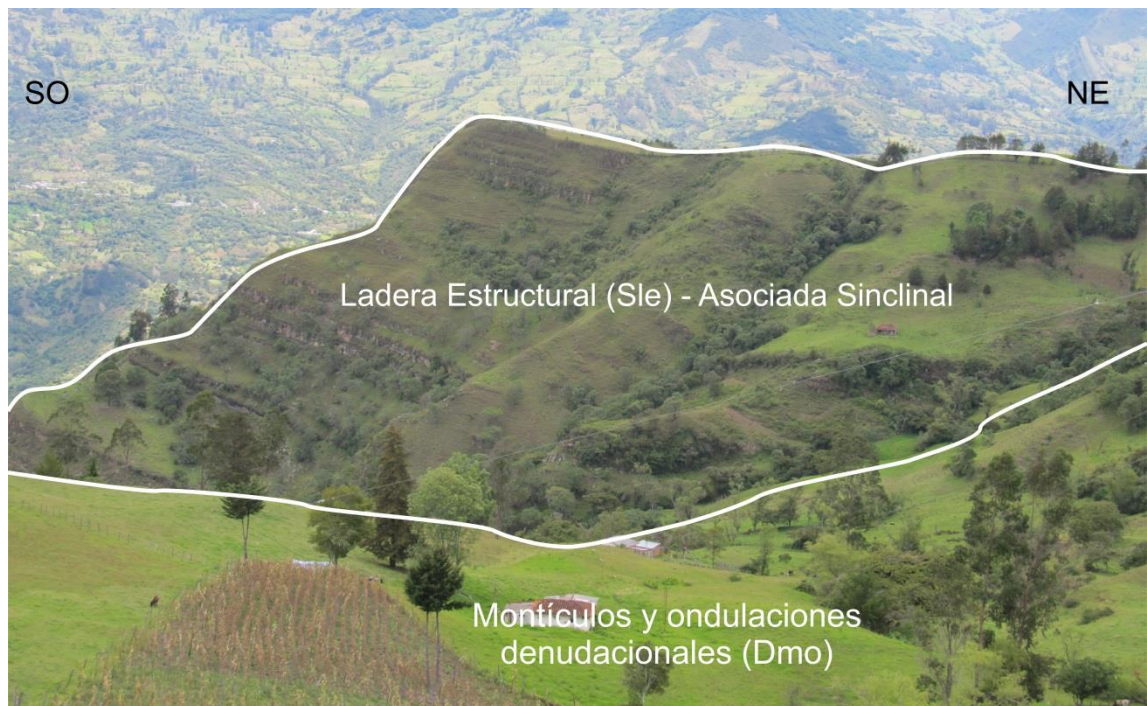
Los procesos de meteorización y erosión en la zona se asocian principalmente a la humedad presente la cual altera las superficies y genera depresiones dentro de la zona, creando superficies redondeadas semicirculares y provocando unos tonos grisáceos debidos al porcentaje de materia orgánica del suelo. Los procesos de remoción en masa en la actualidad no influyen de manera impactante en la zona por su cobertura y uso del suelo el cual ayuda a generar una estabilidad y resistencia al movimiento (figura 13).

#### Loma Denudada (Dld)

Prominencias topográficas con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, de morfología alomada y elongada, con relieve relativo baja, de laderas cortas, de forma convexa, cuyas pendientes son muy inclinadas; relacionado con los límites del Municipio de Concepción.

Esta unidad se definió con base en fotointerpretación de imágenes Landsat, mapa de sombras, Google Earth, mapa de pendientes, así como el análisis de la variable suelos para esta zona.

Figura 13. Vista NO. Montículo y Ondulaciones denudacionales en la Formación Rio Negro, acompañados de laderas estructurales asociados a la estructura del sinclinal El Coronel; estos presentan pendientes suaves y formas onduladas, a su vez observamos una cobertura de tipo pasto y su principal uso es de ganadería. Concepción, Santander.



Fuente: Autor.



---

#### Cono de Deslizamiento indiferenciado (Ddi)

Conos y lóbulos de tierra o roca de morfología baja. Sus principales características morfológicas son pendientes cóncavas y convexas, nichos semicirculares, pendientes escalonados, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambio súbito de pendiente; generados por procesos de Movimientos en masa ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante. Además existen procesos de socavación lateral ejercidos por el drenaje superficial contribuyendo a los procesos de inestabilidad.

Se observan procesos de erosión considerables asociados a los procesos de movimientos en masa presente en la zona, los cuales transportan material fino, arrastrándolos hacia la quebrada, generando en el agua una tonalidad oscura y amarillenta; el patrón de drenaje es subdendrítico sobre la zona de la vía Cerrito–Concepción. Esta geoforma está distribuida sobre las cotas 2.300 a 2.400 m.s.n.m. En la vía Cerrito–Chitagá se expone otro deslizamiento indiferenciado en la cota 2.500 a 2.600 m.s.n.m., y se evidencia reptación del terreno y escarpes de remoción en masa. Descansando sobre estructuras del Paleógeno sobre el sinclinal de Delgadito, conformado por las formaciones Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera. (Figura 14)

#### Sierra denudada (Dsd)

Prominencias topográficas de morfología montañosa y elongada de laderas largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión o de movimientos en masa acentuados. Su origen se asocia a procesos de erosión acentuada en sustrato rocoso homogéneo ígneo. Debido a la amplia distribución de rocas de origen ígneo



dentro de la Plancha, observamos una buena cobertura de esta geoforma en el área, marcándose en la parte superior en los alrededores de Santa Bárbara Santander y Baraya Norte de Santander.

Esta unidad se definió con base en fotointerpretación de imágenes Landsat, mapa de sombras, Google Earth, mapa de pendientes, así como el análisis de la variable suelos para esta zona.

Figura 14. Vista NNE. Cono de deslizamiento indiferenciado, en la Formación Barco donde su principal cobertura es de tipo pasto y se encuentra asociada principalmente con suelo de tipo detrítico de tonalidades amarillentas parduzcas, km 7 vía Cerrito–Chitagá, Santander.



Fuente: Autor.



---

### Loma(s) Residual(es) (Dlor o Dlores)

Prominencias topográficas con altura menor a 200 m sobre el nivel base local, morfología alomada y elongada, con relieve relativo bajo, de laderas cortas, de forma convexa. Las pendientes son abruptas a muy abruptas, constituidas de suelos residuales con espesores superiores a 3 m; su origen está asociado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Dentro de la zona observamos deslizamientos rotacionales de magnitudes bajas, los cuales están asociados a material detrítico de tonalidades amarillentas algo parduzcas asociada al grado de meteorización; las principales rocas expuestas en la zona son las formaciones Floresta, Río Negro, Tibú – Mercedes, Aguardiente y el Ortoneis. (Figura 15)

Figura 15. Vista SO. Lomas Residuales, en la Formación Rio Negro donde sus pendientes son menores a 20°, con formas de ladera irregular, debido a la presencia de algunos montículos convexo dentro de la ladera, su cobertura está comprendida por pastos y matorrales. San José de Miranda, Santander



Fuente: Autor.

#### Planicie colinada residual (Dpcr)

Áreas extensas y planas a suavemente inclinadas con morfología colinada a ondulada; con laderas cortas de forma recta a convexas, de pendientes abruptas, asociadas a rocas duras, asociadas a antiguas superficies de erosión; con presencia de suelos residuales de espesores superiores a 5 metros; son producto de la erosión intensa que afectó diferencialmente a los macizos rocosos intensamente fracturados y meteorizados. Suelos superiores a 5 m. asociado a una pequeña franja en la parte superior de la Plancha hacia el contacto con norte de Santander zona de Baraya, las unidades geológicas sobre las que descansan son las formaciones Silgará y Floresta.

#### Planicie colinada Denuada (Dpcd)



Superficies erosivas suavemente onduladas de paisaje colinada, con índice de relieve muy bajo, desarrolla pendientes muy inclinadas, con laderas cortas de forma cóncava. Son producto de la erosión intensa que afectó diferencialmente a los macizos rocosos intensamente fracturados y meteorizados; suelos con espesores de 1 a 3 m distribuido en una pequeña franja en la parte noreste hacia límites con Norte de Santander, zona de Baraya sobre la quebrada Mogorontoque con extensiones bastante considerables.

### 8.1.2 GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL

La zona de estudio presenta unidades geomorfológicas de origen fluvial asociadas a cauces o Ríos que poseen grandes volúmenes de agua o que en épocas anteriores han tenido grandes caudales, estas unidades están asociadas a depósitos recientes de origen aluvial y terrazas; se concentran en las áreas de los Ríos Chicamocha, Servita, Guaca y Perchiquez dentro de los Municipios de Capitanejo, San Joaquín, Cepitá, San Andrés, Guaca, Cerrito, Málaga, Concepción y Enciso; las unidades geomorfológicas que conforman este ambiente son:

#### Abanico Fluviotorrencial (Faa)

Caracterizado por ser una superficie en forma de cono, de laderas cóncavo convexas, de dimensiones kilométricas de morfología plana, aterrizada, formados donde una corriente desemboca en una zona plana; su origen está asociado a procesos de acumulación torrencial y fluvial en forma radial.



Los depósitos aluviales se acumulan radialmente desde el ápice del abanico localizado en la salida de la corriente de las montañas; los procesos de remoción en masa no se ven asociados a esta geoforma debido a la intensidad erosiva a la cual se debe su formación, asociados a depósitos aluviales de edades cuaternarias sobre el margen oriental del Río Chicamocha en el cabezal del Municipio de Capitanejo, donde observamos la Falla de Chicamocha la cual se encuentra muy relacionada con la Falla de Bucaramanga. (Figura 16)

### Cauce Aluvial (Fca)

Unidad geomorfológica de canal con forma irregular excavado por corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y sedimentos aluviales y que dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, persisten por grandes distancias.

Cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V que tienen control estructural por fallas o diaclasas. Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. Dada la resistencia de las rocas, es muy raro que estos cauces sean meándricos, a excepción cuando fluyen sobre estratos de roca horizontales.

Esta unidad se identifica en los lechos del Río Guaca y algunas afluentes de éste que pasa por los Municipios de Santa Bárbara, Guaca, San Andrés, Concepción y Cerrito donde el cauce de las corrientes mencionadas entallan el





---

macizo rocoso de las formaciones Silgará, Floresta y la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara presentando control litológico, estrechando y ensanchando sus valles de montaña definiendo en algunos casos cauces rectos, a veces trezado en tramos cortos y formando barras de lecho y canales que se entrecruzan; también se relaciona con los Ríos principales que riegan el área conformada por la Plancha 136 Málaga, entre los cuales encontramos el Río Chicamocha y una afluente muy importante que es el Río Servita, el cual lleva consigo la Falla de Bucaramanga en su mayoría de trayectoria.

#### Plano o Llanura de Inundación (Fpi)

Franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos.

En regiones montañosas donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal se presentan como superficies estrechas, alargadas y profundas que se caracterizan por una red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad.

Figura 16. Vista NNO. Abanico Fluviotorrencial, en depósitos aluviales donde se localiza el Municipio de Capitanejo. Presenta pendientes entre  $8^{\circ}$  y  $14^{\circ}$  aproximadamente, resaltando un material detrítico acompañado de material tipo suelo, de tonos amarillentos pálidos, con algunas gravas. Vía Capitanejo–Covarachía, Boyacá.



Fuente: Autor.

Algunas veces de esta superficie sobresalen pequeñas colinas producto de la erosión y acumulación de sedimentos. Estas unidades también se pueden presentar controladas principalmente por estructuras sinclinales.



---

La constituyen sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial. Se encuentran en los alrededores del Municipio de Mogotes, donde su extensión es considerable y aumentando su área hacia la parte oeste.

#### Terrazas de Acumulación (Fta)

Plano elongado de morfología plana a suavemente ondulada y modelada sobre sedimentos aluviales, que se presentan en forma pareada a lo largo del cauce de un río al cual limitan por escarpes de diferente altura; su origen está relacionado con procesos de erosión y acumulación aluvial dentro en antiguas llanuras de inundación, por donde fluye una corriente.

