

**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA PRELIMINAR E
INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA DE LAS PLANCHAS (153-III-D,
153-III-B, 153-IV-A y 153-IV-C) CHITA, DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ A
ESCALA 1:25.000 EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
ESPECIFICO N° 1610-2015 UPTC-GOBERNACIÓN DE BOYACÁ-CAR.**

PROYECTO DE GRADO

DIEGO DAVID FONSECA REYES

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLOGÍA DE COLOMBIA
FACULTAD SEDE SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
SOGAMOSO
2016

**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA PRELIMINAR E
INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA DE LAS PLANCHAS (153-III-D,
153-III-B, 153-IV-A y 153-IV-C) CHITA, DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ A
ESCALA 1:25.000 EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
ESPECIFICO N° 1610-2015 UPTC-GOBERNACIÓN DE BOYACÁ-CAR.**

DIEGO DAVID FONSECA REYES

Trabajo de Grado en la Modalidad de Trabajo de Investigación
Para Optar al Título de Ingeniero Geólogo

Director
HÉCTOR ANTONIO FONSECA PERALTA
Msc Ecología Tropical
Especialista en Gestión Ambiental
Ingeniero Geólogo

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLOGÍA DE COLOMBIA
FACULTAD SEDE SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
SOGAMOSO
2016

Nota de aceptación

Director de escuela de
Ingeniería Geológica.

Director del proyecto.

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Expreso mi agradecimiento a mis padres, por su infinito esfuerzo y su lucha diaria, por todos los sacrificios que lograron hacer de este sueño una realidad. A mi hermano que con su ejemplo de perseverancia, honestidad y trabajo duro me hace querer mejorar cada día. A mi novia por su apoyo incondicional.

Al Director del proyecto, el ingeniero Héctor Fonseca por brindarme la oportunidad y tenerme confianza para desarrollar este trabajo.

A los ingenieros Omar, Liliana, Andrea, Fabián y Adrian por la guía y la constante enseñanza. Al ingeniero Ernesto por su gran colaboración en todo momento, sus grandes consejos y excelentes aportes a mi vida como futuro profesional.

A la escuela de Ingeniería Geológica y a todos los maestros e ingenieros, que en el trayecto de mi formación como profesional me acompañaron y brindaron sus conocimientos.

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por permitirme pertenecer a tan prestigiosa institución, ya que fue aquí donde adquirí los conocimientos y valores de un profesional.

Hago una dedicatoria a mis padres y hermano, ya que sin su apoyo este sueño no tendría fundamentos.

Quiero hacer una dedicatoria especial a mi gran amigo Cristian Hernandez Salazar (QEPD). Este era un sueño de un grupo de amigos que lastimosamente hoy se hace realidad solo para pocos. Siempre estará presente querido amigo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 METODOLOGÍA	4
1.5.1 Etapa 1. Recopilación, selección de la información y conformación de la base de datos.	4
1.5.2 Etapa 2. Organización pre-campo.	4
1.5.3 Etapa 3. Trabajo de campo.	4
1.5.4 Etapa 4. Ajuste y clasificación de información.	5
1.5.5 Etapa 5. Ajuste geológico.	5
1.5.6 Etapa 6. Caracterización morfodinámica y morfogenética.	5
1.5.7 Etapa 7. Evolución Geomorfológica.	5
1.5.8 Etapa 8. Informe final.	5
1.6 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	6
1.7 HIDROGRAFÍA	8
1.8 CLIMA	8
1.9 TRABAJO DE CAMPO	9
2. GEOLOGÍA.	13
2.1 LITOESTRATIGRAFÍA	13
2.1.1 Cretáceo inferior.	13
2.1.1.1 Formación Areniscas de las Juntas (Kialj).	13
2.1.1.2 Formación Tibú-Mercedes (Kitm)	14
2.1.1.3 Formación Une o Aguardiente (Kia).	14
2.1.2 Cretáceo Superior	15
2.1.2.1 Formación Chipaque (Ksc).	15
2.1.2.2 Formación La Luna (Ksl).	16
2.1.2.3 Formación Los Pinos (Kslp).	17
2.1.2.4 Formación Arenisca Tierna (Ksat)	18
2.1.3 Terciario	19
2.1.3.1 Formación Guaduas (Tkg).	19
2.1.3.2 Formación Areniscas de Socha (Tpars)	20
2.1.3.3 Formación Arcillas de Socha (Tpas)	21
2.1.3.4 Formación Picacho (Tep).	21
2.1.3.5 Formación Concentración (Tco).	22
2.1.4 Unidades sin consolidar	22
2.1.4.1 Depósitos Aluviales (Qal).	22
2.1.4.2 Depósitos Coluviales (Qc)	23
2.1.4.3 Depositos Fluvio-Glaciares (Qfg)	23

2.1.4.4	Morrenas (Qma) y Depósitos Glaciares (Qgl).....	23
2.2	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	24
2.3	EVOLUCIÓN TECTÓNICA.....	24
2.3.1	Cretáceo Inferior.....	24
2.3.2	Cretáceo Superior.....	25
2.3.3	Terciario Inferior.....	25
2.3.4	Terciario Superior.....	25
3.	GEOMORFOLOGÍA.....	30
3.1	MORFODINÁMICA.....	30
3.1.1	Inclinación de la ladera.....	31
3.1.2	Índice de Relieve Relativo (RR).....	34
3.1.3	RelaIncli.....	36
3.1.4	Unidades de Suelo.....	37
3.1.5	Inventario y Catálogo de Procesos.....	39
3.1.6	Compilación de Procesos.....	40
3.2	MORFOGÉNESIS.....	42
3.2.1	Ambientes morfogenéticos.....	42
3.2.2	Metodología.....	43
3.2.3	Subunidad geomorfológica (escala 1:10.000 a 1:25.000).....	44
3.2.4	Obtención Mapa de Geomorfología.....	45
3.2.5	Ambiente glacial y periglacial.....	50
3.2.5.1	Aguja glacial (Ga).....	52
3.2.5.2	Circo glacial (Gc).....	52
3.2.5.3	Cono fluvio glacial (Gcgf).....	53
3.2.5.4	Espolón glaciado (Gee).....	54
3.2.5.5	Flancos de valle glacial (Gflv).....	54
3.2.5.6	Laguna glacial (Glg).....	55
3.2.5.7	Morrena de fondo (Gmf).....	56
3.2.5.8	Plano glacio-lacustrino (Gpgl).....	56
3.2.5.9	Sierra anticlinal glaciada (Gsag).....	57
3.2.5.10	Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal glaciada (Gsalc).....	57
3.2.5.11	Ladera estructural de sierra anticlinal glaciada (Gsalc).....	58
3.2.5.12	Sierra homoclinal glaciada (Gshg).....	59
3.2.5.13	Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada (Gshle).....	59
3.2.5.14	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada (Gshlc).....	59
3.2.5.15	Sierra sinclinal glaciada (Gssg).....	60
3.2.5.16	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada (Gsslc).....	60
3.2.5.17	Ladera estructural de sierra sinclinal glaciada. (Gssle).....	61
3.2.6	Ambiente estructural.....	61
3.2.6.1	Cerro estructural (Sce).....	63
3.2.6.2	Espolón alto de longitud corta (Sesac).....	64
3.2.6.3	Espolón alto de longitud media (Sesam).....	64
3.2.6.4	Faceta triangular (Sft).....	65
3.2.6.5	Ladera de contrapendiente (Slcp).....	65
3.2.6.6	Ladera estructural (Sle).....	66
3.2.6.7	Lomo de falla (Slf).....	67
3.2.6.8	Escarpe de línea de falla (Slfe).....	67

3.2.6.9	Lomo de falla con faceta triangular (Slft).....	68
3.2.6.10	Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal (Ssalc).....	69
3.2.6.11	Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale).....	69
3.2.6.12	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc).....	70
3.2.6.13	Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle).....	70
3.2.6.14	Sierras y lomos de presión (Sslp).....	71
3.2.6.15	Sierra sinclinal (Sss).....	72
3.2.6.16	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc).....	72
3.2.6.17	Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle).....	72
3.2.7	Ambiente Denudacional	73
3.2.7.1	Cono y lóbulo Coluvial de deslizamiento (Dco).....	75
3.2.7.2	Cerro residual (Dcrs).....	76
3.2.7.3	Cono de talus (Dct).....	76
3.2.7.4	Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi).....	77
3.2.7.5	Escarpe de erosión mayor (Deem).....	78
3.2.7.6	Escarpe de erosión menor (Deeme).....	78
3.2.7.7	Loma denudada (Did).....	79
3.2.7.8	Ladera erosiva (Dle).....	80
3.2.7.9	Cono o lóbulo de flujo de lodo y tierra (Dfl).....	80
3.2.7.10	Ladera ondulada (Dlo).....	80
3.2.7.11	Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo).....	81
3.2.8	Ambiente Fluvial	82
3.2.8.1	Barra longitudinal (Fbl).....	83
3.2.8.2	Barra puntual (Fbp).....	84
3.2.8.3	Cauce aluvial (Fca).....	85
3.2.8.4	Laguna (Flg).....	85
3.2.8.5	Planicie aluvial confinada (Fpac).....	86
3.2.8.6	Plano o llanura de inundación (Fpi).....	86
3.3	Evaluación multitemporal de la evolución de las unidades geomorfológicas de la zona priorizada (Vereda Chipabetel, municipio de Chita).....	87
3.3.1	Año 1981.....	87
3.3.2	Año 1992.....	88
3.3.3	Año 2016.....	89
3.3.4	Seguimiento al movimiento en masa El Resguardo.....	94
4.	INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA.....	102
4.1	RECTIFICACIÓN DE LOS FORMATOS.....	103
4.2	EVALUACIÓN DE ZONAS INESTABLES.....	107
	CONCLUSIONES	109
	RECOMENDACIONES.....	112
	BIBLIOGRAFÍA.....	113

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de la metodología de trabajo	6
Figura 2. Localización zona de estudio	7
Figura 3. Mapa de vías de acceso	7
Figura 4. Mapa de hidrografía.....	8
Figura 5. Climatología en el área de estudio.	9
Figura 6. Registro de estación de control geomorfológico. EGG_153_01_B...	10
Figura 7. Trabajo de campo.....	12
Figura 8. Formaciones Arcillas de Socha, Picácho y Concentración.	21
Figura 9. Unidades sin consolidar.....	23
Figura 10. Mapa de geología preliminar.....	27
Figura 11. Bloquediagrama geología Preliminar.....	28
Figura 12. Porcentaje de las formaciones.....	29
Figura 13. Esquema del atributo morfodinámico.	31
Figura 14. Clasificación de inclinación de ladera.	32
Figura 15. Calificación de (IL).....	33
Figura 16. Mapa inclinación de la ladera (IL).....	33
Figura 17. Clasificación de índice de relieve relativo.	34
Figura 18. Calificación de (RR).....	35
Figura 19. Mapa índice de relieve relativo (RR).....	35
Figura 20. Operación RelIncli	36
Figura 21. Mapa RelIncli	36
Figura 22. Mapa de unidades de suelo.....	39
Figura 23. Mapa de inventario y catalogo de procesos.....	39
Figura 24. Operación para obtener el componente morfodinámico	40
Figura 25. Mapa morfodinámico	40
Figura 26. Compilación de procesos.....	41
Figura 27. Esquema de jerarquización geomorfológica	44
Figura 28. Insumos	46
Figura 29. Mapa geomorfológico preliminar.....	47
Figura 30. Bloquediagrama geomorfología preliminar	48
Figura 31. Porcentaje de los ambientes morfogenéticos	49
Figura 32. Porcentaje de las subunidades ambiente glacial.	50
Figura 33. Mapa de subunidades del ambiente glacial y periglacial.	51
Figura 34. Cono fluvio glacial.....	53
Figura 35. Sierra anticlinal glaciada	57
Figura 36. Sierra sinclinal glaciada.	60
Figura 37. Porcentaje de las subunidades ambiente estructural	62
Figura 38. Mapa de subunidades del ambiente estructural	63
Figura 39. Cerro estructural.....	63
Figura 40. Espolón alto de longitud corta.....	64
Figura 41. Lomo de falla.	67
Figura 42. Lomo de falla con faceta triangular.....	68

Figura 43.	Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal.	69
Figura 44.	Ladera estructural de sierra anticlinal	70
Figura 45.	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal.....	70
Figura 46.	Ladera estructural de sierra homoclina	71
Figura 47.	Sierras y lomos de presión.	71
Figura 48.	Sierra sinclinal.	72
Figura 49.	Mapa de subunidades del ambiente denudacional	74
Figura 50.	Porcentaje de las subunidades del ambiente denudacional	75
Figura 51.	Cono y lóbulo coluvial de deslizamiento.	75
Figura 52.	Cerro residual.	76
Figura 53.	Escarpe de erosión mayor.	78
Figura 54.	Loma denudada.....	79
Figura 55.	Mapa de subunidades del ambiente fluvial.	83
Figura 56.	Porcentaje de las subunidades del ambiente fluvial	83
Figura 57.	Planicie aluvial confinada, en la vereda Venados.....	86
Figura 58.	Subunidad del movimiento el resguardo del año 1981.	88
Figura 59.	Subunidad del movimiento el resguardo del año 1992.	88
Figura 60.	Subunidad del movimiento el resguardo de la actualidad.....	89
Figura 61.	Estudio elaborado por el Ingeominas en 1986.....	90
Figura 62.	Formato PMA-GCA.....	105
Figura 63.	Formato PMA-GCA.....	106
Figura 64.	Mapa de susceptibilidad por zonas inestables.....	107

LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Formación Areniscas de las Juntas.....	13
Foto 2. Formación Tibú-Mercedes	14
Foto 3. Formación Aguardiente	15
Foto 4. Formación Chipaque	16
Foto 5. Formación La Luna.....	17
Foto 6. Formación Los Pinos	18
Foto 7. Formación Arenisca Tierna.....	19
Foto 8. Formación Guaduas	19
Foto 9. Formación Areniscas de Socha	20
Foto 10. Aguja glacial.	52
Foto 11. Circo glacial.	53
Foto 12. Espolón glaciado	54
Foto 13. Flancos de valle glacial.....	55
Foto 14. Laguna glacial.....	55
Foto 15. Morrena de fondo	56
Foto 16. Plano glacio-lacustrino.....	57
Foto 17. Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal glaciada.....	58
Foto 18. Ladera estructural de sierra anticlinal glaciada.....	58
Foto 19. Sierra homoclinal glaciada.....	59
Foto 20. Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada.....	60
Foto 21. Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada.....	61
Foto 22. Espolón alto de longitud media.....	65
Foto 23. Faceta triangular.....	65
Foto 24. Ladera de contrapendiente.....	66
Foto 25. Ladera estructural.....	66
Foto 26. Escarpe de línea de falla.....	68
Foto 27. Ladera de contrapendiente y estructural de sierra sinclinal	73
Foto 28. Cono de talus.....	76
Foto 29. Cono de deslizamiento indiferenciado (Chipabetel).....	77
Foto 30. Cono de deslizamiento indiferenciado (Cheva).....	77
Foto 31. Escarpe de erosión menor.....	79
Foto 32. Ladera erosiva.....	80
Foto 33. Cono o lóbulo de flujo de lodo y tierra	81
Foto 34. Ladera ondulada.....	81
Foto 35. Montículo y ondulaciones denudacionales.....	82
Foto 36. Barra longitudinal.....	84
Foto 37. Barra puntual.....	84
Foto 38. Cauce aluvial.....	85
Foto 39. Laguna.....	86
Foto 40. Fotografía 1986, tomada en el costado Nor-Occidental del movimiento.....	91