La formación de estas terrazas incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden hacer parte de cauces rectos o meándricos, siendo los primeros muchas veces asociados a control estructural. Se constituyen de gravas arenas, limos y arcillas, cuyo tamaño va disminuyendo a medida que se aleja del cauce del río.

Esta unidad se encuentra sobre los cauces del Río Guaca, Servitá y la quebrada Perchiquez, en las cuales su material predominante es de tipo aluvial

con algunos fragmentos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias como agregados en la estructura de los depósitos.

Localizada en el Municipio de Mogotes sobre la zona de viviendas; presentando litológicamente hablando un depósito de cono de deyección, el cual se encuentra reposando sobre la Cuarzomonzonita del Jurásico. (Figuras 17 y 18)

Figura 17. Vista NO. Terraza de acumulación, en depósitos aluviales donde resaltan sus bajas pendientes acompañadas de una forma de ladera llana o rectilínea, con presencia de algunas ondulaciones. Se encuentran en el Municipio de Mogotes, donde el material principal es de tonalidad amarillenta grisácea de tipo detrítico, con presencia de suelo inferior a 3 m. Mogotes, Santander.



Fuente: Autor.

Terraza de acumulación antigua (Ftan)

Franja alomada de varios kilómetros de extensión, en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas moderadamente largas, con formas



cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de “V” amplia que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20°.

La mayoría de las veces están colgadas, inclinadas y discordantes sobre rocas antiguas. Hacen parte de la antigua llanura de inundación y de abanicos aluviales que fueron basculados y sometidos a procesos denudativos intensos que dejaron una morfología alomada, de formas lobuladas y localmente cóncava. Su origen está asociado a la existencia de abanicos y planicies aluviales antiguas, muy disectadas y localmente tectonizadas. Compuestas por gravas, arenas y arcillas. Pequeña extensión en la parte superior de la Plancha; esta unidad se encuentra cerca a la quebrada Palencia en los límites del Municipio de Baraya Norte de Santander.

Figura 18. Vista NNE. Terraza de acumulación sobre el Río Servitá, en depósitos aluviales donde su principal cobertura es de tipo pasto y se encuentra asociada principalmente con suelo de tipo detrítico de tonalidades amarillentas parduzcas, se puede observar un deslizamiento rotacional en la parte inferior de la fotografía km 7 vía Cerrito–Chitagá, Santander.



Fuente: Autor.

### 8.1.3 GEOFORMAS DE ORIGEN MORFOESTRUCTURAL

Corresponde a las unidades generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamiento y fallamiento; las unidades geomorfológicas sobresaliente son laderas estructurales y contrapendiente de Sierras Sinclinales y Anticlinales, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural relacionadas al plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación; definidas dentro de los Municipios de Piedecuesta, Santa Bárbara, Guaca, San Andrés, Cerrito, Concepción, Carcasi, Enciso, Macaravita, San José de Miranda y San Joaquín; se diferencian con mayor detalle las siguientes unidades:

#### Ladera Estructural (Sle)



---

Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) paralelos al sentido de la inclinación del terreno. Pueden presentarse de longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a escarpadas; en esta unidad geomorfológica la información estructural no permite establecer una asociación con alguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, homoclinal, monoclinal, entre otros).

Asociadas a rocas sedimentarias de tamaños medios a finos intercalados dándole variaciones a la forma de la ladera; presenta coberturas de pastos con mayor porcentaje de 50–60% y cobertura del tipo matorrales con porcentajes de 30–40%, presentando algunas pequeñas áreas bien distribuidas donde no se encuentra una cobertura y se observa el tipo de material con tonalidades amarillentas parduzcas; dentro de las alturas encontramos un nivel base de 2.200 m y altura aproximada de hasta 250 m.



---

La red hídrica presente dentro de esta geoforma es de tipo sub-dendrítico asociado a la quebrada Angostura con desvíos en su dirección de cauce debidas a los procesos de socavación de talud en los costados, generando algunas zonas de mayor erosión, los cuales dan una apariencia meandriforme al cauce de segundo orden, el cual recorre por la parte central de toda la estructura de ladera, asociadas a estos procesos observamos material con meteorización considerable y con tamaños de tipo arena mayoritariamente de grano medio a grueso. (Figura 19)

#### Berma de Fallamiento (Sbf)

Escalón aterrazado y alargado de morfología alomada o colinada, limitado por escarpes de línea de falla de longitud muy corta de formas convexas e inclinación abrupta. Su origen se relaciona con escalonamiento diferencial por fallamiento.

Figura 19. Vista SSE. Ladera estructural en la Formación Paja donde la presencia de un cauce asociado a una quebrada (llanura de inundación), pero por sus dimensiones no es influyente geomorfológicamente, se observan algunas zonas de cultivos asociados a las pendientes aproximadamente de 35°, km 16 vía San Andrés–Cerrito,



Santander.



Fuente: Autor.

Presentándose cerca a la vereda La Mesa donde su principal afluente es el Río Angostura sobre la Formación Floresta, donde predominan limolitas y filitas grisáceas.

Esta unidad se definió con base en fotointerpretación de imágenes Landsat, mapa de sombras, Google Earth, mapa de pendientes, así como el análisis de la variable suelos para esta zona.

Ladera Escalonada (Sles)

Ladera estructural, con estratos en forma de escalón, cuyas pendientes varían entre muy inclinados a escarpados y dispuestos a favor o en contra de la pendiente del terreno, de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta, irregular a escalonada, separada por escarpes abruptos de menor

CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA.



---

longitud como consecuencia de la incisión de los drenajes o por el fracturamiento perpendicular al buzamiento de los niveles litológicos donde se concentran procesos de erosión diferencial.

En la zona de estudio en el área de la aguada están conformadas por capas de arenisca de grano medio a grueso, bien consolidadas, de color gris parduzco y amarillo claro, las cuales son originarias de las formaciones Paleógenas de Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera.

La unidad geomorfológica presenta una alto porcentaje de área sin cobertura hasta 60% y 30% en matorrales, altura 3100 m.s.n.m. Dentro de esta área encontramos procesos de socavación de talud asociado al cauce que cruza la zona donde el material predominante es detrítico de tonalidades amarillentas grisáceas, a su vez encontramos deslizamientos traslacionales los cuales presentan pendientes considerables y extensiones cortas, asociados a su vez con material detrítico de tonos amarillentos grisáceos. (Figura 20)

Figura 20. Vista NE. Ladera estructural escalonada, en la Formación Barco donde se pueden observar las pendientes escarpadas asociadas a intercalaciones de rocas duras y blandas mayoritariamente areniscas, donde en su parte izquierda presenta un pequeño deslizamiento de detritos– km 22 vía Cerrito–Presidente, Norte de Santander.



Fuente: Autor.

#### Ladera de Contrapendiente Sierra Sinclinal (Ssslc)

Ladera de sierra sinclinal generalmente denudada, definida por la disposición de los estratos inclinados en contra de la pendiente del terreno, de longitud corta a moderadamente larga y de formas convexas a irregulares escalonadas con pendientes abruptas a escarpadas; son producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas a intermedias, con predominio de drenajes dendríticos a subparalelo asociados a la formación de barrancas profundas.

En la zona de estudio, la cobertura consiste en pastos, rastrojos y matorrales, con áreas desprotegidas aflorando areniscas, lodolitas y arcillolitas, de color gris oscuro a claro a amarillo; su composición litológica de rocas duras intercaladas con rocas blandas; los procesos que predominan en esta unidad son de meteorización intensa afectados por erosión diferencial.



---

El patrón de drenaje es subdendrítico a subparalelo. Las alturas diferenciales respecto a su nivel base es aproximadamente de 150 a 300 m. Tomada sobre el área de Tres Esquinas en la vía San Andrés –Cerrito, sobre rocas cretáceas de las formaciones Tablazo y Capacho. (Figuras 21 y 22)

Escarpe de línea de falla (Slfe):

Escarpe cuya ladera es corta, de pendiente abrupto, cóncavo, originado por erosión acentuada a lo largo de una línea de falla definida, por el truncamiento de estructuras topográficas y geológicas. Asociado a la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara de origen Jurásico, en relación a la Falla de Baraya.

Esta unidad se definió con base en fotointerpretación de imágenes Landsat, mapa de sombras, Google Earth, mapa de pendientes, así como el análisis de la variable suelos para esta zona.

Figura 21. Vista SE. Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (S. de Angostura), se pueden observar las intercalaciones de rocas duras y blandas de la Formación Tablazo, las cuales se encuentran marcando de manera opuesta de la pendiente, la pendiente es considerable y escarpada km 8 vía San Andrés–Cerrito, Santander.



Fuente: Autor.

Figura 22. Vista NE. Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (S. de Almorzadero), donde se puede observar en las zonas base de la geoforma en la Formación Aguardiente, un deslizamiento indiferenciado, asociado a material detrítico de tonalidades amarillentas pardas. km 7 vía Cerrito–Concepción, Santander.



CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA.



---

Fuente: Autor.

#### Ladera de Contrapendiente de Cuesta (Sc1c)

Ladera de cuesta estructural generalmente denudada, con estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, de longitud muy corta a corta, de formas cóncava o convexa y con pendientes escarpadas; se constituye de intercalaciones de rocas duras a intermedias de origen ígneo o metamórfico, con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo localmente denso, asociado con procesos coluviales y con desarrollo local de suelos residuales delgados, que presentan procesos de reptación. Encontramos estas unidades sobre rocas de las formaciones Silgará, Floresta y Cuarzomonzonita de Santa Bárbara en las veredas El Arbolito, El Alto de los límites de Santa Bárbara, Guaca y San Andrés; y la vereda Corralitos en los alrededores de Baraya.

#### Ladera Estructural de Cuesta (Sc1e)

Ladera de cuesta estructural generalmente denudada, con estratos dispuestos en favor de la pendiente del terreno (10°-25°), de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta a irregular, con pendientes inclinadas a muy inclinadas. Se constituye de rocas intermedias a duras con desarrollo local de suelos residuales delgados, que presentan procesos locales de reptación y desarrollo de drenajes subparalelo espaciado.

En el área abarca rocas de las formaciones Silgará, Floresta y Cuarzomonzonita de Santa Bárbara en las veredas El Manzano, El Retiro de los límites de Piedecuesta, Guaca y San Andrés; y la vereda Mena en los alrededores de Baraya, el cual se encuentra relacionado con procesos de erosión antiguos generados en pendientes bajas a suaves; las coberturas

sobresalientes dentro de la zona es de tipo pasto y algunos matorrales distribuidos por toda la unidad, el uso del suelo es relacionado con su baja pendiente lo cual genera zona llana o semi-llana donde se encuentra ubicado el Municipio de Guaca y a sus alrededores, área explotada en actividades de ganadería y agricultura; el patrón de drenaje es subdendrítico distribuido en las vertientes del Río Guaca. Dentro de la zona existen procesos de erosión, reptación o flujo lento del suelo. (Figura 23)

Figura 23. Vista NNO. Ladera estructural de cuesta, en la Formación Tambor donde se puede observar su baja pendiente asociada a material detrítico, el cual presenta unas zonas de ganadería y agricultura a sus alrededores Municipio de Guaca, Santander.



Fuente: Autor.

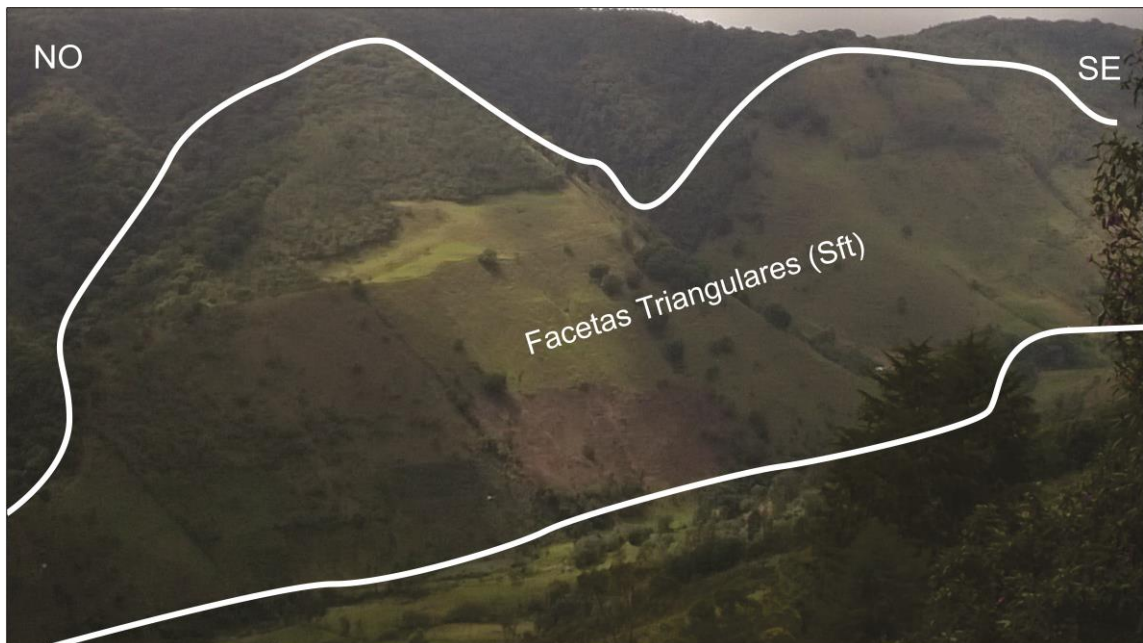
#### Faceta Triangular (Sft)

Superficie planar abrupta, recta con una geometría en planta triangular o trapezoidal (base amplia y angosta hacia arriba), cuyo origen se debe al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral de relieves estructurales o interfluvios por procesos de fallamiento y erosión diferencial posterior.

En el área de estudio, el drenaje secundario está controlado por las estructuras generando un patrón de drenaje subparalelo asociado al fallamiento presente

en el valle del Río Guaca; el uso del suelo corresponde a pastos y cultivos encontrados sobre el Alto de Guaca, sobre rocas de la Formación Floresta del Devónico. (Figura 24)

Figura 24. Vista NE. Facetas triangulares Falla ramificada de un afluente del Río Guaca en la Formación Tambor, obsérvese las pendientes escarpadas y de longitud corta de la geoforma, km 4 vía alto de Guaca, Santander.



Fuente: Autor.

### Espinazo (Se)

Sierra simétrica elongada de crestas agudas a redondeadas y morfología colinada o alomada, definida por intercalación de estratos de roca de diferente consistencia, dispuestos en la ladera estructural en un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones labrados por la escorrentía, gracias a su diferente resistencia.





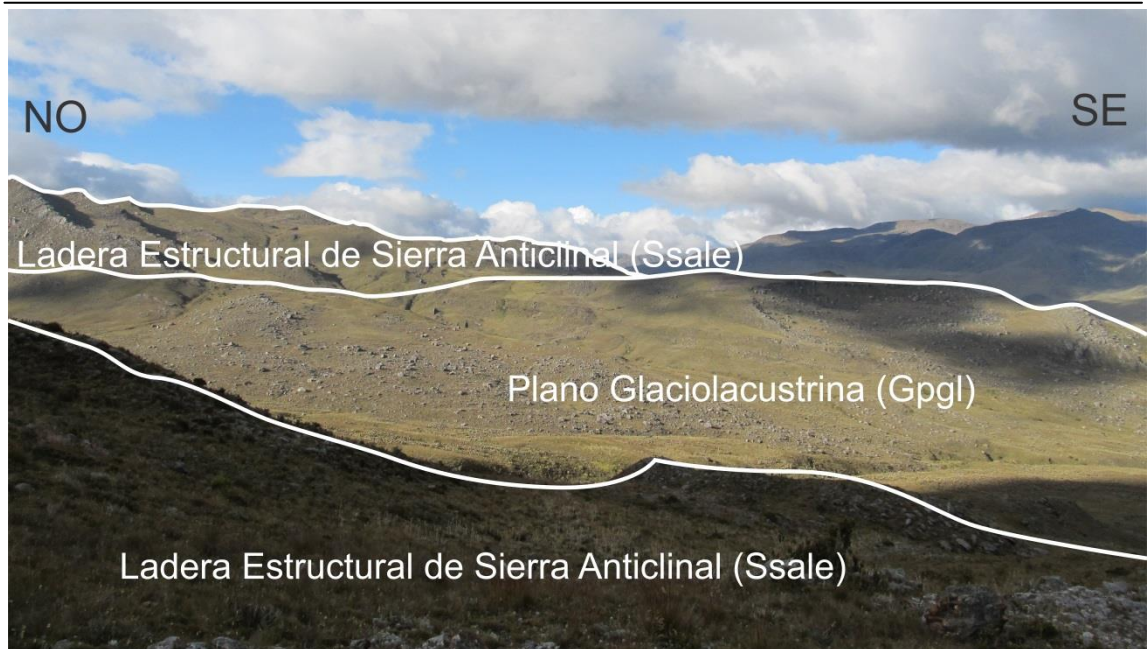
Presentando simetría en sus flancos con inclinaciones entre 20° y 45° y asimétrica con inclinaciones entre 21° y 45°. Se presenta como un conjunto de cerros alineados y elongados afectados por erosión diferencial de rocas resistentes y blandas y por disección acentuada; esta unidad geomorfológica se encuentra definida sobre la vereda El Cardón cerca de la quebrada el Troncal, en los límites surorientales de la Plancha 121 Cerrito.

Ladera Estructural de sierra anticlinal (Ssale):

Ladera de sierra anticlinal generalmente desnuda, con estratos inclinados en favor de la pendiente, de longitudes cortas, de formas convexas a rectas y con pendientes inclinadas a muy abruptas; asociada a las formaciones Mirador y Los Cuervos del Paleógeno, en relación a la estructura muy estrecha del Anticlinal Vaco Ancho, alrededores de la escuela El Volcán.

Esta unidad se definió con base en fotointerpretación de imágenes Landsat, mapa de sombras, Google Earth, mapa de pendientes, así como el análisis de la variable suelos para esta zona. (Figura 25).

Figura 25. Vista NE. Ladera Estructural de Sierra Anticlinal (A. Vaco Ancho), en la Formación Carbonera con extensiones amplias y mostrando pendientes de ladera superiores a 28°, encontramos valles intermedios asociados a escorrentía, donde la principal cobertura es de tipo pasto y algunos matorrales asociados a las grandes alturas de piso frío-páramo. Vía Cerrito-Concepción-Carcasí, Santander.



Fuente: Autor.

#### Espolón Faceteado (Sefc)

Saliente natural que corresponde a procesos de plegamiento, fallamiento y erosión diferencial sobre rocas de distinta competencia. Es producto de fallamiento inverso y de rumbo que generan truncamientos a manera de facetas triangulares; la forma predominante es colinada con laderas de pendiente inclinada a abrupta. Esta unidad abarca parte del Neis de Bucaramanga y la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara delimitada por el cauce del río Umpalá.

#### Sierra sinclinal (Sss):

Sierra de morfología colinada, amplia en forma de artesa elevada formada en el eje de un sinclinal. La disposición actual obedece a procesos denudativos diferenciales que han desmantelado los flancos de la estructura, invirtiendo el relieve original, dejando la artesa como una prominencia topográfica limitada por laderas de contrapendiente.



Esta Unidad geomorfológica se distribuye al este de la Plancha 121 en la vereda La Angostura, reposando sobre el núcleo de la estructura sinclinal con el mismo nombre de la localidad (Angostura), se encuentra mayoritariamente sobre la Formación Aguardiente conformada por areniscas del Cretácico.

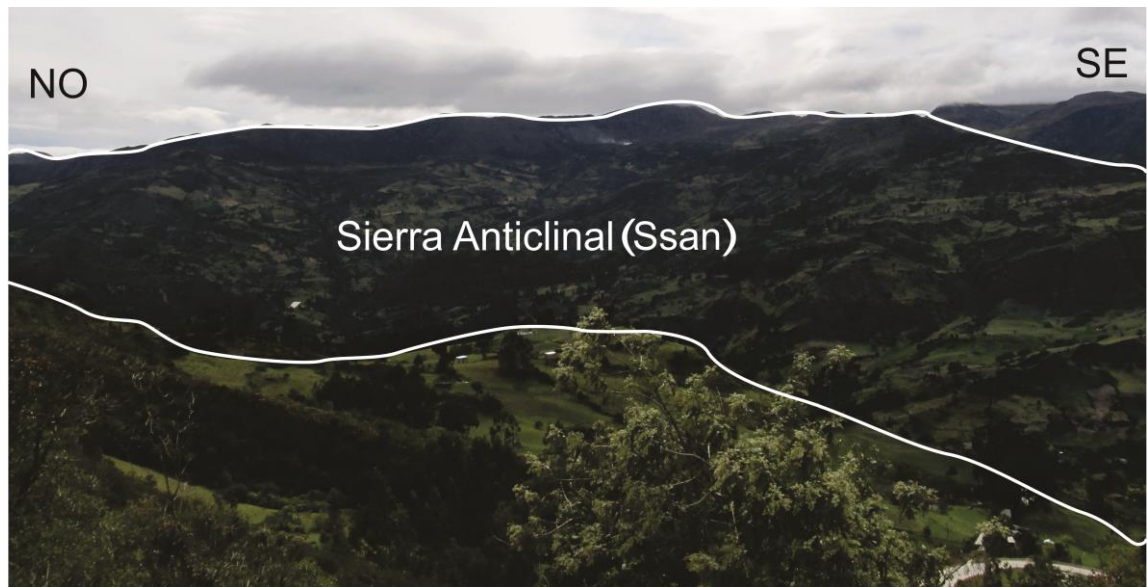
### Sierra Anticlinal (Ssan)

Sierra elongada de morfología colinada a alomada de cimas o crestas agudas o redondeadas, que siguen el eje anticlinal formado por el arqueamiento o combadura de los estratos o capas que se inclinan divergentemente a partir de su eje. Conforman laderas estructurales inclinadas a muy abruptas, rectas o convexas y de longitudes largas; el área en general presenta una cobertura de rastrojo, matorrales y pastos. El patrón de drenaje es dendrítico generado por intercalaciones de rocas sedimentarias duras y blandas. Los procesos de inestabilidad están asociados al lecho de la corriente principal, donde por socavación lateral genera pequeños deslizamientos.

Esta unidad se encuentra caracterizada sobre la zona de El Volcán en el Municipio de Cerrito y en los alrededores de Concepción al margen occidental del Río Servitá. (Figura 26)

Figura 26. Vista NE. Sierra anticlinal al oeste del Municipio de Cerrito, observándose de esta forma la dimensión de la estructura y las pendientes asociadas a rocas de la

Formación Aguardiente, además podemos ver la densidad del drenaje la cual se asocia al cauce principal del valle, km 7 vía Cerrito–Chitagá, Santander.



Fuente: Autor.

#### Espolón (Ses)

Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, se encuentra limitado por drenajes subparalelos. Es resultado de la alternancia de capas duras y blandas con predominio de estas últimas las cuales se disponen perpendicularmente a la estructura mayor; esta unidad se encuentra sobre la vereda San Pedro del Municipio de Guaca en el margen occidental de la quebrada Perchiquez y de la falla Baraya, la cual es una ramificación de la Falla Bucaramanga sobre la Formación Floresta y la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara; a su vez podemos encontrar esta geoforma en los alrededores de Casa vieja y la Loma entre los Municipios de Cerrito y Guaca.

#### Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)



Ladera de sierra homoclinal generalmente denudada, definida por la inclinación de los estratos en favor de la pendiente, de longitud moderada, de formas rectas con pendientes escarpadas; esta unidad se encuentra constituida por rocas intermedias a duras de las formaciones Jurásicas Girón y Jordán en el flanco oriental del sinclinal de Angostura, en los alrededores de la vereda El Palo; desarrollando a su vez suelos residuales delgados y asociados localmente con procesos denudacionales acentuados y desarrollo de tierras malas.

Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle):

Ladera de sierra sinclinal generalmente denudada, definida por estratos inclinados en favor de la pendiente del terreno, conformando una artesa; de longitud corta, con forma cóncava y pendientes inclinadas a abruptas; Unidad asociado a la Formación Aguardiente de areniscas duras y finas del Cretáceo; formaciones Mirador y Los Cuervos del paleógeno, en relación a la estructura del Sinclinal Angostura.

#### 8.1.4 GEOFORMAS DE ORIGEN GLACIAR

Corresponde a las unidades cuya expresión morfológica esta o fue establecida por la erosión intensa ocasionada por el movimiento de grandes masas de hielo en zonas de alta montaña durante la épocas glaciales, o igualmente por la acción del enfriamiento intermitente y saturación de sedimentos en zonas periglaciales, encontramos a las unidades del tipo laderas glaciadas de sierra homoclinal definida en las áreas de mayores alturas en el Municipio de Cerrito en contacto con el Departamento de Norte de Santander; definidas sobre rocas de Jurásicas de la Formación Girón y formaciones del Paleógeno de Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera; tales eventos esculpieron el sustrato rocoso de



---

origen estructural preexistente y además generaron grandes cantidades de sedimento, acumulados en las laderas adyacentes.

#### Morrena de fondo (Gmf)

Montículos de forma alomada localizados en el fondo de los valles glaciales, constituidos en general de fragmentos de roca angulares dispuestos caóticamente en matriz arcillosa o arenosa muy compacta; esta unidad se relaciona con la deposición de grandes masas de sedimento, producto del transporte y acumulación por la masa de hielo y particularmente por la acción de corrientes fluviales producto de deshielos, ya sea durante la época de glaciación o una vez terminados los eventos estadales.

Esta unidad geomorfológica se ubica en los alrededores de la vereda El Mortino, la cual posee una litología Jurásico de la Formación Girón, sobre el flanco oriental del Sinclinal de Angostura.

#### Conos glaciofluviales (Gcgf)

Conos de longitud corta, de laderas rectas-convexas y muy inclinadas constituidas de bloques angulares de varios metros de arista, en matriz constituida de arcilla con bloques de tamaños decimétricos y localmente paleosuelos negros; su origen está asociado a corrientes torrenciales producto de deshielo de la parte más distal de una masa glacial; los abanicos glaciofluviales son coalescentes, algunas presentan disección longitudinal en asocio de escarpes en forma de "V".



---

La unidad geomorfológica se define conforme a su ubicación en la vereda Santo Domingo en el Municipio de Cerrito, cerca de Mesa Colorado al occidente del cauce del Río Santo Domingo, reposando sobre rocas del Jurásico de la Formación Girón.

#### Circo glacial y de nivación (Gc)

Paredes cóncavas semicirculares de longitudes cortas, escarpadas de concavidades o depresiones someras formadas por socavación debida a la acción erosiva de escarcha o nieve en zonas de influencia glacial y periglacial respectivamente; mientras los primeros se forman o se formaron por retro excavación rotacional de la masa de hielo, los segundos se originan por procesos de congelamiento y deshielo de la masa rocosa que produce depresiones por despegue y extracción de partículas (plucking), acumuladas luego ladera abajo por procesos de gelifracción; la unidad se encuentran en la parte alta de las paredes de valles glaciales, y asociados con valles colgantes menores.

Esta unidad se distribuye al nororiente hacia límites con el departamento de Norte de Santander, corregimiento de Presidente, sobre rocas del Paleógeno de las formaciones Mirador y Carbonera.

#### Espolón estructural glaciado (Gee)

Salientes simétricas agudas de morfología alomada y laderas cortas, de formas rectas y muy inclinadas, formadas por Planchas estructurales que limitan valles en forma de "U", cuyo origen obedece a procesos erosivos glaciales; hacia la parte alta localmente se presentan aristas y circos glaciales.



---

Representada en sus mayores magnitudes en los alrededores de la vereda El Mortiño, cerca de la quebrada El Espartal, aflorando concordantemente rocas Jurásicas como la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara y La Formación Girón.

#### Ladera contrapendiente sierra anticlinal glaciada (Gsalc)

Laderas de longitudes cortas a extremadamente largas, de forma convexa a cóncava hacia su base de pendientes abruptas a escarpadas, sus capas se encuentran dispuestas en sentido opuesto a la pendiente de las laderas; su origen se asocia al desmantelamiento por erosión glacial y periglacial de los estratos blandos de la cima dejando localmente depresiones de exaración, circos glaciales y de nivación manifiesta como concavidades poco desarrolladas.

Esta unidad se encuentra caracterizada en el Municipio de Cerrito, en el corregimiento de Romero, delimitada por la quebrada que lleva el mismo nombre de la localidad, compuesta por rocas Jurásicas de la Formación Girón. (Figura 27)

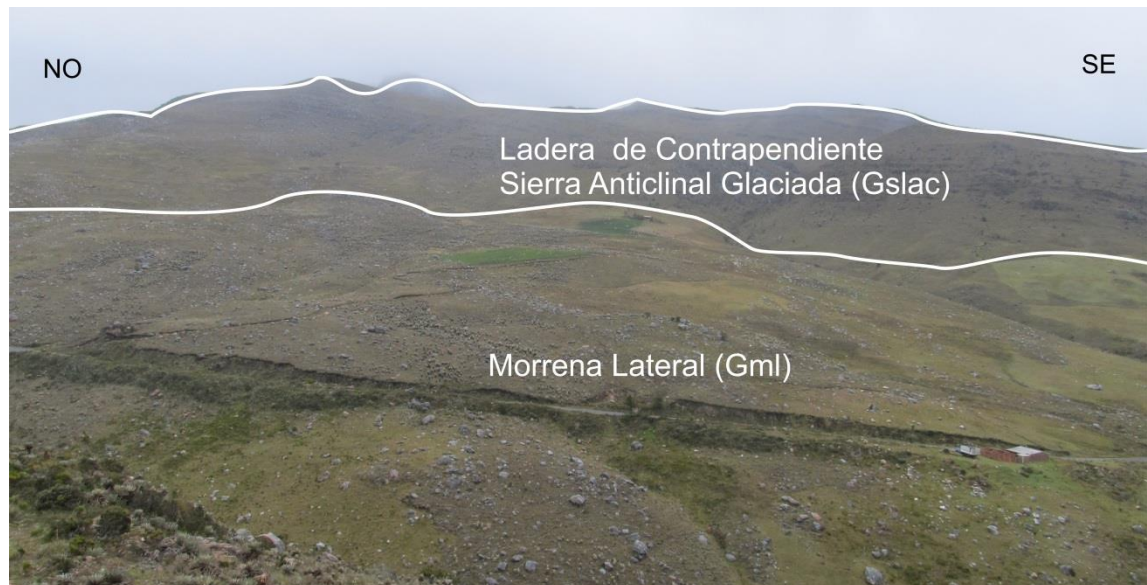
#### Laguna Glacial (Glg)

Cuerpos de agua en zonas montañosas glaciadas, principalmente en la base o piso de los circos glaciales. Se incluyen igualmente los lagos formados en planicies glacio-lacustrinas, la fracción sólida suele estar constituida por materiales finos arcillosos. Se incluyen los lagos formados en la parte trasera de morrenas terminales de recesión y localmente en planos glaciolacustrinos.



Esta unidad geomorfológica se encuentra caracterizada en el Municipio de Cerrito, en el corregimiento de Romero, delimitada por la quebrada que lleva el mismo nombre de la localidad (Romero), compuesta por rocas Jurásicas de la Formación Girón y en una localidad cercana conocida como El Mortiño observamos una pequeña laguna con el mismo nombre del corregimiento (Mortiño).

Figura 27. Vista NE. Ladera contrapendiente sierra anticlinal glaciada y morrena lateral, en la Formación Carbonera donde las pendientes son inclinadas a muy inclinadas sin superar los 20°, la vegetación es de tipo pasto de piso frío – páramo. Vía Cerrito–Concepción, Santander. km 14 vía Cerrito–Concepción, Santander.



Fuente: Autor.

Ladera estructural de sierra anticlinal glaciada (Gsale)

Laderas de longitudes cortas a extremadamente largas, de formas convexas a rectas y con pendientes abruptas a muy abruptas cuyas capas se encuentran dispuestas en el mismo sentido de la pendiente; se constituyen de rocas competentes afectadas por procesos de gelifracción y extracción (plucking); en



---

estas unidades son comunes las depresiones de exaración, localmente desarrolladas a circos de nivación y glaciales.

Esta unidad se encuentra caracterizada en el Municipio de Cerrito, en el corregimiento de Romero, delimitada al norte de la quebrada que lleva el mismo nombre de la localidad, compuesta por rocas Jurásicas de la Formación Girón.

Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada (Gshle)

Laderas definidas por la inclinación de los estratos en el mismo sentido de la pendiente con rangos que varían desde abruptas a muy escarpadas, de longitud moderada de morfologías convexas y superficies aborregadas; la unidad presenta crestas agudas (aristas glaciales), y delimita valles glaciales en forma de "U".

Esta Unidad se define dentro de los límites de la vereda La Bolsa al norte del Río Santo Domingo, encontramos rocas Jurásicas de la Formación Girón, dentro del Municipio de Cerrito al norte del mismo.

Ladera contrapendiente de sierra homoclinal glaciada (Gshlc)

Laderas definidas por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, de longitud moderada, de formas irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas asociadas localmente a depresiones de nivación y circos glaciales. Presentan crestas agudas (aristas glaciales) y localmente valles del mismo origen, transversales lo que le da una apariencia irregular en perfil. Es característica la morfología irregular en formas de "U" de las aristas glaciales.



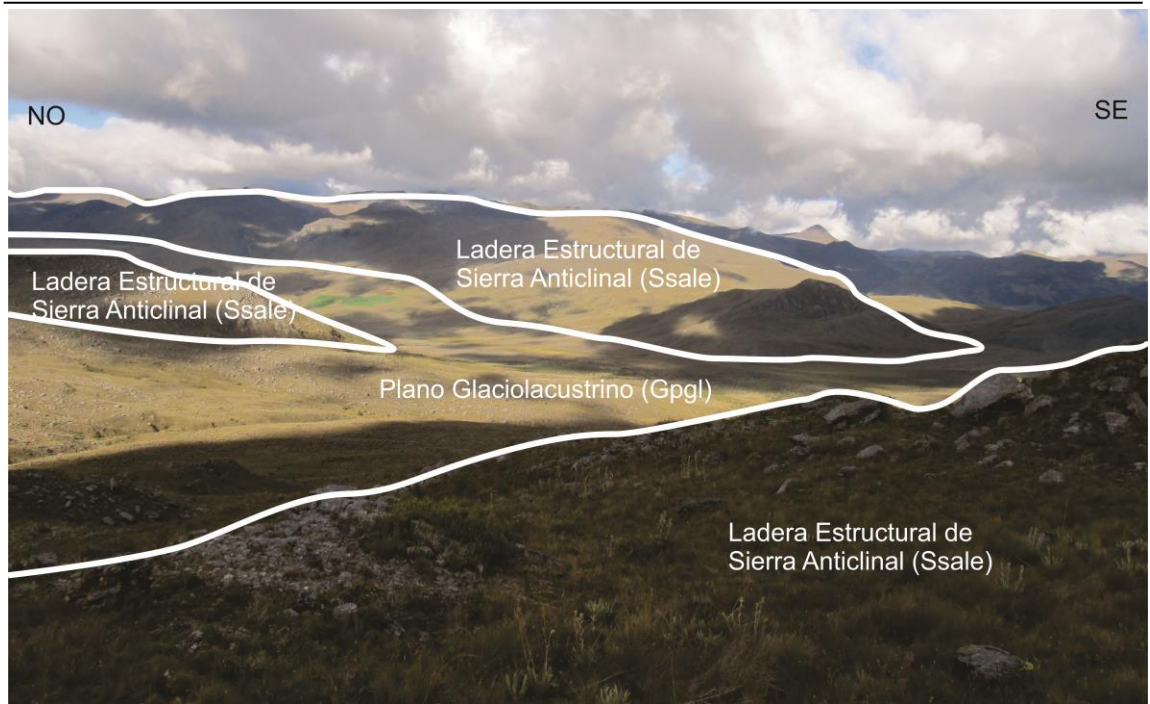
Esta unidad geomorfológica se define dentro de los límites de la vereda La Bolsa al norte del Río Santo Domingo, encontramos rocas Jurásicas de la Formación Girón, dentro del Municipio de Cerrito al norte del mismo.