Foto 41.	Fotografía 2015, tomada en el costado Nor-Occidental del movimiento.....	91
Foto 42.	Fotografía 1986, vista panorámica de los movimientos el Resguardo y Gusaneque.....	92
Foto 43.	Fotografía 2015, vista panorámica de la pata del movimiento en masa El Resguardo.	92
Foto 44.	Fotografía 1986, movimiento Río Negro	93
Foto 45.	Fotografía 2016, parte de la pata del movimiento El Resguardo.	93

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Límites de clima	9
Tabla 2. Estaciones de control geomorfológico.....	11
Tabla 3. Porcentaje de las formaciones.....	28
Tabla 4. Calificación de la inclinación de ladera (IL)	32
Tabla 5. Calificación del relieve relativo (RR).....	34
Tabla 6. Calificación de los depósitos.....	37
Tabla 7. Clasificación de las unidades de suelo.....	38
Tabla 8. Ambientes morfogenéticos	48
Tabla 9. Subunidades morfogenéticas	49
Tabla 10. Subunidades ambiente glacial y periglacial	51
Tabla 11. Subunidades ambiente estructural	62
Tabla 12. Subunidades denudacionales.....	74
Tabla 13. Subunidades ambiente fluvial	82
Tabla 14. Representación área subunidad.....	89
Tabla 15. Seguimiento al movimiento El Resguardo.....	95
Tabla 16. Movimientos en masa de la zona de estudio.....	103

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1. Columna estratigráfica
- ANEXO 2. Mapa Geológico preliminar 153-III-B, 153-IV-A
- ANEXO 3. Mapa Geológico preliminar 153-III-D, 153-IV-C
- ANEXO 4. Mapa Geomorfológico preliminar 153-III-B, 153-IV-A
- ANEXO 5. Mapa Geomorfológico preliminar 153-III-D, 153-IV-C

INTRODUCCIÓN

La Geomorfología es la ciencia de la tierra que estudia la relación entre las formas de la superficie terrestre, los materiales naturales, su disposición estructural y los procesos que las originaron. La geomorfología se constituye en una herramienta fundamental para poder evaluar y proyectar el comportamiento de los terrenos, enfocado, entre otros, al análisis de las amenazas naturales, planificación territorial y estudio de ecosistemas.

Debido a los constantes cambios del terreno y la problemática que estos cambios traen consigo, se decide desarrollar una iniciativa por parte de la UPTC de realizar un proyecto en el marco del convenio interadministrativo específico N° 1610-2015 UPTC-Gobernación de Boyacá-CAR, se plantea realizar la investigación aplicada a la modelación de territorio a partir del análisis geomorfológico del departamento de Boyacá.

El presente estudio hace referencia a la caracterización Geológica y a los ambientes y subunidades geomorfológicas del área definida por las coordenadas de las planchas 153-III-B, 153-III-D, 153-IV-A, 153-IV-C, a escala 1:25.000, del índice cartográfico nacional, establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, ente rector en el tema. Esta caracterización se desarrolla mediante los parámetros indicados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en su “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012”. Además se desarrolla el inventario de los movimientos en masa encontrados en campo que son cartografiables debido a la escala de trabajo. También se realizó una evaluación geomorfológica multitemporal del comportamiento de la subunidad (Ddi), ubicada en la vereda Chipabetel del municipio de Chita.

La plancha 153 cubre parte de los departamentos de Boyacá y Casanare, para efectos del estudio, sólo se realizó el trabajo en el departamento de Boyacá. Dentro de la zona de interés se encuentran los municipios de Chita, incluyendo su cabecera municipal, además los municipios, de Jericó, La Uvita y Socotá.

La zona de estudio comprende parte del borde oriental de la cordillera oriental, caracterizada por ser una región altamente fallada debido a los intensos fenómenos tectónicos ocurridos a lo largo de esta cordillera, es una región quebrada con pendientes que oscilan entre los 10° y 85°, con alturas superiores a los 3500 msnm en algunos sectores, áreas de difícil acceso, cañones debido a los procesos fluviales del río Loblanco, y un clima variado pero con mayor tendencia a páramo.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad endógena y exógena que se desarrolla en la tierra (como los procesos tectónicos, hídricos, la actividad humana, entre otros), modela el territorio alterando su forma constantemente, en algunas zonas con mayor facilidad y rapidez que en otras. Es debido a estos cambios, que se hace necesaria la actualización de la información cartográfica existente, ya que debido a su escala 1: 100.000 no aporta mayor detalle a los aspectos necesarios para una evaluación detallada del territorio.

Condiciones como la poca precisión y falta de información para la planificación que tienen las entidades gubernamentales; carecen en la actualidad de la veracidad de la información con la que se cuenta, las obras civiles y medidas de mitigación se deben tomar con base en información que fue tomada hace tiempo, además, es una limitante la escala que maneja esta información ya que es muy generalizada.

Debido a que los municipios deben contar con una herramienta fundamental para planear su desarrollo y avanzar en los procesos de actualización y modificación de los planes y esquemas de ordenamiento territorial, se hace necesaria la recopilación de información que permita dar soluciones al respecto. Por esto, se genera la iniciativa de actualizar la cartografía del departamento de Boyacá, teniendo en cuenta tres aspectos principales; geología, geomorfología y el inventario de movimientos en masa, que para este caso tendrán lugar en el área correspondiente las planchas (153-III-D, 153-III-B, 153-IV-A y 153-IV-C) CHITA, del departamento de Boyacá.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El departamento de Boyacá, en las épocas invernales, se ha visto seriamente afectado, debido a los grandes picos de precipitación que han dado lugar a inundaciones y movimientos en masa; lo que hace necesario incrementar el conocimiento del territorio, a fin de establecer el cambio morfológico del paisaje y la identificación de los procesos dinámicos que alteran el mismo.

Ante estas situaciones se plantea la necesidad de realizar un estudio de investigación en el que se realice un levantamiento de información en campo, además de la elaboración del estudio geológico y geomorfológico, éste último relacionado con los aspectos morfogenéticos y morfodinámicos del territorio, para así generar una base de datos con la cual se pueda trabajar para conocer las tendencias de los procesos endógenos (procesos hídricos, actividad humana, movimientos en masa, entre otros) que modelan el territorio.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La información geomorfológica se ha usado por las entidades en muchas ocasiones para suplir requisitos para los trabajos específicos. La necesidad de llevar a cabo Planes de Ordenamiento Territorial y conocer en particular la evolución del terreno, se ha convertido en un requisito, ya que así se proporciona información que posteriormente se plasma en un mapa a partir del procesamiento e interpretación de dicha información a través de los SIG.

A nivel nacional, el departamento de Boyacá es uno de los más afectados por la ocurrencia de amenazas climáticas manifestadas en las intensas épocas invernales, que traen a su paso pérdidas materiales y humanas, que evidencia una falencia en la gestión del riesgo.

El estudio tiene como finalidad, establecer y caracterizar la geología, geomorfología del área correspondiente a las planchas 153-III-B, 153-III-D, 153-IV-A, 153-IV-C, en el departamento de Boyacá. Mediante la modelación y procesamiento de información existente, recopilada y la obtenida gracias al trabajo de campo. Se produjo mapas a escala 1:25.000 entre los que se tiene, mapa geológico y mapa geomorfológico, priorizando los aspectos morfogenéticos y morfodinámicos mediante la tecnología SIG.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Realizar la caracterización geológica y geomorfológica preliminar e inventario de movimientos en masa de las planchas (153-III-D, 153-III-B, 153-IV-A y 153-IV-C) CHITA, del departamento de Boyacá a escala 1:25000.

1.4.2 Objetivos específicos

- Recopilar, analizar y evaluar la información existente.
- Realizar la visita a campo para la verificación y actualización de la información recopilada, además de evaluar la geológica, geomorfología y el inventario de los movimientos en masa.
- Realizar el análisis y procesamiento de los datos obtenidos.
- Hacer la caracterización geológica y geomorfológica preliminar de la zona de estudio. Además, realizar la evaluación morfogenética y morfodinámica preliminar de la zona de estudio a escala 1:25.000.

- Elaborar la cartografía geológica y geomorfológica preliminar a escala 1:25000.
- Realizar la evaluación multitemporal de la evolución de las subunidades geomorfológicas del movimiento en masa El Resguardo en el municipio de Chita.
- Realizar el análisis de los resultados obtenidos.

1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 Etapa 1. Recopilación, selección de la información y conformación de la base de datos.

Se hizo necesario una recopilación bibliográfica de documentos de investigación y estudios previos, mapas topográficos del IGAC, informes de gestión del riesgo de las cabeceras municipales, mapas geológicos y geomorfológicos, memoria histórica de los desastres por fenómenos de movimiento en masa en la zona de estudio.

En esta etapa se involucraron insumos como:

- Mapa geológico, INGEOMINAS escala 1:100.000.
- Mapa topográfico, IGAC escala 1: 100.000.
- Modelo de sombras, resolución espacial: 30m (DEM SRTM).

1.5.2 Etapa 2. Organización pre-campo.

Para la identificación de movimientos en masa y posibles rutas de trabajo se utilizó Google Earth. Como forma de apoyo y guía para el trabajo que se realizó en campo. Esta etapa es muy importante, debido a que se pudo elaborar una serie de posibles rutas o zonas de interés a seguir como método de ahorro de tiempo y organización en la siguiente etapa.

1.5.3 Etapa 3. Trabajo de campo.

En esta etapa se hizo el reconocimiento de la zona, se obtuvo el registro fotográfico, se tomaron coordenadas de puntos de interés, se realizó la recolección de datos, los análisis de las estructuras y formaciones y la litología presente, además de la interpretación de las diferentes geoformas. Adicionalmente se diligenciaron los formatos PMA-GCA (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas). Esta etapa es muy importante ya que se realizó la recopilación de la información necesaria para generar los mapas, debido a que puntualiza con más detalle el proceso de la captura y referenciación

de datos relacionados con los aspectos morfodinámicos, morfológicos y geológicos del área de interés.

1.5.4 Etapa 4. Ajuste y clasificación de información.

Se realizó el análisis, procesamiento e interpretación de los datos obtenidos en la visita de campo. El análisis y procesamiento de los datos se hizo con la ayuda de programas como ArcGis 10.2.2 y AutoCad map 3D.

1.5.5 Etapa 5. Ajuste geológico.

Se generó el ajuste de la información cartográfica y geológica preliminar a escala 1:25000. Modificando límites de contactos que se verificaron en campo, marcando datos estructurales y la litología observada en las estaciones realizadas en la etapa de campo.

1.5.6 Etapa 6. Caracterización morfodinámica y morfogenética.

Se Generó la evaluación preliminar de la morfodinámica (movimientos en masa) y morfogenética (unidades geomorfológicas) de la zona de estudio, siguiendo la metodología planteada por el SGC en su “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000”. Esta etapa constituye el proceso de delimitación de las subunidades geomorfológicas dependiendo el ambiente morfogenético, esto a partir del registro fotográfico y el trabajo de campo, además de insumos como imágenes satelitales y el modelo digital de elevación (DEM).

1.5.7 Etapa 7. Evolución geomorfológica.

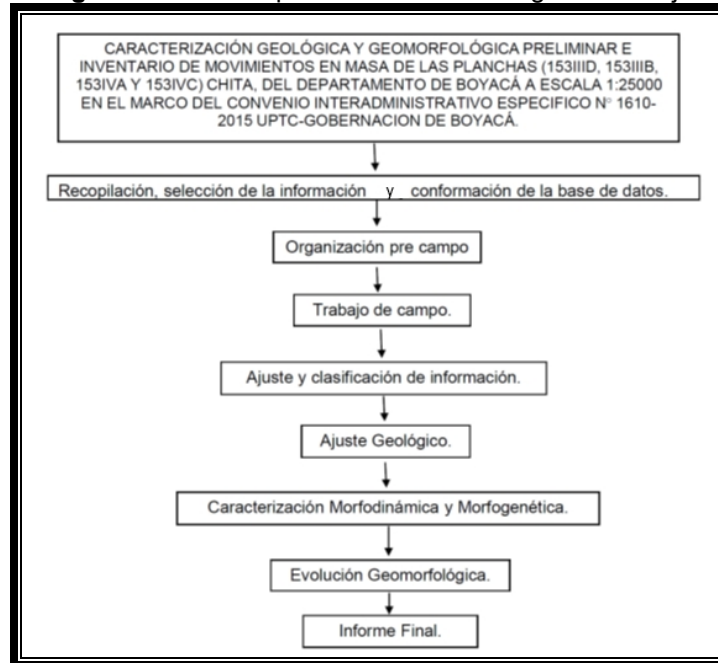
Se realizó la evaluación multitemporal de la evolución geomorfológica del movimiento en masa El Resguardo, ubicado en el municipio de Chita. Esto a partir de la interpretación de imágenes satelitales de diferentes años, además de fotografías aéreas que permiten un mejor detalle para delimitar las subunidades geomorfológicas que en este movimiento tienen lugar y que son cartográficas a esta escala.

1.5.8 Etapa 8. Informe final.

Se realizó la elaboración y entrega del informe final y producto correspondiente (mapas geológico y geomorfológico preliminares a escala 1:25.000). Además de la edición de los mapas obtenidos, relacionando el aspecto topológico, para que no existan errores internos, espacios sin información, polígonos superpuestos, tablas de atributos sin información, también se suavizó el trazado de las líneas, se hizo la

elaboración de las respectivas leyendas y perfiles necesarios para el cumplimiento del formato indicado por el SGC.