#### Plano Glaciolacustrina (Gpgl)

Es un plano o ladera de suave pendiente, formadas por deposición de sedimentos en lagos y zonas marginales a un glaciar, se constituyen de materiales finos (limos y arcillas), y localmente arenas y gravas traídas por aguas descongeladas, se encuentran relacionadas con lagunas y zonas pantanosas de origen glaciar, donde predominan los procesos de acumulación y transporte glaciar, los procesos de movimientos en masa no son comunes debido a las pendientes presentes que presentan resistencias considerables al movimiento, con ayuda con la cobertura vegetal.

Considerando su ubicación muy cerca al Municipio de Carcasi, esta unidad geomorfológica es caracterizada por rocas del Paleógeno de la Formación Los Cuervos y una pequeña parte de Barco, su extensión es inferior a 8 km<sup>2</sup> y muy pobre dentro del área de estudio. (Figura 28)

Figura 28. Vista NE. Plano Glaciolacustrino, en la Formación Los Cuervos donde presenta pendientes suaves con formas onduladas, con presencia de bloques errantes de tamaños inferiores a 1 m. Además presenta un valle en u, asociado a movimientos glaciares. Concepción, Santander.



Fuente: Autor.

## 8.2 MORFODINÁMICA

La morfodinámica es la rama de la geomorfología que se basa en definir las condiciones geomorfológicas en la actualidad, esta rama es esencial para analizar la ocurrencia de diferentes tipos de movimientos en masa, estas condiciones son sometidas a cambios de factores como meteorización junto con todos los procesos que contribuyen a la degradación y reducción de los relieves en las diferentes formas de erosión; dentro de los diferentes tipos de movimientos en masa presentes en el área de estudio, se pueden identificar o dividir de la siguiente manera:

Deslizamiento traslacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. Estos  
CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE  
AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA.



movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre esta (Cruden y Varnes, 1996).

Este tipo de deslizamiento se encuentra distribuido mayoritariamente en rocas sedimentarias, encima de los planos de estratificaciones a favor de la pendiente del terreno, haciendo favorable la generación de estos deslizamientos; asociados con rocas de las formaciones Cretácicas de Tambor y Tablazo dentro de los Municipios de Cerrito, Cepitá y San Andrés; estos deslizamientos pueden presenciarse igualmente en rocas Cretáceas de las formaciones Capacho y Tibu-mercedes, en las áreas aledañas a los Municipios de Capitanejo, San José de Miranda y Macaravita.

El deslizamiento se encuentra dentro de la vereda Caracolí del Municipio de San Andrés con dimensiones aproximadas de 150 m de ancho por 70 m de alto con respecto a la vía, presentando movimiento de material de suelo tipo detritos con tonos amarillentos parduzcos, en la franja inferior se presentan rastros del paso de la maquinaria por taponamiento de la vía en época de lluvia. (Figura 29)

El área de cobertura del movimiento se extiende hasta áreas debajo de la vía, donde el paso del material altera y deforma la superficie; el movimiento es avanzado y se encuentra ensanchándose a los costados acumulando material sobre la vía en un área más amplia. (Figura 30)

Figura 29. Deslizamiento Traslacional sobre rocas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, debido a la reciente remoción de material por la retro-excavadora es difícil observar el plano del deslizamiento, presentando una dirección del movimiento SW traspasando el costado de la Vía San Andrés – Cepita.



Fuente: Autor.

Figura 30. Deslizamiento traslacional en rocas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, donde el material alterado se encuentra en la superficie inferior de la Vía San Andrés – Cepitá.



Fuente: Autor.

Deslizamiento rotacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado (Figura 32) y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (Proyecto Multinacional Andino, 2007).



Este tipo de deslizamiento comprende rocas sedimentarias e ígneas dentro del área de estudio, generando planos de falla cóncavos u ondulados con mayor profundidad de material deslizante, el material deslizado pocas veces altera o deforma superficies aledañas por su corto avance; asociados con rocas del Devónico de la Formación Floresta y Jurásicas de la Formación Jordán, La Cuarzomonzonita de Santa Bárbara-Rosada y la Cuarzomonzonita-Granito cerca de los Municipios de Cepitá Guaca y Santa Bárbara; en rocas sedimentarias de las formaciones Paleógenas de Los Cuervos y Carbonera en los Municipios de Cerrito, Carcasi, Enciso, Macaravita y San Andrés. (Figura 31)

Figura 31. Deslizamiento rotacional asociado a rocas sedimentarias del Devónico de la Formación Floresta compuesta por meta sedimentitas (Filitas) grisáceas Vía Bucaramanga- Guaca, Vereda el Termino (Guaca).





Fuente: Autor.

Figura 32. Deslizamiento rotacional en rocas Jurásicas de Jordán donde se evidencia la generación del escarpe principal pronunciado muy representativo de este tipo de deslizamiento sobre la vereda Cupaga, San Andrés.



Fuente: Autor.

Caída de roca: Es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978).

Este tipo de movimiento se puede observar en material competente de roca fracturada o diaclasada con inclinaciones del terreno muy escarpadas; asociados con rocas del Jurásico de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara-Rosada dentro del Municipio de Santa Bárbara; estos movimientos pueden



presenciarse igualmente en rocas Cretáceas de las Formación Aguardiente y La Formación Barco del Paleógeno cerca a los Municipios de Enciso y Capitanejo. (Figura 33)

Figura 33. Caída de rocas entrada principal del Municipio de Santa Bárbara en rocas bastante diaclasadas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara.



Fuente: Autor.

Caída de tierras: Es un tipo de movimiento en masa en el cual suelo de tipo tierra se desprende de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae

desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978).

Este movimiento se encuentra principalmente sobre depósitos recientes de zonas de terrazas, donde las pendientes son muy escarpadas debido a las intervenciones del cauce, las áreas poseen alturas semejantes con respecto al nivel base, en el área de estudio se define sobre depósitos aluviales del Río Chicamocha en los alrededores del Municipio de Capitanejo. (Figura 34 y 35)

Figura 34. Caída de tierras en los bordes de las terrazas bajas en depósitos aluviales del cuaternario cerca al río Chicamocha en los alrededores del Municipio de Capitanejo.



Fuente: Autor.

Figura 35. Caída de tierras vista detallada del escarpe y la ubicación sobre el Río Chicamocha en depósitos aluviales del cuaternario, Capitanejo.



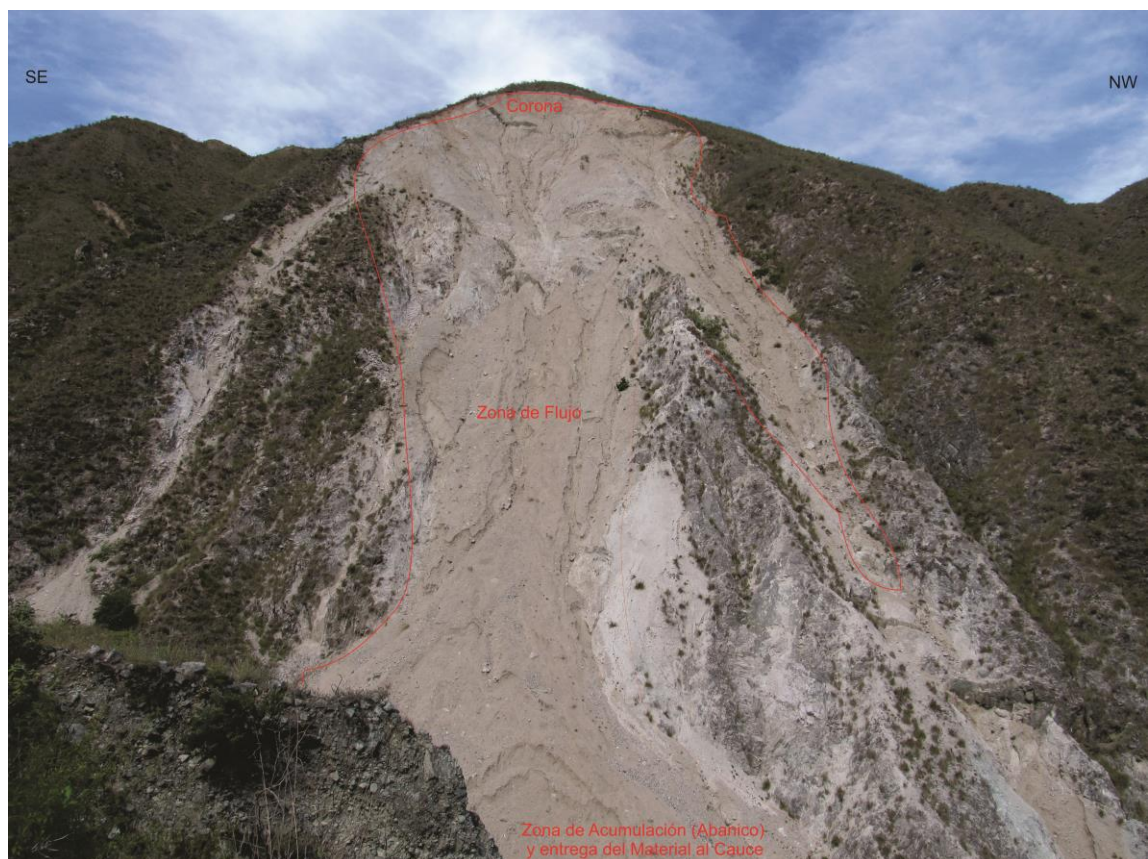
Fuente: Autor.

Flujo de detritos: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Estos flujos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Este tipo de flujo se compone dentro de material muy meteorizado, donde la capa de suelo se encuentra bien definida, los movimientos son extremadamente rápidos y se asocian a un deslizamiento previo, el cual genera una acumulación

considerable de material no consolidado; este material junto con grandes cantidades de agua saturada, procede a desbordarse hacia un canal o afluente, teniendo previamente una acumulación de material sobre el área más distal del flujo con una forma de abanico; encontramos este tipo de movimiento sobre rocas del Jurásico del Granito de Pescadero-Rosado y la Cuarzomonzonita-Granito en el Municipio de Cepitá y alrededores del Río Chicamocha en este Municipio. (Figura 36)

Figura 36. Flujo de detritos generados a partir de una acumulación previa de material asociada a un deslizamiento rotacional sobre la corona y una zona de acumulación de material más grueso en la zona de pie de la ladera en rocas de las Cuarzomonzonita de Santa Bárbara, Cepitá.



Fuente: Autor.



---

Flujo de tierra: Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (Hungry *et al.*, 2001). Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto (Hutchinson, 1998).

Este movimiento se compone de material no consolidado de tipo tierra, encontrándose sobre rocas, presentando un frente en forma de abanico; el material de mayores tamaños se asocia al frente del movimiento sobre el área más distal de este; los depósitos aluviales y de terrazas son los más involucrados a estos flujos, debido a su alto componente de material suelto; principalmente estos movimientos se encuentran cerca al Río Chicamocha en los alrededores del Municipio de Cepitá. (Figura 37 y 38)

Figura 37. Flujo de tierras desbordándose sobre el cauce del río Chicamocha generando un abanico de acumulación de material más grueso en zona distal en depósitos aluviales del cuaternario, Cepitá.