Figura 1. Esquema de la metodología de trabajo

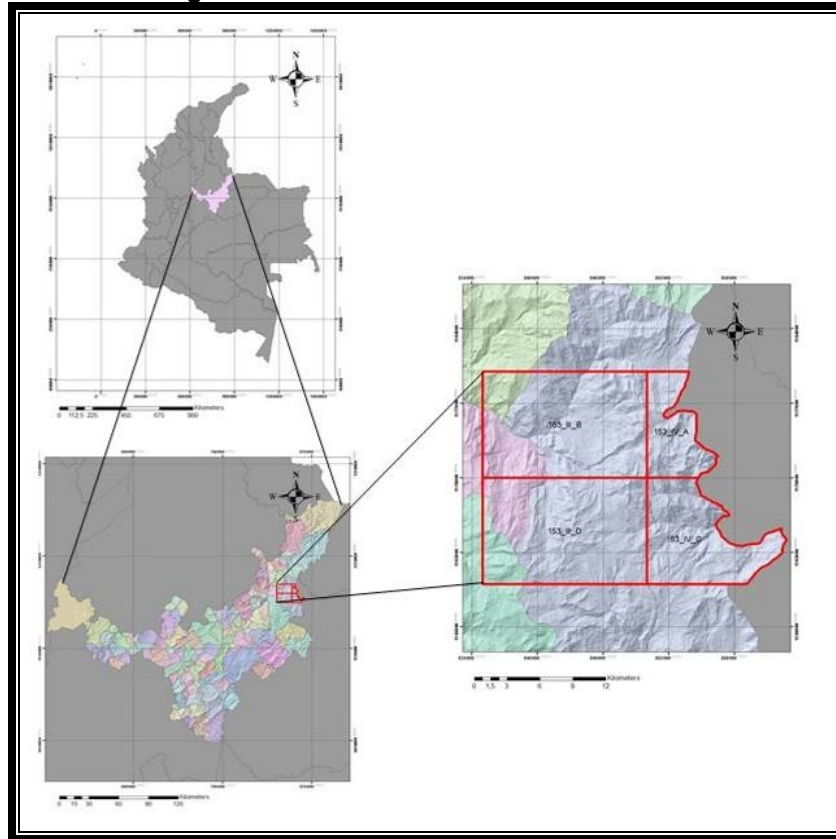


Fuente: Autor

1.6 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

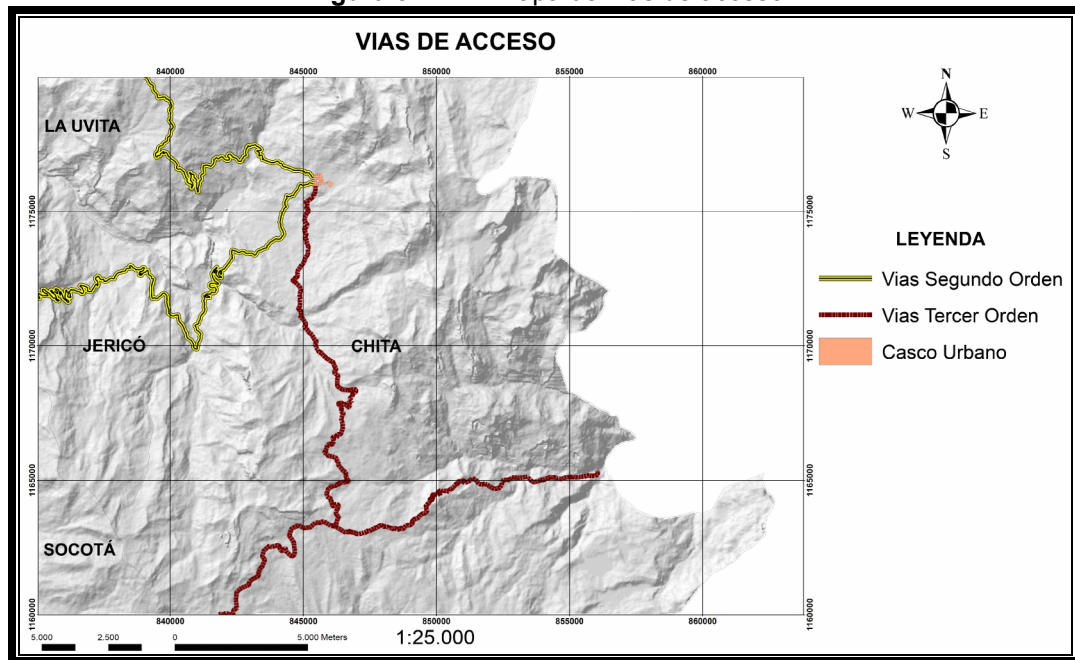
El área de interés se encuentra enmarcada por la Plancha 153 - Chita, ubicada en el límite de los departamentos de Boyacá y Casanare, en jurisdicción del municipio de Chita, Jericó, La Uvita y Socotá. El área total de estudio es de 425,093 Km². (Figura 2). Como punto de referencia se toma el municipio de Chita, ya que es el que abarca mayor porcentaje de área de la zona y por lo tanto el más representativo, además de ser el único con el casco urbano ubicado dentro de la zona. El municipio de Chita se encuentra a una distancia de 189 Km de la ciudad de Tunja, se puede acceder por varias vías que tienen como ejes principales la Carretera Central del Norte (por el acceso a La Uvita), y la Ruta de los Libertadores. El municipio de Chita cuenta con tres vías intermunicipales, las cuales se encuentran sin pavimentar y en condiciones de operación de regular a deficiente. La primera de ellas se comunica con el municipio de La Uvita, la segunda con el municipio de Jericó y la tercera con los municipios de Tame y Socha. (Figura 3)

Figura 2. Localización zona de estudio



Fuente: Instituto Agustín Codazzi (IGAC), Autor

Figura 3. Mapa de vías de acceso



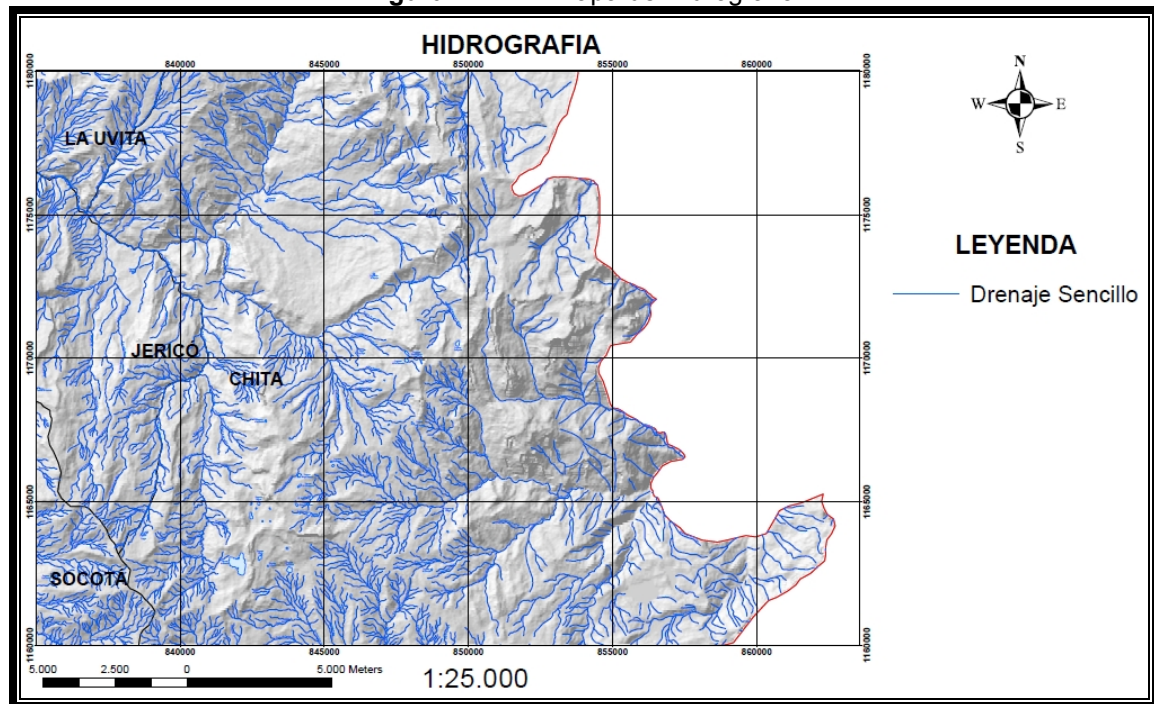
Fuente: Instituto Agustín Codazzi (IGAC), Autor

1.7 HIDROGRAFÍA.

El área de estudio cuenta con una importante red hídrica. Al oriente de la zona, se encuentra el río Casanare, y al occidente los ríos Higueras, Canoas y Loblanco, los que terminan alimentando la cuenca del río Chicamocha.

Los procesos hídricos son agentes que modelaron el paisaje de la zona de estudio además de los sistemas de fallas que cortan las rocas del área y el tipo de erosión glacial. Estos agentes modelaron el territorio creando profundos valles en “U”, con afluentes colgados y lagunas. Además la zona se caracteriza por zonas pantanosas de páramo, que se forman por antiguas morrenas frontales que cierran a menudo los lagos, y los rellenan rápidamente¹. (Figura 4)

Figura 4. Mapa de Hidrografía.



Fuente: Autor.

1.8 CLIMA

El clima del área es representativo de la zona ecuatorial, en la que se presentan climas variados desde templado hasta páramo. (Figura 5)

¹Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

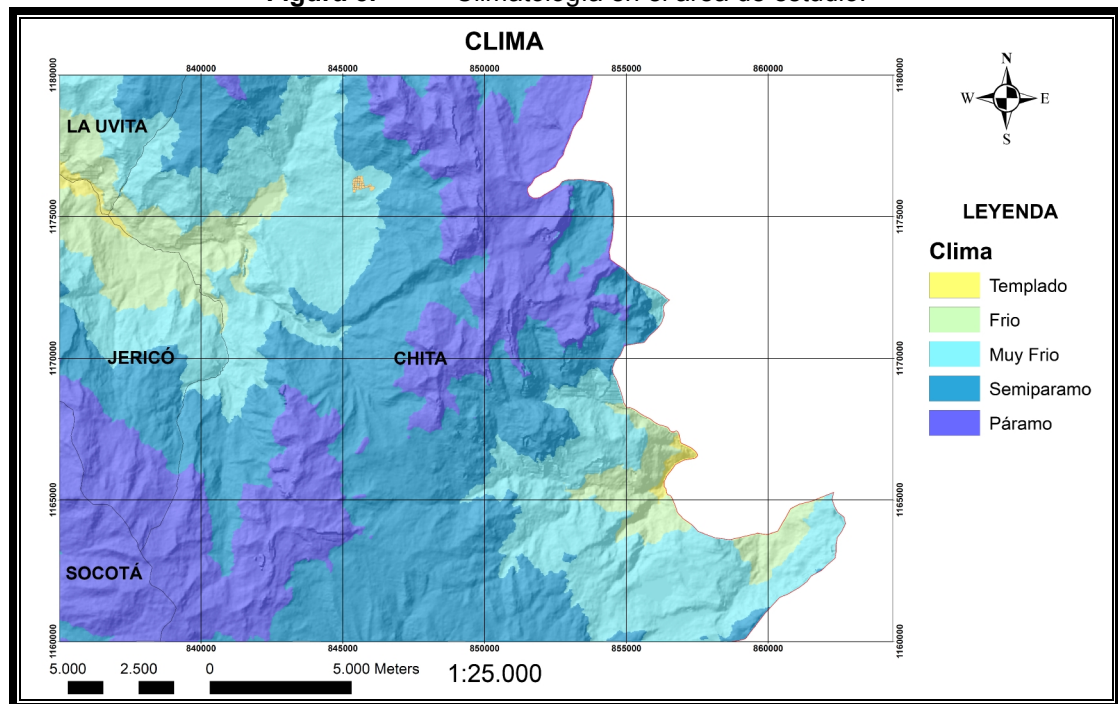
El mapa de clima del área de estudio, se realizó a partir de un DEM (Modelo digital de Elevación), en el software ArcGis 10.2.2®, donde se hace una clasificación de alturas al DEM, en la cual limita las alturas según el tipo de clima, esto a partir de la clasificación que da el Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, arrojando resultados en climas que varían desde templado hasta páramo con variedad de alturas desde los 1700 msnm hasta más de 4000 msnm. (Tabla 1)

Tabla 1. Límites de clima

CLIMA	ALTURA (msnm)
Templado	1.500-2.000
Frío	2.000-2.500
Muy Frío	2.500-3.000
Semipáramo	3.000-3.500
Páramo	> 3.500

Fuente: IDEAM

Figura 5. Climatología en el área de estudio.



Fuente: DEM SRTM, IDEAM, Autor

1.9 TRABAJO DE CAMPO

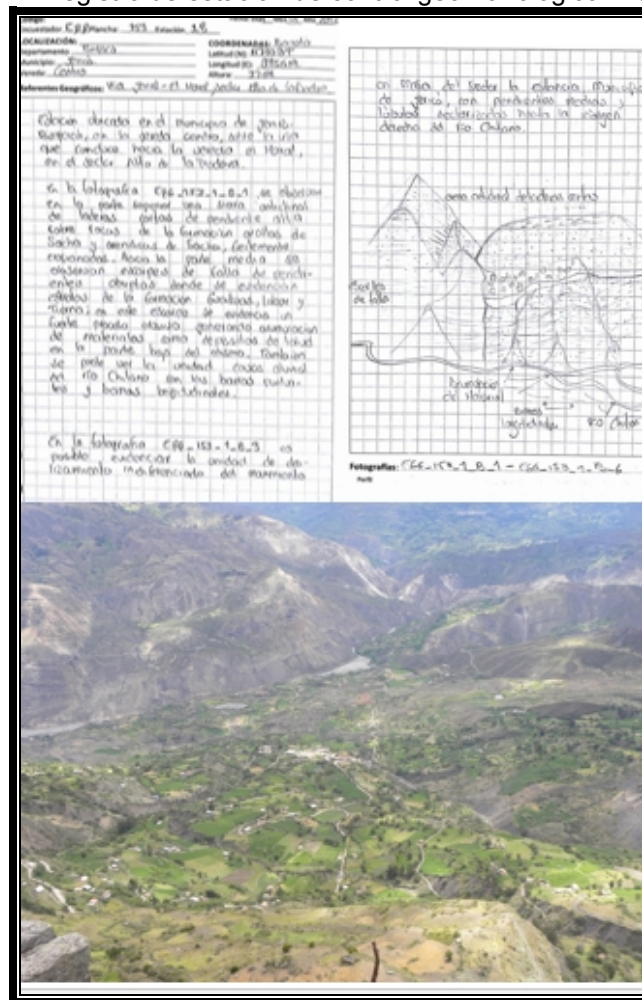
El proceso de trabajo de campo es una de las etapas con mayor influencia y más importancia del proyecto, debido a que en esta se confirma la veracidad de la información con la que se contaba, además de adquirir nueva información, para

complementar la base de datos que es indispensable para la interpretación y la generación de los productos finales. En campo se realizaron estaciones divididas en tres componentes y codificadas de la siguiente manera:

- Estaciones Geológicas: A.
- Estaciones Geomorfológicas: B.
- Estaciones de movimientos en masa: C

A manera de ejemplo se muestra la estación 1.

Figura 6. Registro de estación de control geomorfológico. EGG_153_01_B



Fuente: Proyecto de Investigación UPTC

Los datos en campo recopilados, se trataron en la etapa de oficina, generando una importante base de datos (Tabla 2). Resaltado se encuentra el punto de la estación anteriormente mostrada, cabe destacar que en la tabla se muestran sólo las estaciones correspondientes a los controles geomorfológicos.

Tabla 2. Estaciones de control geomorfológico.

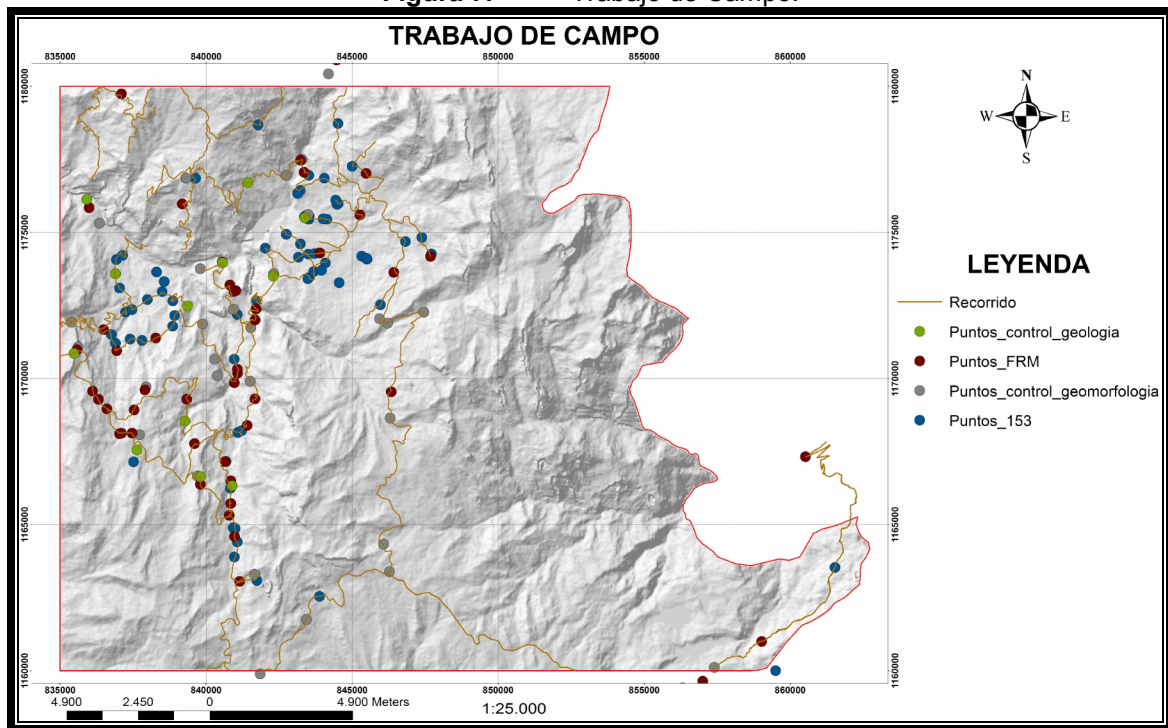
ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ALTURA	DIRECCIÓN
EGG_153_1_B	835619,5933	1171087,94	3264,257324	70
EGG_153_10_B	839806,5	1166374,539	3417,586914	110
EGG_153_12_B	839702,9162	1166666,217	3429,362793	240
EGG_153_13_B	839603,209	1167770,227	3282,041992	10
EGG_153_17_B	837722,2653	1168076,015	3483,436523	200
EGG_153_19_B	837947,5272	1169714,935	3208,982422	340
EGG_153_27_B	840388,1284	1170096,481	2889,105957	30, 100
EGG_153_28_B	835379,1399	1171925,704	3003,982422	110
EGG_153_32_B	836354,3506	1175317,054	2020,080811	340,50
EGG_153_37_B	839877,4713	1171865,911	2598,790039	65, 130
EGG_153_38_B	840291,8979	1170662,013	2768,70166	30
EGG_153_41_B	840940,6509	1172372,276	2632,916504	50
EGG_153_47_B	839802,5608	1173756,619	2259,927734	280
EGG_153_48_B	841514,2696	1169904,311	2814,36377	250
EGG_153_51_B	841531,0104	1171744,205	2735,055664	65,340
EGG_153_54_B	842317,5257	1173589,078	2837,435547	310, 220
EGG_153_56_B	843294,209	1177492,05	2598,790039	15
EGG_153_58_B	843496,9881	1175615,688	2677,376953	340
EGG_153_62_B	842755,9752	1176946,504	2649,258789	170
EGG_153_66_B	848321,6103	1181515,974	3284,925781	100, 190, 335
EGG_153_67_B	846708,832	1181816,513	3385,14209	250
EGG_153_70_B	844190,6302	1180423,433	3097,950684	130
EGG_153_71_B	839316,9657	1176860,183	3145,535645	220, 170
EGG_153_73_B	838498,4194	1182271,079	3128,231934	120
EGG_153_80_B	860523,3434	1167321,265	2139,283447	230
EGG_153_81_B	857402,2665	1160114,164	2965,530273	315, 140
EGG_153_82_B	856314,4389	1159409,553	3056,614258	10
EGG_153_83_B	854295,989	1158899,324	3173,413574	200
EGG_153_84_B	836224,6919	1154835,529	3581,009277	0
EGG_153_85_B	841662,2201	1163300,644	3681,226074	0
EGG_153_88_B	837625,7207	1154997,102	3593,026367	85
EGG_153_89_B	839384,3754	1156762,356	3591,103516	45
EGG_153_90_B	841856,3015	1159889,672	3494,491699	345
EGG_153_91_B	843443,6205	1161750,417	3444,262695	120
EGG_153_92_B	846281,6502	1163388,029	3474,784668	30

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ALTURA	DIRECCIÓN
EGG_153_93_B	846074,5631	1164331,098	3397,15918	75
EGG_153_94_B	846304,9089	1168642,153	3403,647949	305
EGG_153_95_B	847454,7982	1172267,602	3254,163574	55
EGG_153_96_B	846215,7522	1171891,138	3276,273926	200
EGG_153_97_B	845937,5835	1172045,601	3250,798828	310,25

Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Se realizó un recorrido por las principales vías, y por las que se consideraron como de importancia, debido a la presencia de Movimientos en Masa, cabe aclarar que debido a condiciones externas no se logró recorrer las vías en su totalidad, por el paso limitado o por problemas de orden público. (Figura 7)

Figura 7. Trabajo de Campo.



Fuente: Autor

2. GEOLOGÍA.

2.1 LITOESTRATIGRAFÍA.

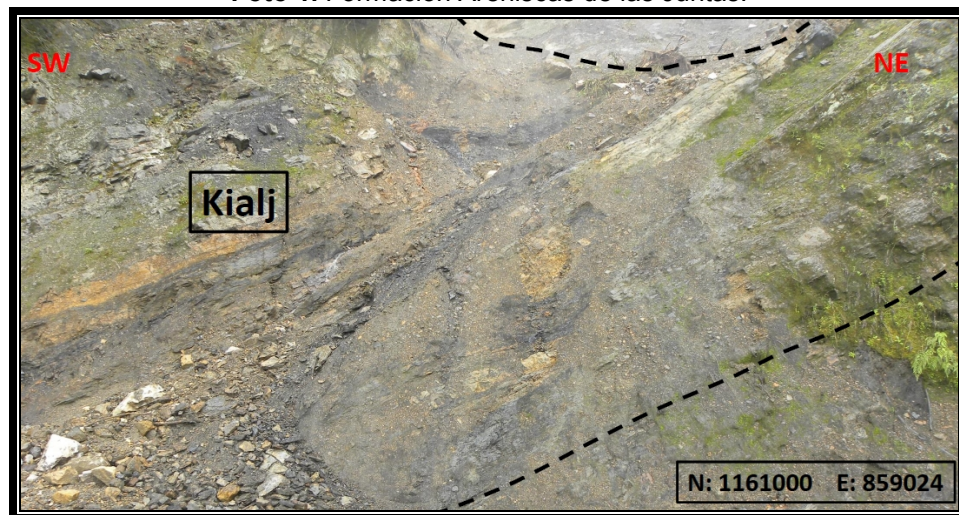
2.1.1 Cretáceo inferior.

2.1.1.1 Formación Areniscas de las Juntas (Kialj).

Las Areniscas de las Juntas, afloran principalmente en el extremo occidental de la zona de estudio, en el páramo de Los Ucubies en el sector El Arenal. Esta formación está compuesta principalmente por areniscas cuarcíticas de grano medio a grueso en bancos de hasta 50 cm, con intercalaciones de lodolitas fisibles oscuras, con contenido ferruginoso. La roca tiene un color gris marrón y una pátina oxidada característica. (Foto 1)

Texturalmente las areniscas tienen una selección media, los granos son redondeados y subredondeados y tienen contactos suturados o cóncavo-convexo. Toda la parte superior de la formación está constituida por bancos muy gruesos (5 a 20m) de areniscas de grano grueso y medio, ligeramente microconglomeráticas. Los bancos están constituidos por juegos de láminas inclinadas, de tipo planar paralela o tangencial paralela.²

Foto 1. Formación Areniscas de las Juntas.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

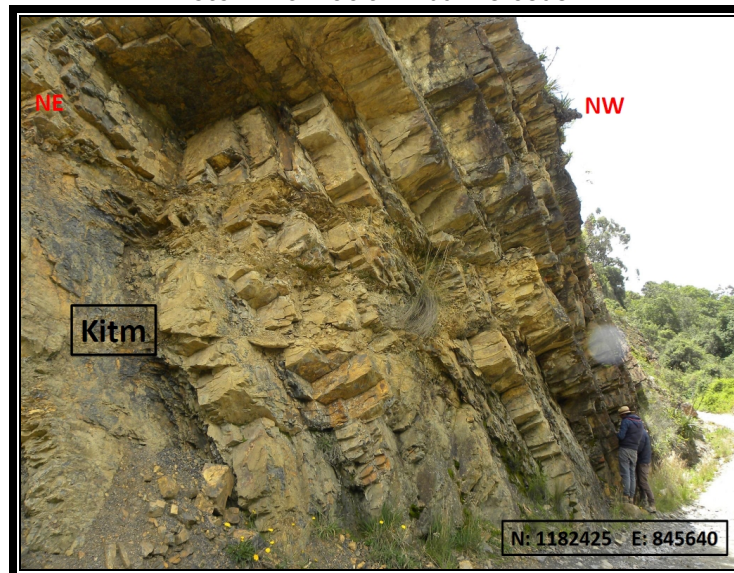
² Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

2.1.1.2 Formación Tibú-Mercedes (Kitm)

Formación aflorante en el municipio de Chita en la vereda Quichuba. Está constituida por bancos macizos de calizas biodetríticas de hasta 1,5 m de espesor, de color rojizo a gris, con intercalación de limolitas.

Los bancos de calizas se encuentran moderadamente fracturados, con evidencia de que la roca se formó en un ambiente marino debido a ondulitas existentes en el plano de estratificación. (Foto 2)

Foto 2. Formación Tibú-Mercedez



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

2.1.1.3 Formación Une o Aguardiente (Kia).

En la zona de estudio esta formación aflora en el municipio de Chita en las veredas Chipabetel, Rechiniga y Venados. Esta formación está constituida por areniscas cuarzosas grises, de grano medio a grueso, con potentes bancos de hasta 10 m de espesor, con delgadas intercalaciones de areniscas fina y lodolitas oscuras. Con presencia de niveles de areniscas glauconíticas. (Foto 3)

La formación, presentan una alternancia rítmica de capas blandas y duras. Se trata de secuencias grano-crecientes típicas de la progradación de las arenas litorales sobre los shales de la zona, situada por debajo del nivel de las olas. A medida que se sube en cada secuencia la energía del medio de depositación aumenta y se encuentran estructuras sedimentarias de mayor. Los intraclastos son de material similar al de las lodolitas de la base de la secuencia. Texturalmente las areniscas de la formación Une, no contienen matriz arcillosa y la selección es media, los

granos son subangulares a subredondeados, los contactos son cóncavo-convexos a planos.³

Foto 3. Formación Aguardiente



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

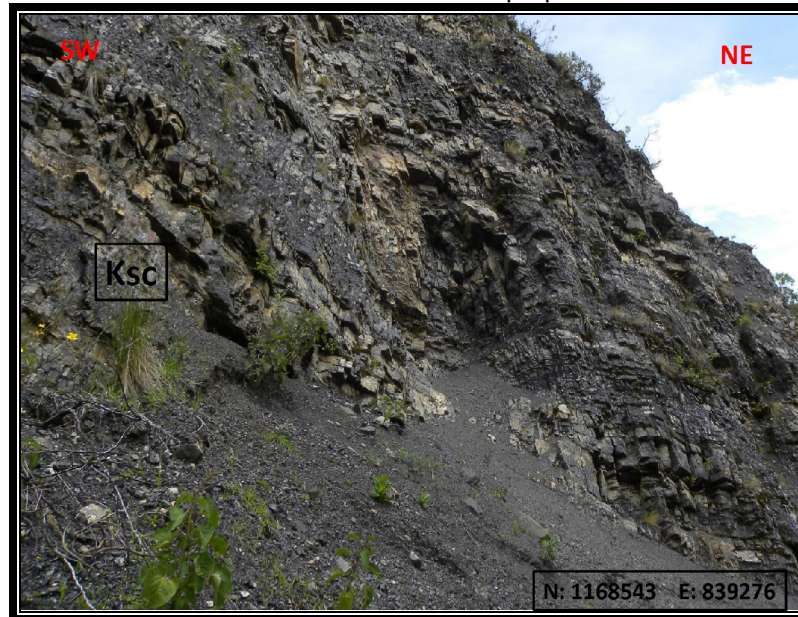
2.1.2 Cretáceo Superior

2.1.2.1 Formación Chipaque (Ksc).

Formación que aflora en la vereda El moral y Qundeva del municipio de Chita. En esta zona caracterizada por estar compuesta por calizas oscuras fisuradas y agrietadas con un grado de meteorización bajo e intercalaciones de areniscas de grano fino a medio y lodolitas oscuras fracturadas generando panelitas, litología característica del miembro medio de la formación. En la vereda Chipabetel del municipio de Chita la litología cambia a una mayor composición de lodolitas fisibles negras ferruginosas, con intercalaciones de areniscas finas cuarcíticas características del miembro superior de la formación.(Foto 4)

³ *Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.*

Foto 4. Formación Chipaque



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

2.1.2.2 Formación La Luna (Ksl).

Las rocas de la formación se encuentran distribuidas por la zona de estudio con presencia en casi todas las veredas del municipio de Chita, ya que debido al intenso tectonismo es muy común observarla aflorando. (Foto 5)

La base de la formación está compuesta por un conjunto de calizas y porcelanitas y lutitas lodosas, en la base del cual existen unos nódulos de caliza de tamaño muy grande, que contienen a veces pirita. Dentro de este conjunto la cantidad y el tamaño de los nódulos disminuyen hacia arriba. La parte central de la formación está compuesta de lutitas lodosas, y areniscas de grano muy fino, que pasan progresivamente a un conjunto de areniscas de grano fino en bancos macizos. El conjunto superior está formado principalmente por una secuencia monótona de calizas negras lodosas, laminadas, ricas en materia orgánica y en arcilla, en las cuales abundan los foraminíferos.⁴

⁴Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

Foto 5. Formación la Luna



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

2.1.2.3 Formación Los Pinos (Kslp).

La formación aflora con frecuencia en la zona. En el caserío La Chorrera, se caracteriza por presentar una litología de lutitas lodosas con delgadas intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino con cemento silíceo. (Foto 6)

La Formación está constituida por una mayoría de lutitas lodosas oscuras, en bancos de 1 a 10 metros de espesor, entre los cuales se intercalan bancos de 5 cm a 1 m de areniscas cuarcíticas, con cemento silíceo. A veces estas areniscas pasan lateralmente a calizas arenosas lumaquéllicas que contienen abundantes conchas de ostras. En la parte superior de la formación los bancos duros se vuelven más frecuentes y más gruesos pero la granulometría es siempre fina, lo que distingue claramente estas areniscas de las de la base de la Arenisca Tierna⁵.