Fuente: Autor.

Figura 38. Flujo de tierras con mayor detalle observándose el cambio longitudinal hacia la zona más lejana del flujo sobre los depósitos aluviales del cuaternario, Cepitá.





Fuente: Autor.

Avalancha de detritos: Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo. Relacionado con la ausencia de canalización de estos movimientos, está el hecho de que presenta un menor grado de saturación que los flujos de detritos, y que no tienen un ordenamiento de la granulometría del material en sentido longitudinal, ni tampoco un frente de material grueso en la zona distal (Hungar *et al.*, 2001).

Este tipo de flujo se presenta sobre material suelto de tonalidades grisáceas, particularmente se observan vestigios de deslizamientos preexistentes sobre la corona los cuales son contribuyentes esenciales en la generación de este tipo de movimientos; se define en rocas ígneas del Jurásico de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara-Rosada; en los Municipios de Santa Bárbara, Piedecuesta y Cepitá. La naturaleza hace del movimiento una distribución avanzada desde la zona de despegue hasta su área más distal; estos movimientos no se encuentran en zonas de cauces o afluentes lo que genera una acumulación de material en el pie del talud y poca remoción del mismo. (Figura 39)

Figura 39. Avalancha de detritos de tonos grisáceos claros de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara al costado de la Vía que comunica Piedecuesta con Santa Bárbara-Guaca, Vereda el Roble – Piedecuesta.



Fuente: Autor.



---

## 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 9.1 RECORRIDO DE CAMPO

El recorrido se realizó con la ayuda de los mapas Geológicos de las Planchas 121 de Cerrito y 136 de Málaga del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y las Planchas Cartográficas de la 121 Cerrito y 136 Málaga del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Partiendo de estos mapas tanto el Geológico como el Cartográfico, se lograron identificar las áreas de mayor interés para este proyecto.

En primer lugar se llevó a cabo la búsqueda de los lugares comprometidos con movimientos en masa en el área de estudio, con esto se localizaron e identificaron las zonas con presencia de movimientos que cumplieran con los parámetros convenidos con el SGC. (Anexos 3 y 6 mapas de Recorridos)

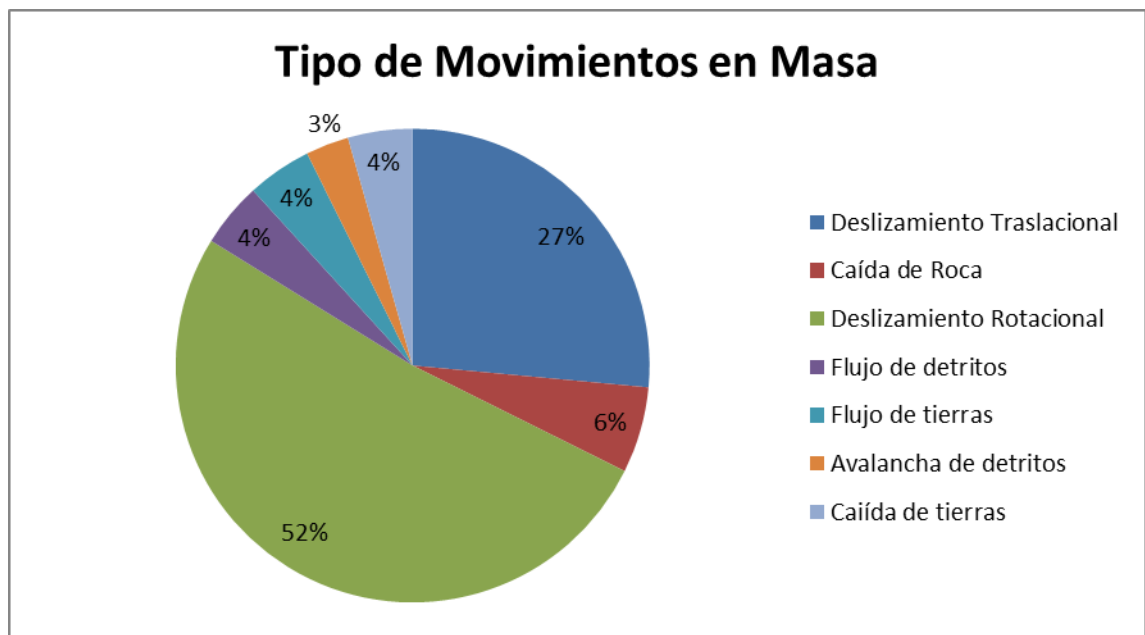
### 9.2 TIPOS DE MOVIMIENTOS

Podemos definir los principales movimientos en masa con características distintivas de flujos rápidos sobre material suelto, deslizamientos rotacionales generados por capas de suelo considerables que generan superficies cóncavas



de falla, deslizamientos traslacionales sobre planos de estratificación en rocas sedimentarias y algunas caídas de material muy fracturado. Esto nos ayuda a realizar una estadística sobre las características de los tipos de movimientos presentes en el área de estudio y cuál de ellos es generado con mayor frecuencia. (Figura 40)

Figura 40. Frecuencia de los tipos de movimientos en masa dentro del área de estudio.

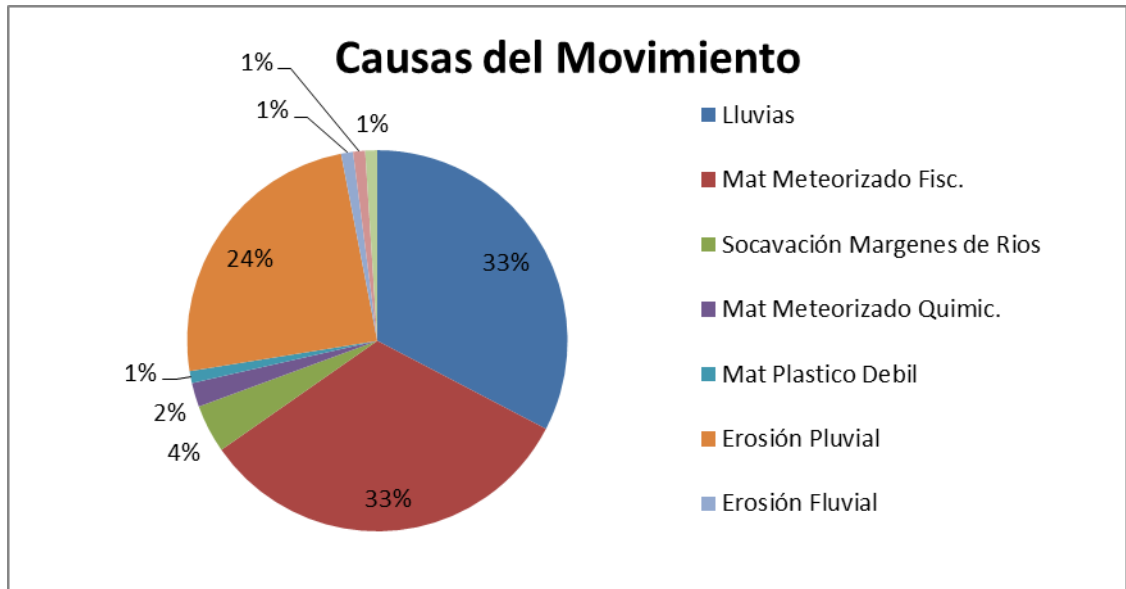


Fuente: Autor.

El movimiento con mayor frecuencia dentro del área de estudio es el deslizamiento rotacional, esto definido por los altos volúmenes de suelo generado en las rocas de la región, los cuales causan zonas cóncavas de falla de profundidad considerable; indicando al mismo tiempo los principales contribuyentes dentro de la zona como la presencia de aguas lluvias (escorrentía) y erosión pluvial; el inherente mejor denotado es el material meteorizado físicamente y como el detonante principal la época u oleada

invernal, donde se han registrado el mayor número de incidentes con presencia de movimientos en masa, en relación con saturaciones de material no consolidado en toda el área de estudio. (Figura 41)

Figura 41. Los factores característicos de los diferentes movimientos en masa presentes en el área de estudio.



Fuente: Autor.

### 9.3 GEOMORFOLOGIA

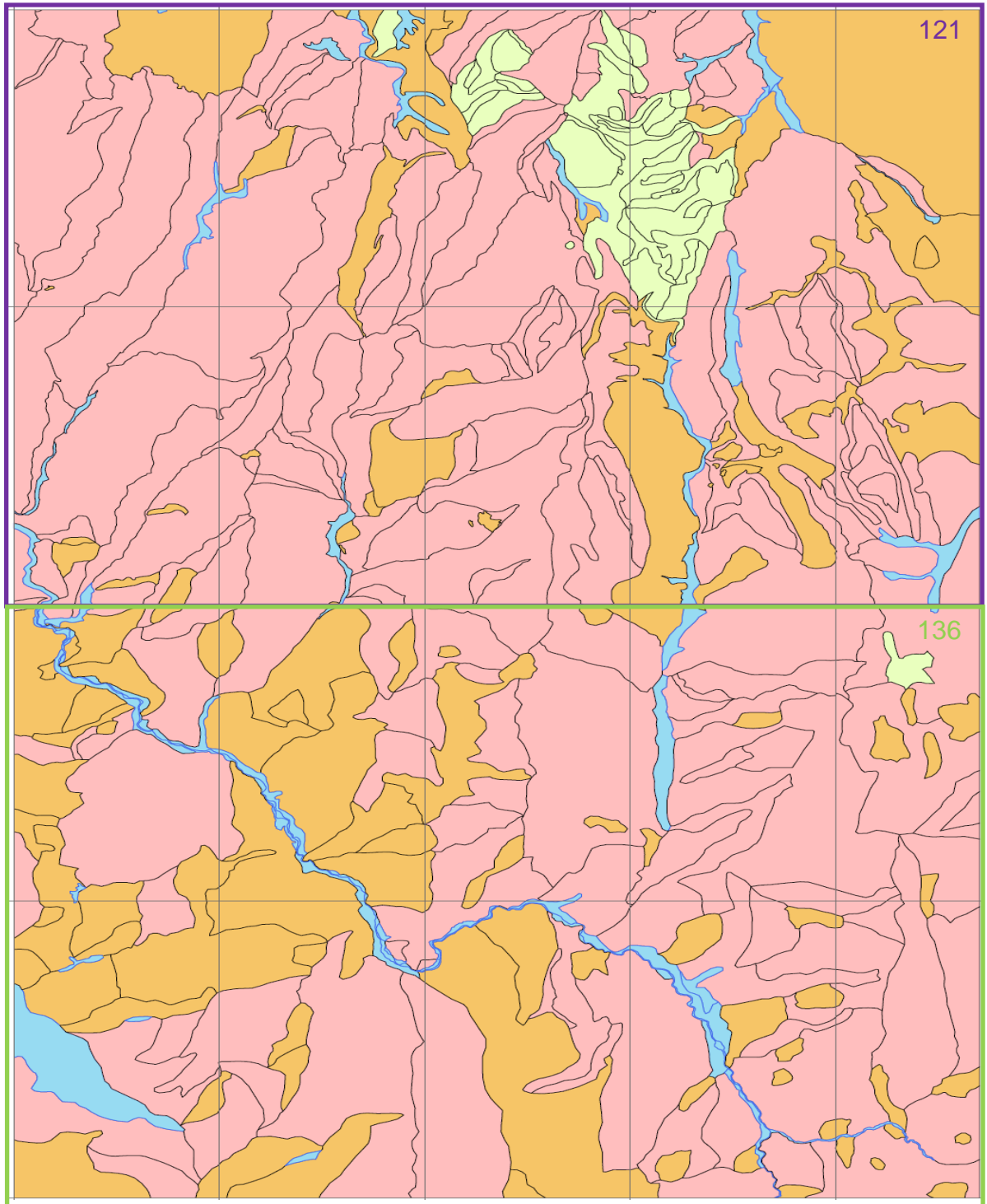
La interpretación morfogenética de las unidades Geomorfológicas, establecida bajo los parámetros del SGC de factores a tener en cuenta como drenajes, topografía, geología, pendientes, mapa de sombras y cobertura; fueron esenciales para generar el mapa de Geomorfología (Anexos 2 y 5 Mapas Geomorfológicos Planchas 121 y 136). En ellos se identificaron los diferentes ambientes de formación de las unidades y se analizaron como afectan las



---

principales estructuras a las unidades geomorfológicas y la influencia que tienen los diferentes movimientos en masa. (Figura 42 y 43)

Figura 42. Mapa Ambientes Geomorfológicos del Área de Estudio.