⁵Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

Foto 6. Formación Los Pinos



Fuente: Proyecto de investigación UOTC

2.1.2.4 Formación Arenisca Tierna (Ksat)

Formación aflorante en el municipio de Jericó en la Loma San Pedro, compuesta por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso en bancos gruesos con delgadas intercalaciones de lodolitas y areniscas de grano fino. (Foto 7)

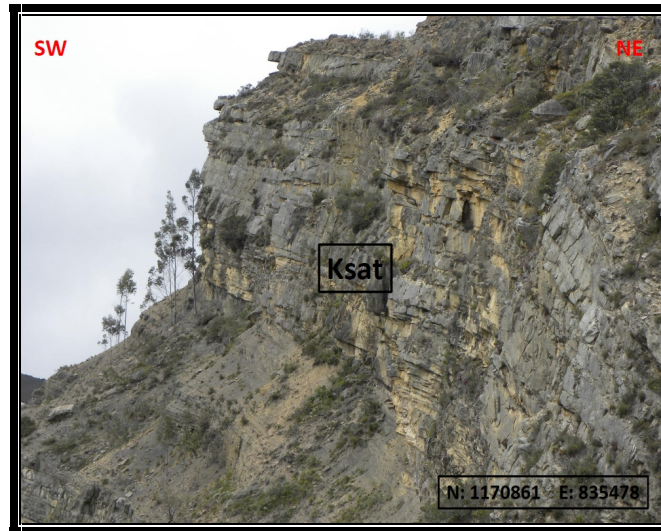
La Formación Arenisca Tierna, consiste principalmente en unos bancos de 30cm a 5m, de areniscas de grano medio, que se agrupan en conjuntos macizos de unos 10 metros de espesor. De manera frecuente se observan estratificaciones cruzadas de gran escala y ondulitas formadas por olas. Las areniscas son cuarzoarenitas bien seleccionadas, con cemento calcareo-ferruginoso, a menudo remplazado por un cemento síliceo.⁶

En las areniscas y especialmente al tope de los bancos, se encuentran a veces niveles con numerosos lamelibranquios. Entre las areniscas existen intercalaciones más delgadas de lutitas lodosas, bioturbadas, y areniscas de grano fino con ondulitas. Las areniscas de esta formación son claramente marinas y fueron probablemente depositadas en una zona litoral donde existían Corrientes rápidas capaces de formar dunas submarinas⁷.

⁶ Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

⁷ Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

Foto 7. Formación Arenisca Tierna



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

2.1.3 Terciario

2.1.3.1 Formación Guaduas (Tkg).

Las rocas de la formación Guaduas alforan en la vereda La Playa del municipio de Chita, compuestas por Lodolitas fisibles grises y negras con frecuentes intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, con ondulitas y estructuras entrecruzadas. (Foto 8)

En la parte central del Guaduas, se observaron delgadas capas de carbón. Los carbones de la Formación Guaduas se formaron probablemente en un ambiente parálico. La granulometría y las estructuras sedimentarias ponen en evidencia la existencia de un ambiente de energía baja⁸.

Foto 8. Formación Guaduas



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

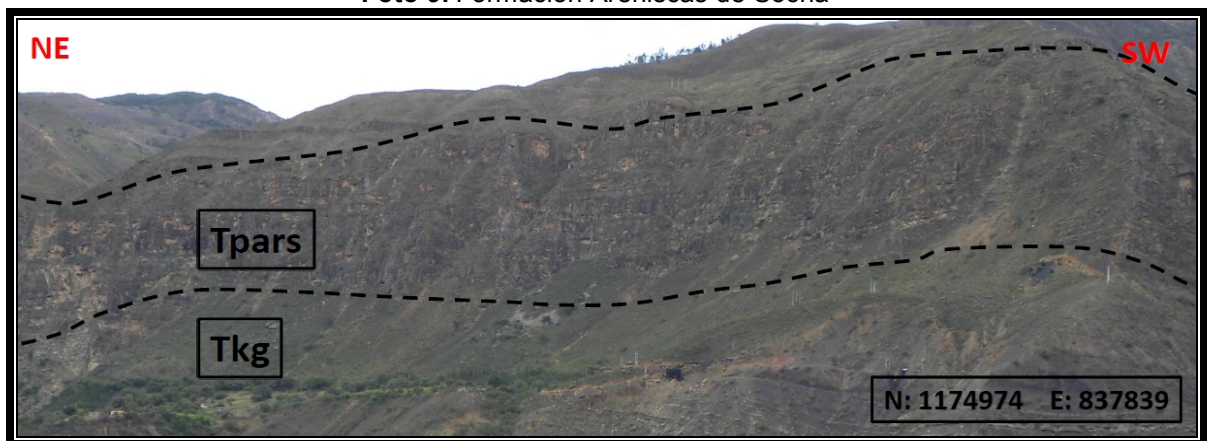
⁸Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

2.1.3.2 Formación Areniscas de Socha (Tpars)

Formación que aflora en las veredas, Venados, Rechiniga, Quichuba y La playa del municipio de Chita, conformada por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con ondulitas y estructuras entrecruzadas en bancos gruesos con delgadas intercalaciones de lodolitas negras y areniscas finas oscuras. (Foto 9)

Hacia la parte inferior de la Formación la estratificación se hace más delgada y el grano es más fino. En el tope también los bancos son menos espesos y las intercalaciones de lodolitas y de areniscas finas son más abundantes. En toda la sección las areniscas presentan estructuras entrecruzadas planas unidireccionales de gran tamaño y cerca al contacto superior se observan ondulitas y estructuras entrecruzadas en espigas de pescado. Las areniscas tienen una pátina blanca o clara y son de color blanco o rosado. Generalmente las areniscas rosadas se encuentran en la parte central de la sección y hasta 1 centímetro de la superficie de la roca el color es blanco debido a la lixiviación superficial de los óxidos de hierro del cemento. Están compuestas de granos de cuarzo monocristalino y policristalino a veces estirados, de forma subangular a subredondeados, con una selección baja a media. Estas areniscas que se encuentran en la parte inferior y media se pueden clasificar como cuarzo-arenitas submaduras. Hacia la parte superior de la Formación, las areniscas contienen un 5% de chert y fragmentos carbonosos. Los granos son subredondeados a redondeados y la selección es buena, o sea que texturalmente son más maduras que las de la parte inferior⁹.

Foto 9. Formación Areniscas de Socha



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

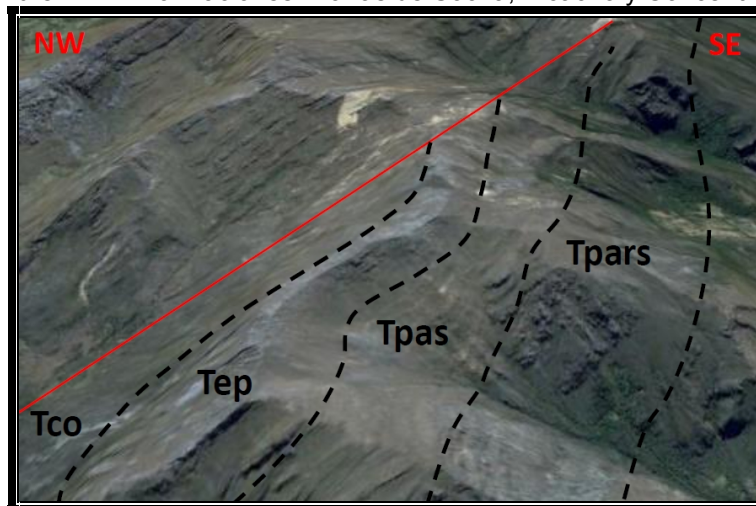
⁹Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

2.1.3.3 Formación Arcillas de Socha (Tpas)

Formación que aflora en las veredas, Venados, Rechiniga, Quichuba y La playa del municipio de Chita, conformada por Lodolitas físis, de color claro, verdosas o amarillentas, con varias intercalaciones de areniscas líticas de grano medio, con cemento silíceo a calcáreo. (Figura 8)

La Formación está compuesta por lutitas lodosas negras a oscuras, a veces carbonosas, en capas de 50 cm a 10 metros de espesor, separadas por conjuntos arenosos de 50cm a 7 metros de espesor, con estratificación delgada. En los 100 primeros metros de la Formación se encontraron a veces hasta 5 capas de carbón de 10 a 90cm de espesor, separadas por bancos de lutitas y areniscas. Las areniscas de esta secuencia son de color gris oscuro a gris verdoso, y se presentan en bancos de 5 cm a 1 metro de espesor, a menudo con estratificación cruzadas en artesas o planas, y laminaciones paralelas, los niveles duros forman el 20 a 40% de la parte inferior de la Formación¹⁰.

Figura 8. Formaciones Arcillas de Socha, Picácho y Concentración.



Fuente: Google Earth.

2.1.3.4 Formación Picacho (Tep).

Formación que aflora en la vereda Quichuba en el alto los Guaches en el municipio de Chita. Se presenta un difícil acceso, no carretable, por lo tanto no fue tomada una zona donde esta aflorara. (Figura 8)

Formación compuesta principalmente de areniscas macizas claras y limpias, de grano fino a grueso y en parte conglomeráticas, con delgadas intercalaciones de lutitas grises a marrón, micáceas. Tiene unos bancos de areniscas que son

¹⁰Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

generalmente muy macizos y presentan estructuras entrecruzadas de gran tamaño, planas o en artesas. Las areniscas son de color blanco, rosado o gris verdoso con patina gris. La selección es mala y se mezclan los granos angulares y bien redondeados. Estas areniscas se pueden clasificar como arenitas Líticas o sublíticas submaduras. Los conglomerados presentan cantos subredondeados a redondeados de cuarzo, chert y lutitas negras o verdosas, que alcanzan hasta 3cm de diámetro máximo, la matriz es arenosa.¹¹

2.1.3.5 Formación Concentración (Tco).

Formación que aflora en la vereda Quichuba en el municipio de Chita. Se presenta un difícil acceso, no carretable, por lo tanto no fue tomada una zona donde esta aflorara. (Figura 8)

El espesor parcial de la Formación Concentración es de unos 315 metros. La Formación está compuesta principalmente por lutitas limosas, arcillosas y carbonosas, en las cuales sobresalen algunos bancos de arenisca cuarcíticas de grano fino. Unos 50 metros encima de la base de la Formación existen algunos bancos de areniscas de grano medio, en la base de los cuales se encontró una capa de hierro de 40 cm a 1 m de espesor. En los 50 primeros metros de la Formación, las lutitas son arcillosas y de color verde, rojo o amarillo, con delgadas intercalaciones de areniscas cuarcíticas de grano fino, en bancos de 5 a 50 cm de espesor. En el resto de la serie, las lutitas, que se presentan en bancos de varios metros de espesor, son limosas, carbonos, y de color negro, con estratificación ondulada. Contienen abundantes nódulos limosos que alcanzan hasta 40 cm de diámetro. La mayor parte de las areniscas se presentan en bancos de 1 a 10cm de espesor, que forman conjuntos duros de 20cm a 1m Las areniscas tienen una estratificación ondulada, muestran ondulitas y son a menudo bioturbadas. Los granos que las conforman son angulares a subangulares¹².

2.1.4 Unidades sin consolidar

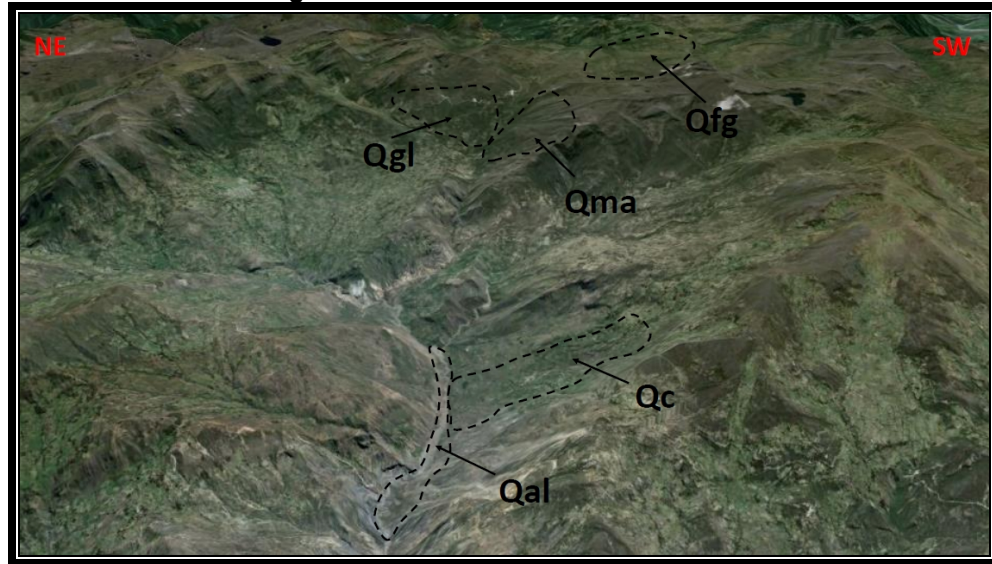
2.1.4.1 Depósitos Aluviales (Qal).

Depósitos aluviales que se ubican hacia las márgenes de los drenajes principales tales como el río Loblanco, Higueras y Canoas, que consisten de bloques redondeados a subredondeados, principalmente de arenitas, en una matriz arenarcillosa. Presentan una morfología plana. (Figura 9)

¹¹Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

¹²Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

Figura 9. Unidades sin consolidar.



Fuente: Google Earth.

2.1.4.2 Depósitos Coluviales (Qc)

Sobre los flancos de algunos valles, ciertos derrumbes o deslizamientos del terreno, particularmente grandes, se denominaron Depósitos Coluviales como en la veredas Chipabetel del municipio de Chita y el corregimiento Cheva del municipio de Jericó. No se hizo distinción entre depósitos antiguos cubiertos por vegetación y derrumbes recientes. (Figura 9)

2.1.4.3 Depositos Fluvio-Glaciares (Qfg)

Ubicados en las veredas El Moral y Venados del municipio de Chita. Son los depósitos formados por arenas, gravas y arcillas depositadas de manera reciente. Constituyen terrazas bajas sobre las orillas de los ríos y los procesos que los depositaron, son claramente fluviales. Sin embargo fueron llamados Fluvio-Glaciares, porque se considera que están formados principalmente por depósitos de origen glaciar. (Figura 9)

2.1.4.4 Morrenas (Qma) y Depósitos Glaciares (Qgl)

Ubicados en las vereda El Moral y Venados. En el campo o principalmente sobre imágenes satelitales se cartografiaron varios tipos de depósitos glaciares entre los cuales se diferenciaron las Morrenas Antiguas (Qma), y los Depósitos Glaciares Indiferenciados (Qgl). (Figura 9)

La respectiva columna estratigráfica de la región se encuentra en el *ANEXO 2*

2.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

En la zona de estudio se encuentra una gran cantidad de fallas, la mayoría de estas de tipo inversas debido a la compresión en el Terciario que las hizo cambiar de normales a fallas inversas y de cabalgamiento. Esto debido a los intensos eventos tectónicos que se dieron a lo largo del límite oriental de la cordillera oriental. Estas fallas no se prolongan debido al intenso tectonismo que afectó la zona del piedemonte llanero; a excepción de una que puede catalogarse como una falla de impacto regional por lo tanto una falla de importancia.

Falla de Chiscas: Falla de tipo inverso, presenta una dirección N-NE, que tiene lugar en el sector occidental de la zona, ésta mantiene su rumbo y pone en contacto la secuencia Cretácica del occidente, con la secuencia terciaria de oriente.