Fuente: Autor.



Figura 43. Convenciones Mapa Ambientes Geomorfológicos del Área de Estudio.

## Unidades Geomorfológicas

### Ambiente

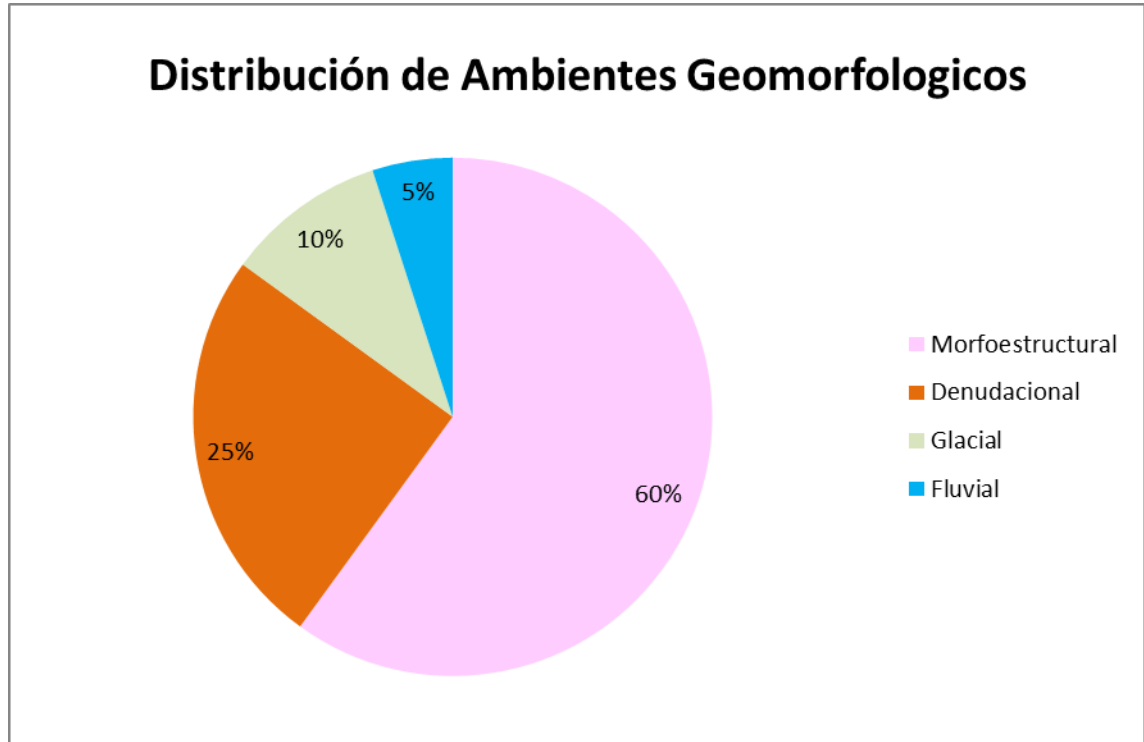
	ANTROPOGÉNICO
	CÁRSTICO
	DENUDACIONAL
	ESTRUCTURAL
	EÓLICO
	FLUVIAL
	GLACIAL
	MARINO
	VOLCÁNICO

Fuente: Autor.

El ambiente geomorfológico con mayor frecuencia dentro del área de estudio conformada por las Planchas 121 Cerrito y 136 Málaga con porcentajes por encima del 60% el ambiente Morfoestructural, seguido por el Denudacional con 25% sobre el área total, el ambiente Glacial alcanzando un 10% del área de cobertura y con menor influencia el ambiente Fluvial con 5% aproximadamente. Algunos de los ambientes en las convenciones no se encuentran presentes dentro del área de estudio como es el caso de los ambientes Eólico, Marino, Volcánico, Antropogénico y Cárstico. (Figura 44)



Figura 44. Distribución de los diferentes ambientes sobre el área de estudio.



Fuente: Autor.

Las litologías con mayor presencia de deslizamientos están definidas en rocas sedimentarias de las formaciones Floresta (metasedimentitas), Jordán, Girón, Aguardiente, Barco, Los Cuervos, Mirador, Carbonera; rocas ígneas de la Cuarzomonzonita de Santa Bárbara- Rosada, la Cuarzomonzonita-Granito y el Granito de Pescadero-Rosado y en depósitos recientes de tipo Terrazas, Glaciares, Aluviales y Coluviones. Resaltando los movimientos en masa sobre rocas ígneas y algunas sedimentarias con litologías lodosas con alta generación de suelo los del tipo deslizamientos rotacionales, en algunos casos avalanchas y caídas para rocas ígneas poco alteradas, en rocas sedimentarias de consistencias duras con diaclasamientos considerables y planos bien definidos los deslizamientos traslacionales; los depósitos recientes poseen una tendencia



---

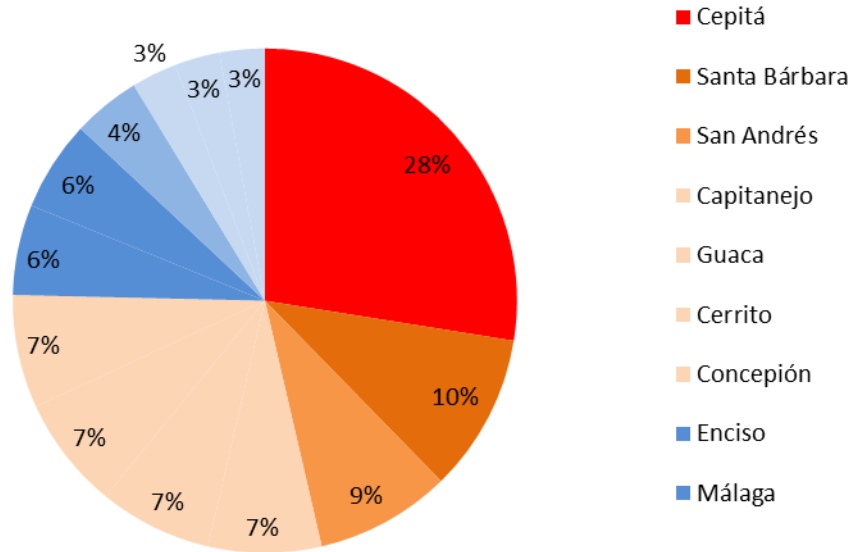
bien marcada hacia caídas, avalanchas y flujos de material suelto, donde el principal influyente es el agua de escorrentía y cauces fluviales cercanos.

Los Municipios con mayores riesgos frente a estos movimientos en masa en el área de estudio están definidos por sus altas generaciones de suelo, material alterado y grandes influencias de cauces fluviales activos con relación a épocas de altos volúmenes de agua escorrentía; presentes sobre los alrededores de las localidades mostrando con alta densidad en cuanto a presencia de movimientos con tonos rojos y en tonos azules los menos afectados por movimientos en masa; donde algunos Municipios no se encuentran nombrados debido a la ausencia de estos fenómenos morfodinámicos. (Figura 45)

Figura 45. Municipios con presencia de movimientos en masa, los porcentajes son dados con relación al número total de movimientos en masa registrados en el área de estudio.



## Municipios con presencia de Movimientos en Masa



Fuente: Autor.



---

## CONCLUSIONES

Las unidades Geomorfológicas presentes en el área de estudio se distribuyen concordantemente con zonas específicas de los distintivos ambientes de formación en donde las características de los suelos y generación de estos son esenciales (Denudativo); cuando estas unidades se encuentran definidas en áreas tectónicamente activas debido a fallamientos y plegamientos de estructuras regionales, donde la roca es marcada y no desarrolla capas gruesas de suelo debido a sus altas pendientes (Morfoestructural); las unidades asociadas a zonas superiores a los 3.500 msnm en donde el componente principal es la erosión y meteorización glacial, en donde las estructuras presentan geometrías cóncavas muy suavizadas y crestas bien marcadas nos referimos a ambiente Glaciar; las unidades definidas en zonas de mayor contacto con cauces o Ríos principales, sus afluentes y las áreas de acumulación cercanas a estos (Fluvial).

Los deslizamientos en la actualidad con mayores densidades y frecuencias en el área de estudio son nombrados como rotacionales, en los cuales sus características de capas de suelo considerable, generación de rupturas cóncavas de profundidad considerable, escarpe pronunciado en la corona y pendientes bajas a moderadas, muestran una concentración centrada en unidades del ambiente Denudativo y menos concurrente en el Glaciar.



---

Las estructuras regionales de Sinclinales y Anticlinales presentes en el área de estudio dentro de la franja este, donde se definen unidades Geomorfológicas Morfoestructúrales resaltando las laderas a favor y contrapendiente de sierras; estas unidades de contrapendiente se consideran de mayor estabilidad por su resistencia a la generación de movimientos en masa de alto riesgo.

El ambiente fluvial está controlado por procesos de acumulación de material por parte de los cauces de los Ríos Chicamocha, Perchiquez, Servita y Guaca, los cuales dan lugar a depósitos no consolidados de sedimentos aluviales, en donde a pesar de no presentan movimientos en masa de alto riesgo para la comunidad, siguen siendo susceptibles ante procesos de socavación que pueden detonar eventos de remoción en masa.



---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVAJAL, J., 2002. Caracterización de la metodología geomorfológica adaptada por INGEOMINAS. Documento interno INGEOMINAS sometido a discusión y modificaciones. 13p. Bogotá. Colombia.

CARVAJAL, J., 2003. Documentación detallada del modelo de datos para la faceta de geomorfología. Documento INGEOMINAS preliminar, sometido a discusión y modificaciones. 48p. Bogotá. Colombia.

CARVAJAL, J., 2003. Visión integral de la geomorfología Colombiana. Resumen poster. Memorias del IX Congreso Colombiano de Geología. Medellín. Colombia.

CARVAJAL, J., 2012. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Servicio Geológico Colombiano 83 p. Bogotá.

CRUDEN D.M.; VARNES D.J., (1996) - los tipos y procesos de deslizamientos de tierra. En: Turner AK; Shuster RL (eds) Deslizamientos: Investigación y Mitigación. Transp Junta Res, Spec Rep 247, pp 36-75

ETAYO, F., LOZANO, D., LOZANO H., ESPINOSA, A., GONZÁLEZ, H., ORREGO, A., BALLESTEROS, I., FORERO, H., RAMÍREZ, C., ZAMBRANO, F., DUQUE, H., VARGAS, R., NÚÑEZ, A., ÁLVAREZ, J., ROPAÍN, C., CARDOZO, E., GALVIS, N., SARMIENTO, L., 1983. Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia. Ingeominas – United States Geological Survey (USGS). Publicaciones especiales de Ingeominas, p. 235 + 1 mapa + 1 tab. Bogotá. Colombia.

HUTCHINSON, J., N., 1998. A small-scale field check on the Fisher–Lehmann and Bakker–Le Heux cliff degradation models. *Earth Surf. Process. Landforms*, 23: 913–926. doi: 10.1002/(SICI)1096-9837(199810)23:10<913::AID-ESP911>3.0.CO;2-G



HUNGR, O.; EVANS, S., G., 2004. Entrainment of debris in rock avalanches: an analysis of a long run-out mechanism: Geological Society of America Bulletin, v. 116, p. 1240–1252.