En el área aledaña al río Loblanco existen una serie de fallas con direcciones E-W que aparentemente son fallas de rumbo.¹³

Anticlinal El Morro: Estructura asimétrica y abierta, con vergencia hacia el Este, constituida por rocas del periodo Cretácico, con su eje sobre la formación Chipaque, con una longitud en el área aproximadamente de 16 Km.

2.3 EVOLUCIÓN TECTÓNICA

2.3.1 Cretáceo Inferior.

Desde el Berriaciano hasta el final de la depositación del Une, la velocidad de subsidencia promedio es estimada alrededor de 11 cm/1000 años. Esta velocidad es bastante rápida y según Perrodon et al (1982) típica de cuencas sometidas a esfuerzos de tensión (Rift, cuencas marginales back-arc)¹⁴.

La existencia de un magmatismo básico en la cuenca durante el Cretáceo inferior (Fabre y Delaloye, 1982) confirma el estado de distensión, así como la presencia probable de fallas normales sobre el borde llanero, las cuales impiden al mar invadir la plataforma estable hacia el este.¹⁵

¹³ Reconocimiento geotécnico de los deslizamientos de las zonas rurales del municipio de Chita Boyacá. INGEOMONAS 1986

¹⁴ Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

¹⁵ Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

2.3.2 Cretáceo Superior.

Durante esta época la velocidad de subsidencia de la cuenca disminuye a la mitad y pasa a un promedio de 5cm/1000 años. Entre el Cenomaniano medio y el Campaniano inferior, el ambiente se vuelve ligeramente más profundo, pero esta profundización corresponde probablemente más a una elevación del nivel de los mares durante el Cretáceo superior que a un aumento de la subsidencia debido a fenómenos tectónicos¹⁶.

2.3.3 Terciario Inferior.

En ciertas zonas de la Cordillera Oriental la sedimentación continúa hasta por lo menos el Oligoceno medio (Formación Concentración). Durante todo el Terciario inferior el ambiente de sedimentación es litoral o fluvial. La transgresión de la formación Concentración, la flora tropical de los depósitos parálisis con carbones, demuestran que a pesar de ciertos movimientos tectónicos (Paleoceno inferior, Eoceno inferior) la región no sufrió ningún levantamiento importante antes del Mioceno inferior. Durante el Terciario inferior la subsidencia continúa con una tasa de unos 4 cm/1000 años en promedio y que hasta el final de esta época la cobertura sedimentaria casi no es plegada, pero que podían existir unas pre-estructuras indicadas por variaciones en los espesores de las formaciones del Terciario inferior entre las zonas sinclinales y anticlinales. La base del Cretáceo alcanzaría por lo menos -7500 m, de profundidad a finales del Terciario inferior. El régimen de distensión desapareció totalmente en la cuenca y es probable que ocurrieran débiles fases de compresión que no produjeron ningún levantamiento importante en la cuenca.¹⁷

2.3.4 Terciario Superior.

Es durante el Neógeno que ocurren los principales movimientos que deforman la cobertura sedimentaria acumulada en la cuenca durante el Cretáceo y el Terciario Inferior. La emersión definitiva de la Cordillera está reflejada por la aparición de capas conglomeráticas en la formación Concentración.¹⁸

Utilizando las dataciones de las bases de las formaciones Concentración y Picacho, se puede concluir que la fase principal de plegamiento ocurrió entre el Mioceno Medio y Superior y que se relaciona con las dos fases stirianas

¹⁶Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

¹⁷ Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

¹⁸ Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.

(17 y 10 M.a) mencionadas por Schwan (1980). Además se sabe que antes del Plioceno la cobertura sedimentaria estaba ya parcialmente erosionada. Los trabajos de van der Hammen (195~1973) y de Dueñas (1980), en la región de Bogotá permiten seguir la historia del levantamiento de la Cordillera Oriental durante el Plioceno y el Pleistoceno. Se puede pensar que fué aproximadamente similar en la zona de la Sierra Nevada del Cocuy, teniendo en cuenta las diferencias de alturas actuales entre las dos zonas. Al principio del Plioceno (5 M.a) la altura promedio de la región de Bogotá no pasaba los 500 metros como lo demuestra la flora tropical recolectada en la formación Picacho.¹⁹

Al Este de Bogotá ciertas montañas alcanzaban ya alturas de unos 2000 metros. Por lo tanto se supone que en una zona como la de la futura Sierra Nevada del Cocuy existían picos con alturas de 2500 metros²⁰.

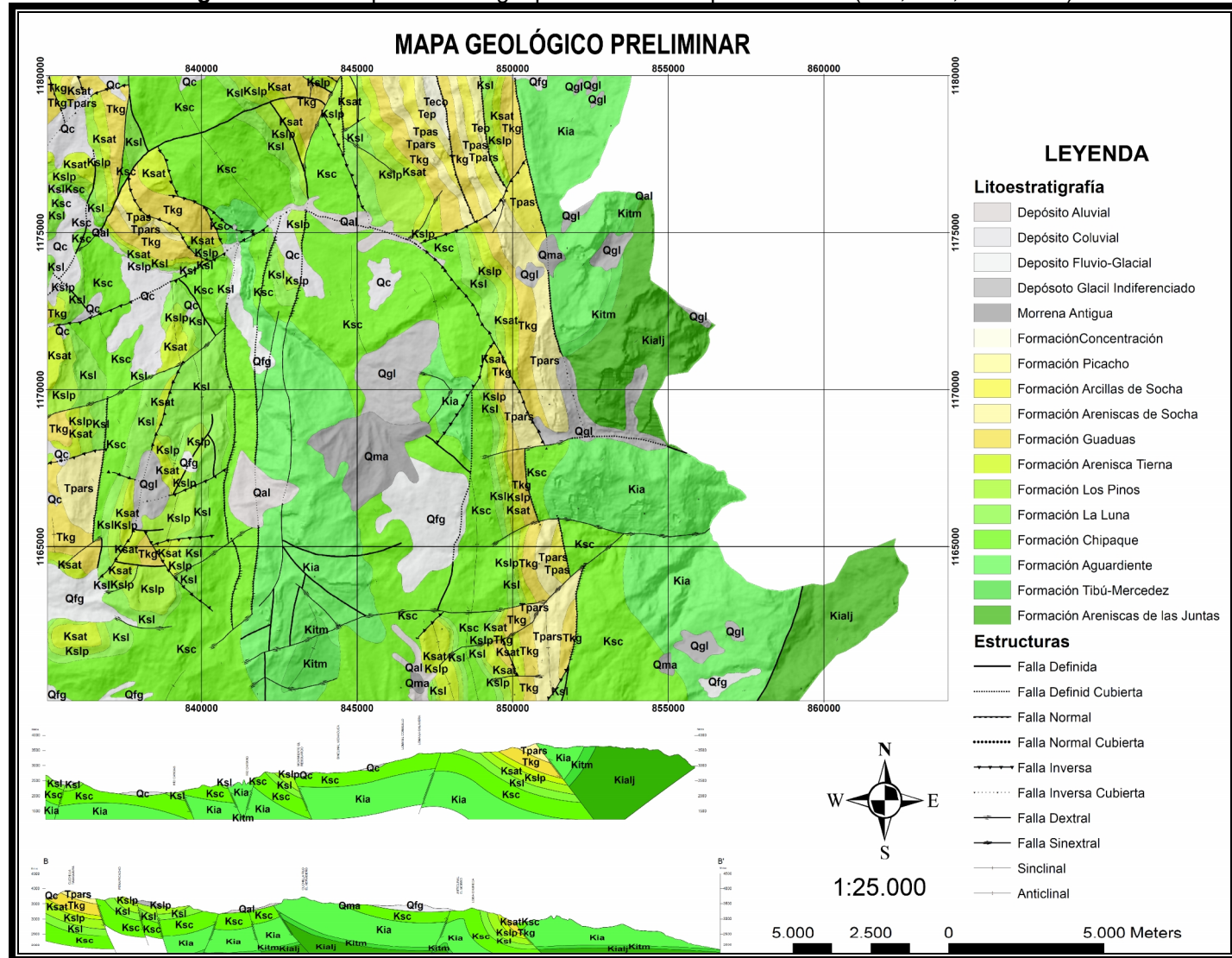
Una vez ocurre y cesan las fases del proceso de la orogenia Andina, sobrevienen una serie de eventos de acomodación local de las capas y estratos que conforman el orogeno emergido, eventos durante los cuales seguramente se presentaron sobrepresiones en algunos bloques, porque es necesario recordar que toda la cordillera no se comporta como un solo bloque sino que es la suma de gran cantidad de ellos. En este sentido, desde el Mioceno Superior hasta el Plioceno Inferior, hacia el este ocurre un evento compresivo. Van der Hammen (1973) sugiere que la velocidad de levantamiento de la zona puede haber alcanzado velocidades que varían entre 2 y 10 mm por año durante el periodo de levantamiento máximo. Durante el resto del Cuaternario el levantamiento continúa pero de manera poco marcada, y la tasa de erosión es más rápida que la del levantamiento.²¹

¹⁹ *Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.*

²⁰ *Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.*

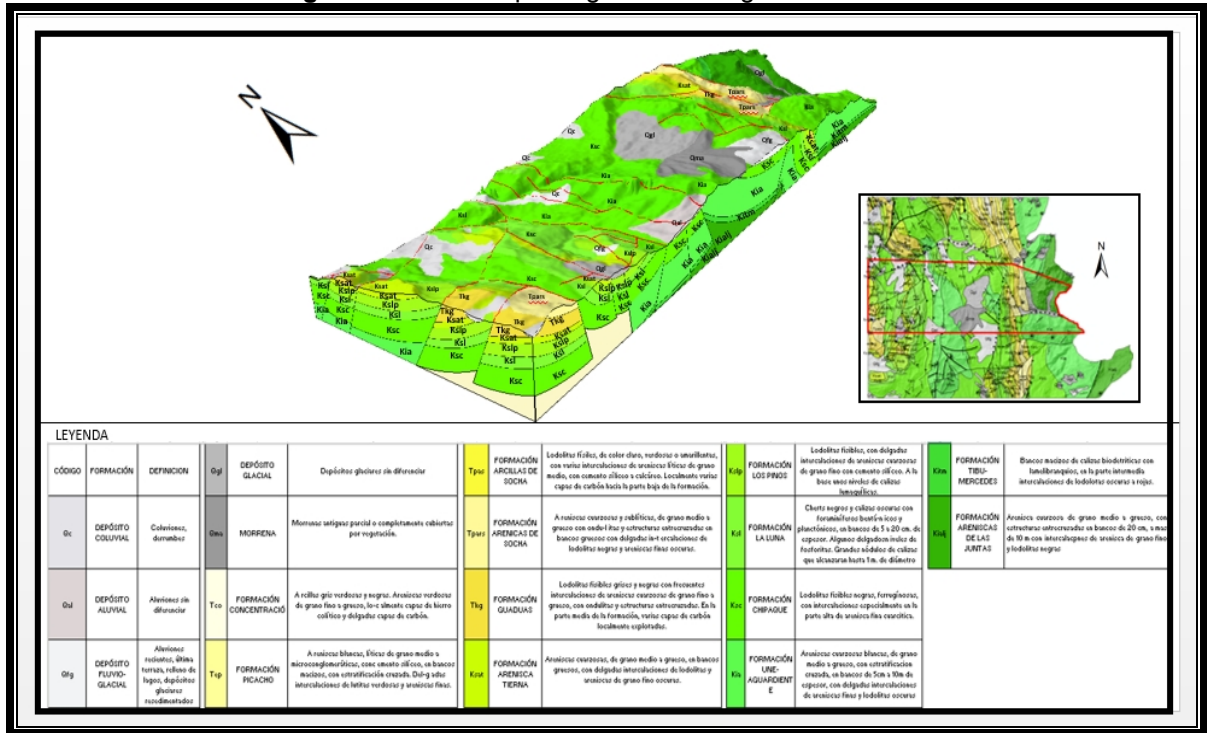
²¹ *Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de La Salina y Sácama, Plancha 153- Chita, Boyacá, Arauca y Casanare por Antonie Fabre 1983.*

Figura 10. Mapa de Geología preliminar de las planchas 153 (III-B, III-D, IV-A, IV-C)



Fuente: Autor.

Figura 11. Bloquediagrama Geología Preliminar.



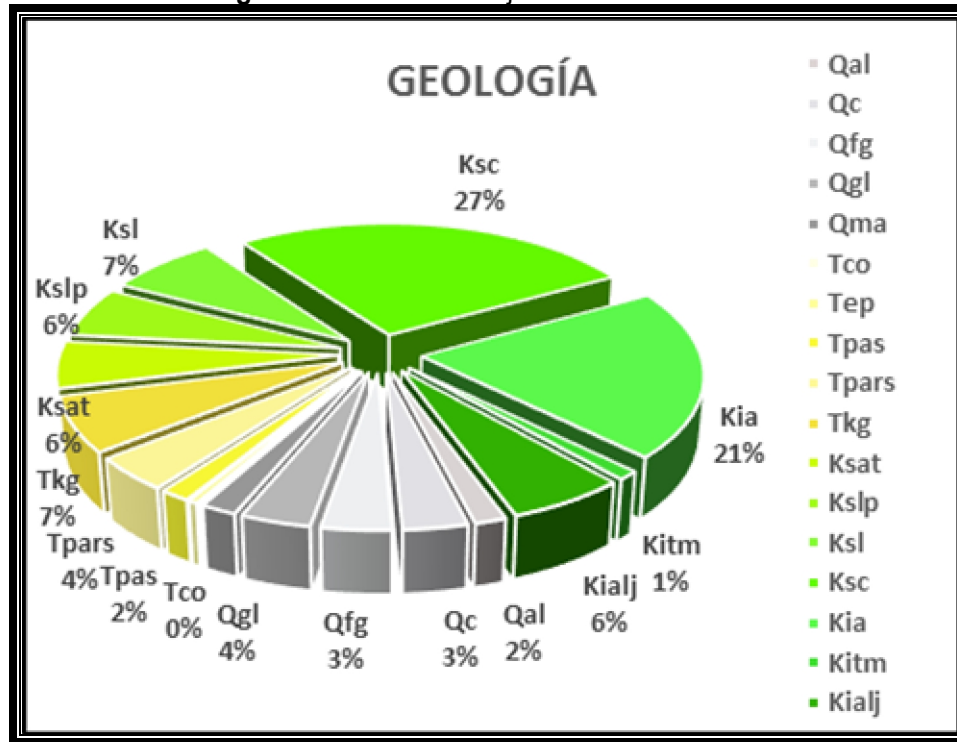
Fuente: Autor

Tabla 3. Porcentaje de las formaciones.

Formación (Código)	Área (Km ²)	Área (%)
Qal	6,718	1,580
Qc	13,798	3,246
Qfg	14,809	3,484
Qgl	14,989	3,526
Qma	7,650	1,800
Tco	0,812	0,191
Tep	1,894	0,446
Tpas	6,409	1,508
Tpars	17,434	4,101
Tkg	28,346	6,668
Ksat	24,064	5,661
Kslp	25,826	6,075
Ksl	31,036	7,301
Ksc	113,973	26,812
Kia	87,269	20,530
Kitm	4,538	1,068
Kialj	25,523	6,004
Total	425,088	100

Fuente: Autor

Figura 12. Porcentaje de las formaciones.



Fuente: Autor

En la zona de estudio se caracterizaron 12 formaciones geológicas, entre las que tienen lugar 7 del periodo Cretácico y las 5 restantes pertenecen al periodo Terciario, además se observaron unidades sin consolidar denominadas como depósitos cuaternarios que se encuentran sobre deslizamientos en algunos casos como en los depósitos coluviales. La formación geológica con mayor porcentaje de área en la zona es la formación chipaque. Una característica marcada de la zona es la influencia que tienen las fallas en su mayoría de tipo inverso entre las que se distingue la falla de chiscas que es la falla regional que atraviesa la zona, dicha falla pone en contacto la secuencia geológica del periodo cretácico al este con la secuencia del periodo terciario al occidente; cabe destacar que la secuencia del periodo cretácico ocupa más de la mitad del porcentaje de área de la zona de estudio.

3. GEOMORFOLOGÍA

La Geomorfología es la ciencia que trata la descripción y el estudio de la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y recientes de terreno (tanto terrestres como submarinas) y su relación con las estructuras infrayacentes. Esta ciencia está enfocada al análisis de la superficie de la tierra en donde interactúan la litosfera, la hidrósfera, la atmósfera y la biosfera (Carvajal, 2008).

Esta ciencia involucra y relaciona al paisaje con los procesos que le dieron origen y sus condiciones ambientales. Según esto, la interpretación de la geomorfología tiene por finalidad la descripción de las formas del terreno, y la explicación de su génesis (origen), evolución a través del tiempo geológico, la definición de la naturaleza de los materiales, la clasificación de los paisajes según el proceso o agente natural dominante, composición, edad, y la explicación de la magnitud de los agentes y procesos geomorfológicos modeladores.²²

Para este estudio se realizaron los mapas Morfodinámico y Morfogenético, debido a que son las variantes de mayor importancia para la finalidad del mismo, estos mapas se elaboraron teniendo en cuenta la guía del Servicio Geológico Colombiano (SGC) “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012”.

3.1 MORFODINÁMICA.

Los procesos morfodinámicos corresponden a una serie de acciones sucesivas y/o simultáneas y sinérgicas a través de las cuales los agentes morfogenéticos, principalmente los externos, son capaces de modelar las formas de la superficie terrestre. Los procesos morfodinámicos están asociados a una secuencia conformada por la erosión de las rocas, el transporte de los materiales removidos y la sedimentación de dichos detritos. En consecuencia, los procesos morfodinámicos dependen de una serie de factores externos relacionados con la energía del agente morfogenético y la posición geomorfológica y de factores internos tales como la composición mineralógica de las rocas, su textura y grado de cohesión.²³

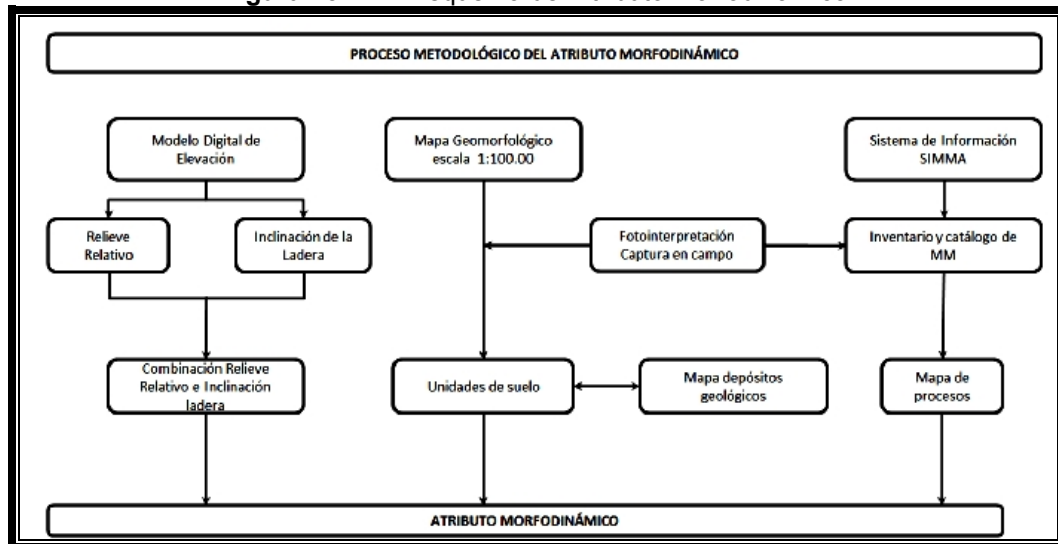
La morfodinámica corresponde al proceso en el que se realiza una representación de los movimientos en masa activos, inactivos o reactivados, que se encontraron y posteriormente registraron en un inventario de movimientos en masa. Esta variable se genera a partir de la representación cartográfica de estos movimientos inventariados y la información obtenida en trabajo de campo.

²² *Propuesta metodológica sistemática para la generación De mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la Zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012).*

²³ http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/1_1_2.html

La zona se caracteriza por presentar procesos erosivos y denudativos acentuados en las zonas de recorrido de los ríos Loblanco y Canoas. Se presentan movimientos en masa de gran magnitud como El Resguardo en el municipio de Chita y La estancia en el municipio de Jericó, además en la zona se presentan periodos largos de precipitación lo que facilita la generación de mas zonas inestables. La generación del atributo morfodinámico se realiza a través de un proceso en el que se tienen en variables, el cual se construye a partir de la representación cartográfica de los suelos transportados vistos como geoforma, del inventario de los movimientos en masa que tienen lugar en el territorio, de la fotointerpretación, y trabajo de campo y de las variables geométricas derivadas del modelo de elevación DEM. (Figura 12)

Figura 13. Esquema del Atributo Morfodinámico.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012).

Del anterior esquema se concluye que se debe agrupar:

- La Inclinación de las Laderas (IL) con el Índice de Relieve Relativo (RR), para obtener el componente Relaincli.
- Las unidades del suelo derivadas del mapa geomorfológico.
- El inventario de movimientos en masa.

3.1.1 Inclinación de la ladera.

La inclinación de la ladera es un factor determinante para relacionar el tipo de material que se encuentra en ésta y además muestra indicativos de si la unidad geomorfológica puede ser susceptible a presentar movimientos en masa. (Figura 15)

A continuación se muestran los grados de inclinación de la ladera de Vargas (2001, en INGEOMINAS 2004) y modificado por (SGC 2012), y su relación con la resistencia del material. La calificación (CalIncli). (Tabla 3)

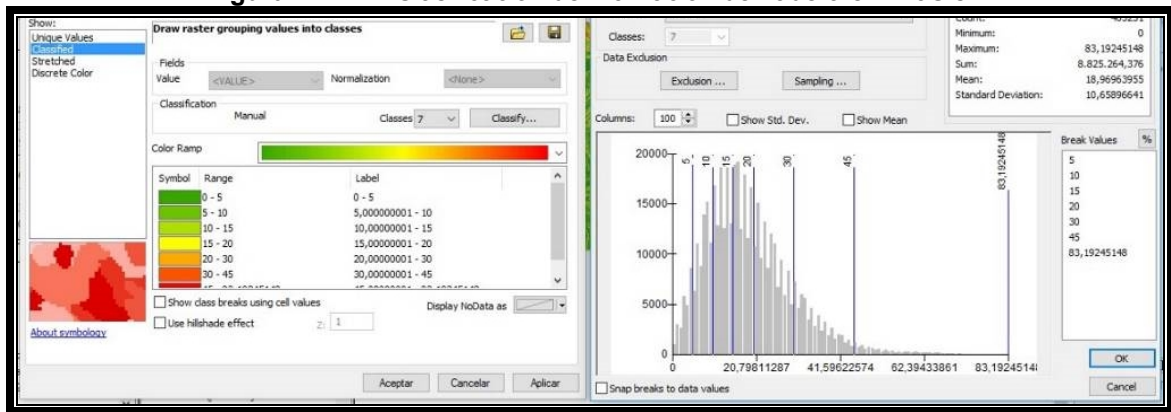
Tabla 4. Calificación de la Inclinación de Ladera

Inclinación (Grados)	Descripción	Características del Material	CALINCLI
<5	Plana a suavemente inclinada	Muy blanda y Muy baja susceptibilidad a MM	1
5-10	Inclinada	Blanda y baja MM.	1
10-25	Muy Inclinada	Moderadamente Blanda y Moderada susceptibilidad a MM.	2
15-20	Abrupta	Moderadamente Resistente y Moderada susceptibilidad a MM.	2
20-30	Muy Abrupta	Resistente y Alta susceptibilidad a MM.	3
30-45	Escarpada	Muy Resistente y Alta Susceptibilidad a MM.	3
>45	Muy Escarpada	Extremadamente Resistente y Alta susceptibilidad a MM.	3

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012).

En el programa ArcGis 10.2.2 con la herramienta “Slope” se obtiene la Inclinación de la Ladera, esto a partir de una clasificación que realiza dicha herramienta al DEM, que caracteriza cada ladera por su pendiente en grados. Se procede a hacer la clasificación según que propone el SGC 2012. (Figura 13) con los datos de la Tabla 3 , es decir clasificando con el valor mínimo que es de 0-5 a las laderas con una inclinación plana o suavemente inclinada, de esta forma se prosigue con la clasificación hasta llegar al valor de pendiente más alto en la zona que es de 83° de inclinación.

Figura 14. Clasificación de Inclinación de Ladera en ArcGis.

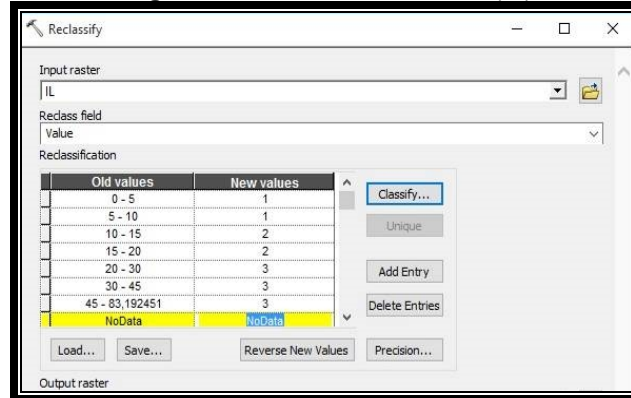


Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012), Autor

Luego se procede a calificar la Inclinación de la Ladera como propone el (SGC 2012) con la herramienta “Reclassify” del mismo programa. (Figura 14). Que propone que la reclasificación se haga con valores de 1-3 dependiendo la clasificación anterior. Es decir para los valores de inclinación de la pendiente de 0-10°, el nuevo valor será de 1. El valor más alto en esta reclasificación es de 3 que

para este caso se toma los valores con la pendiente o inclinación de ladera de 20-83°.

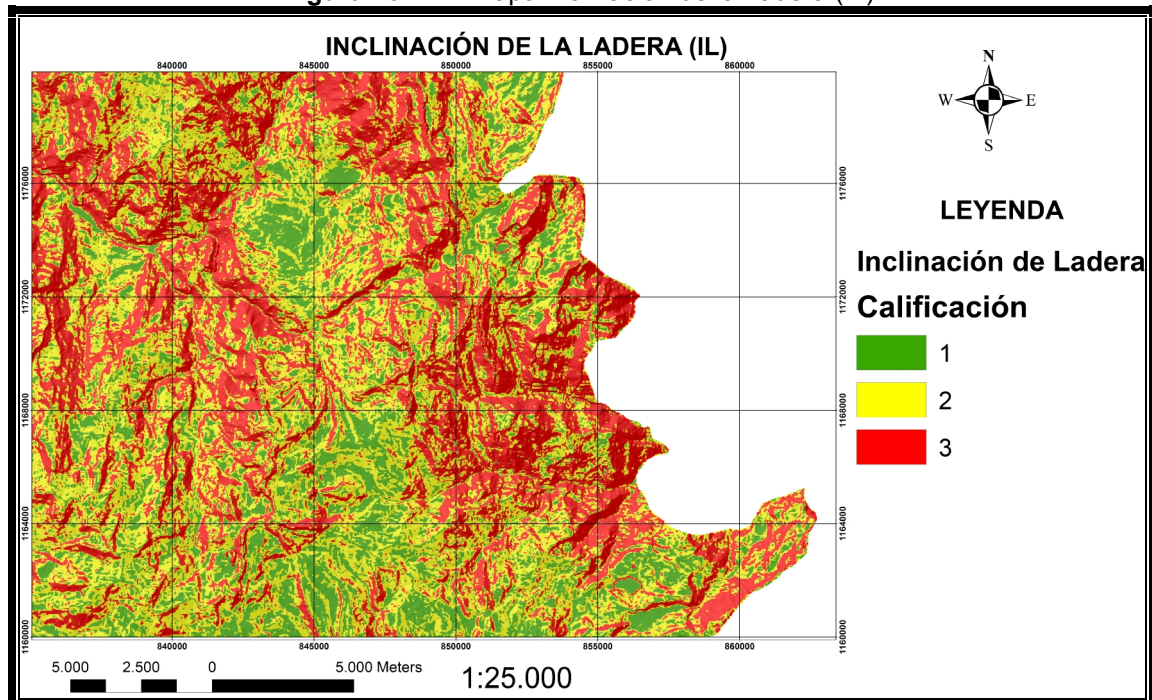
Figura 15. Calificación de (IL)



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012), Autor

Después de realizar la reclasificación se procede a identificar cada valor con un color determinado, en este caso se optó por colocar tonalidades de verde a rojo según su calificación, es decir los valores menores adoptan una coloración verde, y los valores más altos toman una coloración roja. (Figura 15)

Figura 16. Mapa Inclinación de la Ladera (IL).



Fuente: Autor

3.1.2 Índice de Relieve Relativo (RR).

Se hace referencia a que el relieve relativo representa la diferencia de altitud de la geoforma, independientemente de su altura absoluta o nivel del mar. Ella se mide por la diferencia de alturas entre la parte más baja y alta. (Figura 18)

A continuación se muestran los intervalos de altura del relieve relativo, tomados de Van Zuidam (1986) y su relación con la resistencia de los materiales asociados. La calificación (CalRelie). (Tabla 4)

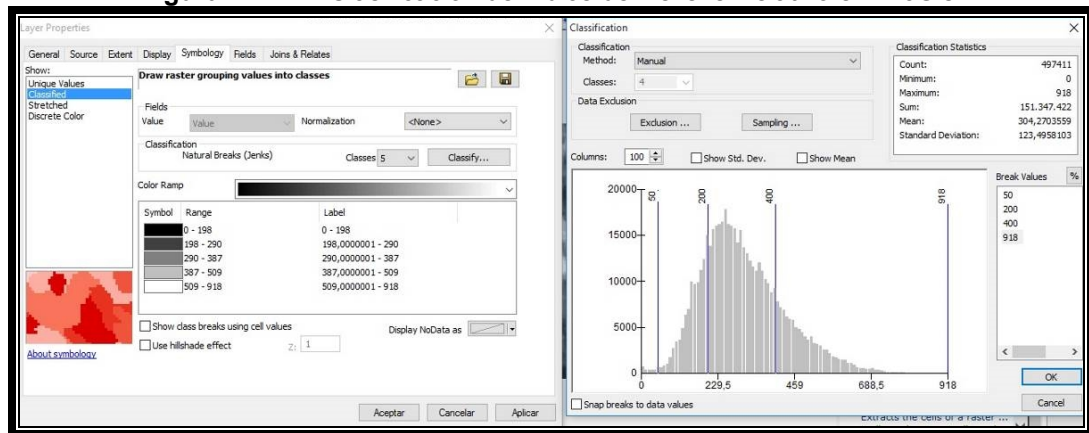
Tabla 5. Calificación del Relieve Relativo (RR)

Intervalos de altura (m)	Descripción del relieve	Resistencia relativa del material	CALRELIE
<50	Muy Bajo	Materiales muy blandos y erosionables	1
50-200	Bajo	Blando erosionable.	1
200-400	Moderado	Moderadamente blando y erosión alta.	2
400-1000	Alto	Resistente y erosión moderada.	3
1000-2500	Muy Alto	Muy resistente y erosión baja.	3
>2500	Extremadamente Alto	Extremadamente resistente y erosión muy baja	3

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012).