INGEOMINAS, 2002. Metodología de cartografía geomorfológica con aplicación a zonificación geomecánica. Fase 1. Documento inédito y en revisión. Ingeominas. Bogotá. Colombia.

JULIVERT, M., BARRERO, D., BOTERO, G., DUQUE, H., HOFFSTETTER, J., NAVAS, G., DE PORTA, J., ROBBINS, R., TABORDA, B., TELLEZ, N., ZAMARREÑO I., 1968. Léxico Estratigráfico Internacional: América Latina, Colombia. Unión Internationale Des Sciences Géologiques, p. 572. París. Francia.

LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS, G., CARVAJAL, J., 2012. Propuesta Metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa Escala 1:100.000. Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental, 88p. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá-Colombia.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

ROYERO, J., CLAVIJO, J., 2001. Memoria explicativa mapa geológico generalizado del departamento de Santander. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2012. Propuesta Metodológica Sistemática para la generación de Mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.00. Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental. 88p. Bogotá-Colombia.



---

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2013 Anexo A: Glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas, 41p. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá-Colombia.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO., 2013 (junio). Catálogo histórico inventario de movimientos en masa, lineamientos técnicos. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá.

UIS, 2013. Tabla de recolección de datos de morfometría para la cartografía geomorfológica, Universidad Industrial de Santander.

VARNES, D. J., 1978. Tipos de movimientos de pendiente y procesos. En: *Informe Especial 176: Landslide s: Análisis y control* (Eds: Schuster, RL y Krizek, RJ). Transporte y Carretera la Junta de Investigación de la Academia Nacional de Ciencias, Washington DC, 11-33.

VELASQUEZ, E., 1999. Contribution methodologique a la prise en compte du milieu physique dans la planification environnementale du territoire en zone montagnense de Colombie. Tesis de PHD. Université de Grenoble, 310 p. Francia.

VERSTAPPEN, H.T.; Van ZUIDAM, R.A., 1992. El sistema I.T.C. para levantamientos geomorfológicos. Publicación I.T.C. No 10. Villanueva de Huelva. Holanda.

VILLOTA, H., 1991. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Instituto geográfico Agustín Codazzi – Subdirección de docencia e Investigación. 211p. Bogotá. Colombia.

WARD, D., GOLDSMITH, R., CRUZ, J., RESTREPO, H., 1973. Geología de los Cuadrángulos H12 Bucaramanga y H13 Pamplona, Departamento de Santander. Ingeominas, Boletín Geológico, Vol. XXI (1-3). Bogotá. Colombia.





---

WARD, D., GOLDSMITH, R., CRUZ, J., JARAMILLO, L., VARGAS, R., 1977. Geología del Cuadrángulo H13 Pamplona a escala 1:100.000. Ingeominas, Bogotá. Colombia.

WP/WLI (International Geotechnical Societies=UNESCO Working Party on World Landslide Inventory), 1993. Multilingual Landslide Glossary.

Referencias en fuentes electrónicas,

GS., (2003)[HTTP://WWW.SANANDRES-SANTANDER.GOV.CO/APC-AA-FILES/39393961363661623934323535623163/DIAGNOSTICO\\_BIOFISICO\\_DE\\_L\\_MUNICIPIO.PDF](http://www.sanandres-santander.gov.co/apc-aa-files/39393961363661623934323535623163/DIAGNOSTICO_BIOFISICO_DE_L_MUNICIPIO.PDF)

PORTILLA, G., 1999. Evaluación de la amenaza por deslizamiento en Málaga. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

[http://www.docentes.unal.edu.co/mportillag/docs/Evaluaci%F3n%20de%20la%20amenaza%20por%20deslizamiento%20en%20M%E1laga,%20Santander,%20aplicando%20la%20metodolog%EDa%20de%20los%20conjuntos%20difusos%20\(Geolog%EDa%20Colombina%20No.%2024,%201999\).pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/mportillag/docs/Evaluaci%F3n%20de%20la%20amenaza%20por%20deslizamiento%20en%20M%E1laga,%20Santander,%20aplicando%20la%20metodolog%EDa%20de%20los%20conjuntos%20difusos%20(Geolog%EDa%20Colombina%20No.%2024,%201999).pdf).

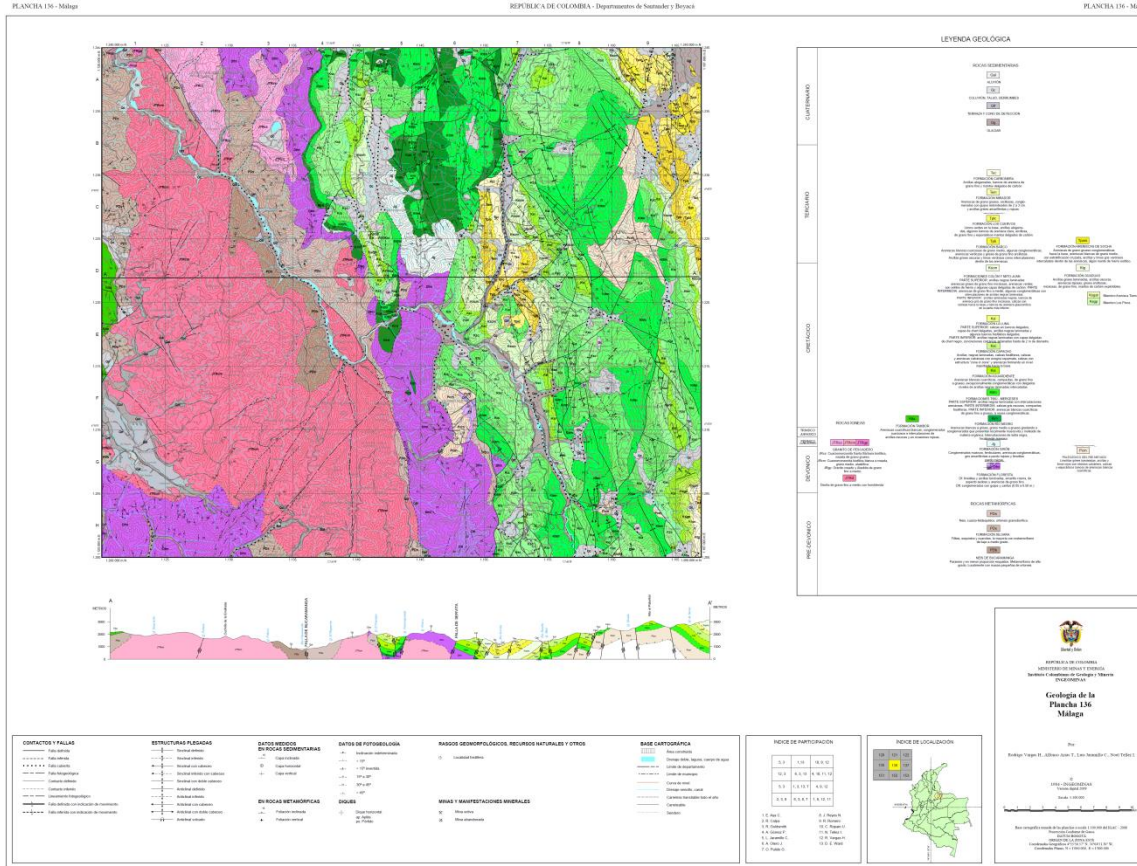
[https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsanjosedemiranda-santander.gov.co%2Fapc-aa-files%2F38316337336439656233623964396433%2FDIAGNOSTICO\\_AMBIENTAL\\_EOT\\_MIRANDA1\\_FINAL.doc&ei=MtGHUqPCOsTIsASXj4GIAg&usq=AFQjCNH-oo61P4kT2408BAcCIELwz8SbkA&sig2=XS1O7\\_cEACWkbOJ7rclq\\_Q](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsanjosedemiranda-santander.gov.co%2Fapc-aa-files%2F38316337336439656233623964396433%2FDIAGNOSTICO_AMBIENTAL_EOT_MIRANDA1_FINAL.doc&ei=MtGHUqPCOsTIsASXj4GIAg&usq=AFQjCNH-oo61P4kT2408BAcCIELwz8SbkA&sig2=XS1O7_cEACWkbOJ7rclq_Q)



---

Anexos

Anexo A. Mapa geológico correspondiente a la Plancha 136-Málaga, escala 1:100.000.



CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA.



Anexo B. Mapa de Unidades Geomorfológicas de la Plancha 136-Málaga.





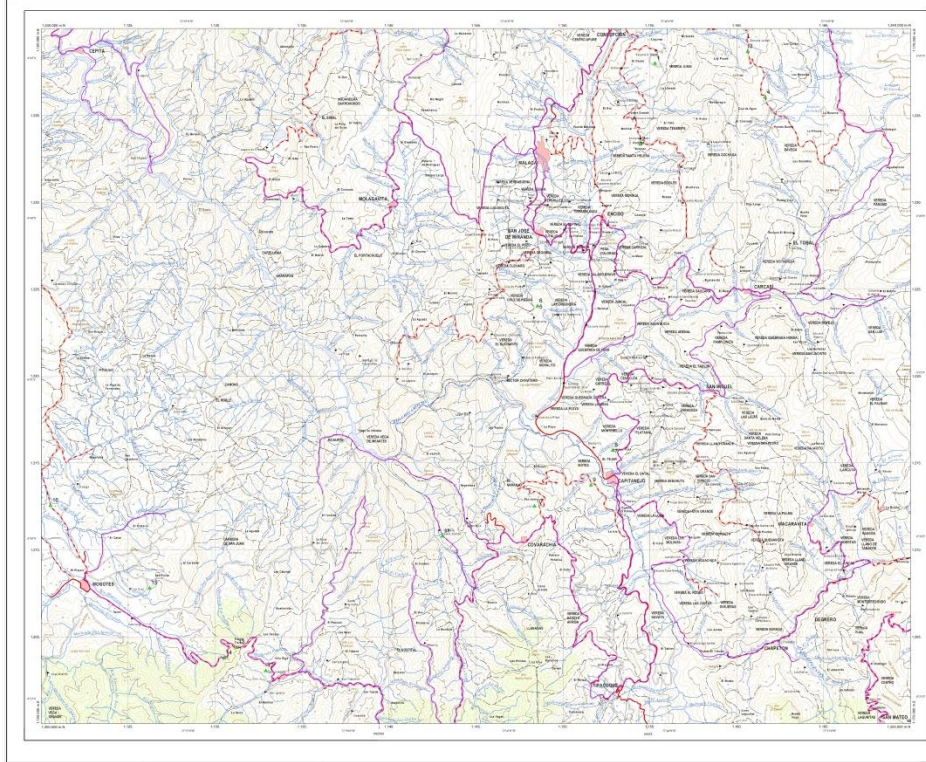
Anexo C. MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO PLANCHA 136  
MÁLAGA.



DEPARTAMENTOS DE SANTANDER Y BOYACÁ

MALAGA

HOJA No. 136



**REPÚBLICA DE COLOMBIA**  
 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA  
 INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI  
 INSTITUTO NACIONAL DE CARTOGRAFÍA

**CARTA GENERAL**  
 Escala 1:100.000

CONVENCIONES

**POBLACIONES**

**ROGOTÁ**  
**VALLEDUPAR**  
**RÍO DE ORO**  
**PIE DE LA NEBLINA**  
**EL CERRO**  
**EL CERRO**

**CONSTRUCCIONES**

**HEROGRAFÍA**

**ABREVIATURAS**

**FRONTERAS DE CONTROL**

**LIMITES**

**TRANSPORTE**

**RELIEVO**

**INFORMACIÓN DE REFERENCIA**

**MAPA DE REJILLA METRICA**

**CONVENCIONES DE CAMPO**

Estaciones  
 Recorridos



Anexo D. Mapa geológico correspondiente a la Plancha 121-Cerrito, escala 1:100.000.







Anexo E. Mapa de Unidades Geomorfológicas de la Plancha 121-Cerrito.





Anexo F. MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO PLANCHA 121  
CERRITO.