Luego se realiza el procedimiento en el programa ArcGis, utilizando la herramienta “Focal Range” a partir del DEM. (Figura 16). Donde por medio de una clasificación del DEM, por intervalos de altura se califican los valores obtenidos, es decir, el DEM se clasifica dependiendo las diferencias de alturas entre la parte más alta y la parte más baja de la geoforma.

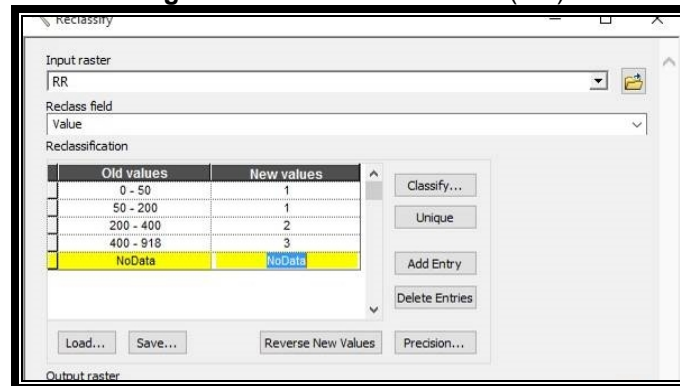
Figura 17. Clasificación de Índice de Relieve Relativo en ArcGis.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012), Autor

Luego se procede a calificar la Inclinação de la Ladera como propone la metodología del SGC 2012, con la herramienta “Reclasify” del mismo programa. (Figura 17). Así entonces y utilizando la Tabla 4 se reclasifica el DEM, para los valores más altos en este caso los valores de relieve relativo de 400 m - 918 m, toman un valor de tres. Los valores más bajos en este caso los de 0 m - 50 m toman el valor de 1.

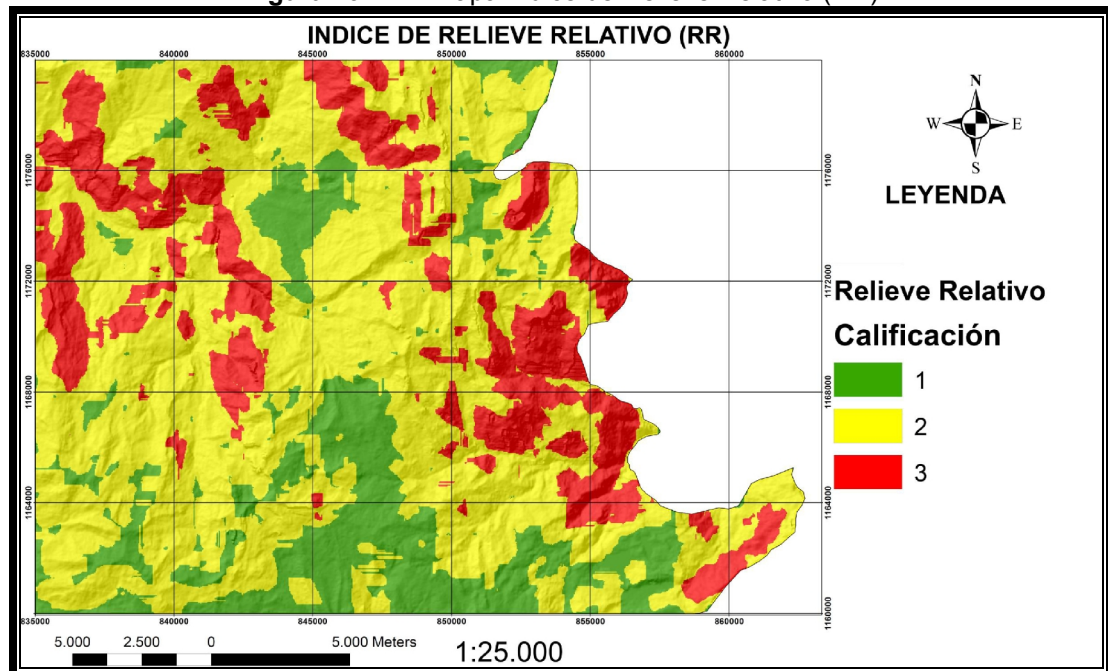
Figura 18. Calificación de (RR)



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012), Autor

Se procede a a dar un color para diferenciar la calificación realizada, para los valores más bajos se aplica un color verde, a los valores más altos se les dio el color rojo. (Figura 18)

Figura 19. Mapa Índice de Relieve Relativo (RR)



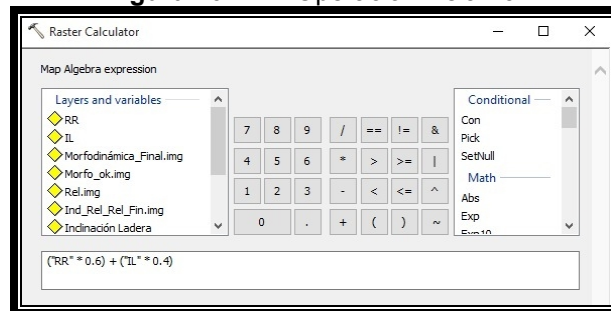
Fuente: Autor

3.1.3 RelIncli

La combinación de los elementos fisiográficos, relieve relativo e inclinación de la ladera mediante el modelo RelIncli, que permite la agrupación en un mismo escenario de los elementos geomorfológicos con mayor tendencia a los movimientos en masa (Figura 20). El modelo de relieve RelIncli seleccionado se muestra en la función, el cual permite que sobre las zonas de relieve relativo se caracteriza en grados de inclinaciones de ladera. (Figura 19)

$$\text{RelIncli} = 0.60 * \text{RR} + 0.40 \text{ IL}$$

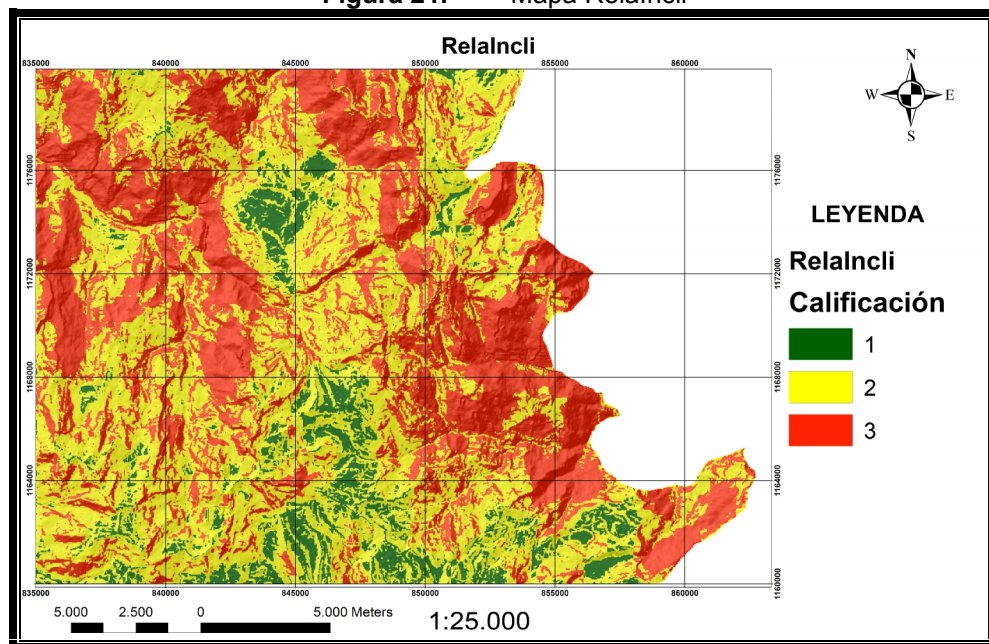
Figura 20. Operación RelIncli



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012), Autor

Después de la operación anterior se pueden identificar las zonas con mayor tendencia a la ocurrencia de movimientos en masa, después de clasificados y calificados los factores IL y RR.

Figura 21. Mapa RelIncli



Fuente: Autor

3.1.4 Unidades de Suelo.

Son materiales resultantes de la acción dinámica de los procesos geomorfológicos y de agentes naturales, cuyo medio de transporte puede ser el agua, el hielo y el viento, con contribución de la gravedad como fuerza direccional selectiva, los cuales son depositados o llevados a los sitios que ocupan actualmente. (Figura 21)

En esta etapa se relaciona los depósitos cartografiados en la Geología, con la correspondiente sub-unidad Geomorfológica que tenga lugar sobre este. (Tabla 5)

Tabla 6. Calificación de los Depósitos.

Ambiente	Depósito	Geoforma Asociada	Equivalente Geológico	Cal
Denudacional	Depósitos coluviales	Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción y Conos de deyección, Glacis de acumulación	Qc/Qd/Q2v/Qtl/Q/Q2c/Qdp/Qcol/Qdt /Qac/Qtf/Qgd1/Qg d2	5
	Depósitos de detritos	Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional de detritos, Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional de detritos.	Qco/Q/Qdt	4
	Depósitos de tierras	Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional de tierras, Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional de tierras	Qco	5
	Depósitos de terraza sobre elevada	Terraza sobreelevada o colgada	Qt1	4
	Depósitos de terraza sobre elevada	Planos aterrazados o duricostras, Terrazas o mesas calcretas o silicretas	Qcf	1
	Depósitos lodos	Cono o lóbulo de flujo de lodo	Qlf	5
Fluvial	Depósitos de cauce y llanura aluvial	Cauce activo y abandonado, albardones, barras, cuencas de decantación, lagos en media luna, lagunas naturales, meandros abandonados, planicie o llanura de inundación, planicies y deltas lacustrinos, planos anegadizos, planos y artezas lagunares	Qal2/Qac/Qar/Qal/ Q2-al/ Qalu - Qal/Q2cal/Qo1/Qa /Q2aldi/Qb/Qall/Q2alpr/Ql al/Qo2/Q2al h/Q2alca	1
	Depósitos de terrazas aluvial	Terrazas de erosión, terrazas de acumulación subreciente, terrazas de acumulación antigua, terrazas de depositación y escarpes de terraza	Qt/Qt2/Q2t2	2
	Depósitos paudales	Artezas lagunares y planos anegadizos.	Q2m/Q2alp	1
	Depósitos lagunares	Lagos en media luna y meandros abandonados.	Q2l/Ql/Q2l/Qfl/Qlp	1
	Depósitos de abanicos aluviales	Abanicos fluvio-torrenciales, conos de deyección, deltas de desborde natural, deltas lacustrinos y escarpes de abanicos fluviales	Qab/Q2cal/Qc/Q1 ab/Q2g/Q1ab/Qaa /Qap1/Qcal	3
Glacial	Depósitos fluvio-glaciares/ glaciofluviales	Eskers y Kames	Qmfg/Qg/Qfg/Q mfg	4
	Depósitos glaciolacustres	Planos glaciolacustrinos	Qf/Qg	2

Ambiente	Depósito	Geoforma Asociada	Equivalente Geológico	Cal
	Depósito glacial till de ablación	Morrenas frontales y laterales	Qf/Qg/Qma/Qm/Qmr/Qmfg	3.5
	Depósito glacial till basal	Morrenas de fondo y morrenas periglaciales	Qf/Qg	3

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012)

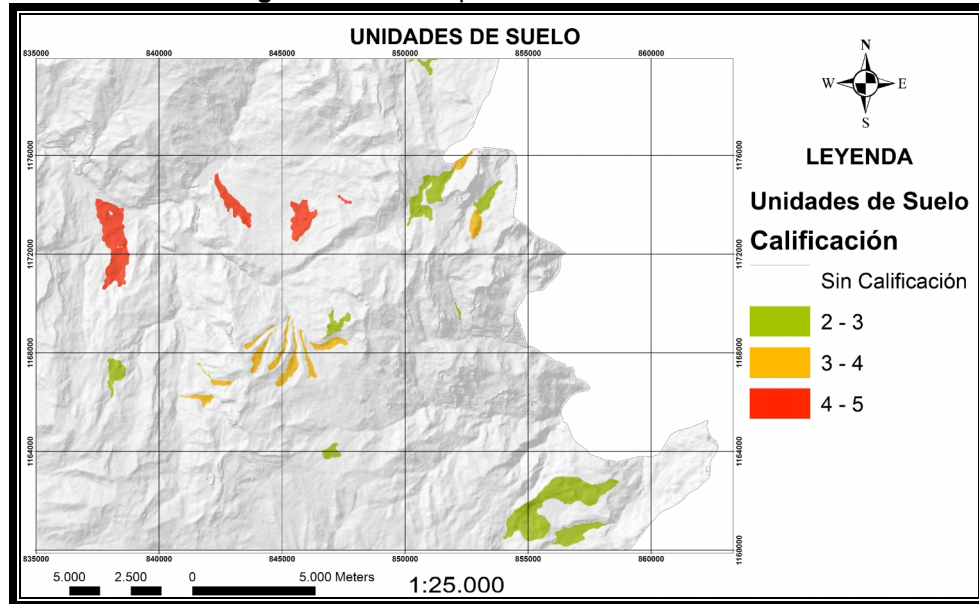
Tabla 7. Clasificación de las unidades de suelo.

Geoforma Asociada	Tipo de Depósito	Calificación
Dco	Qc	5,0
Ddi	Qc	5,0
Ddi	Qc	5,0
Ddi	Qc	5,0
Dlfl	Qc	5,0
Fpac	Qgl	2,0
Gcgf	Qgl	2,0
Gcgf	Qfg	3,0
Gmf	Qma	3,5
Gmf	Qma	3,5
Gmf	Qma	3,5
Gmf	Qma	3,5
Gmf	Qma	3,5
Gmf	Qma	3,5
Gmf	Qal	3,5
Gmf	Qal	3,5
Gmf	Qgl	3,5
Gppl	Qgl	2,0
Gppl	Qfg	2,0
Gppl	Qgl	2,0
Gppl	Qfg	2,0
Gppl	Qfg	2,0
Gppl	Qal	2,0
Gppl	Qfg	2,0
Gppl	Qgl	2,0
Gppl	Qgl	2,0
Gppl	Qfg	2,0

Fuente: Autor

Después de la clasificación de las unidades de suelo según el tipo de depósito sobre el que se encuentran, se puede diferenciar que los suelos se asocian en su mayoría a depósitos coluviales procedentes del ambiente denudacional. Los suelos también se relacionan en su mayoría al ambiente glacial con depósitos de tipo fluvioglaciales y morrenas y al ambiente fluvial.

Figura 22. Mapa de Unidades de Suelo.

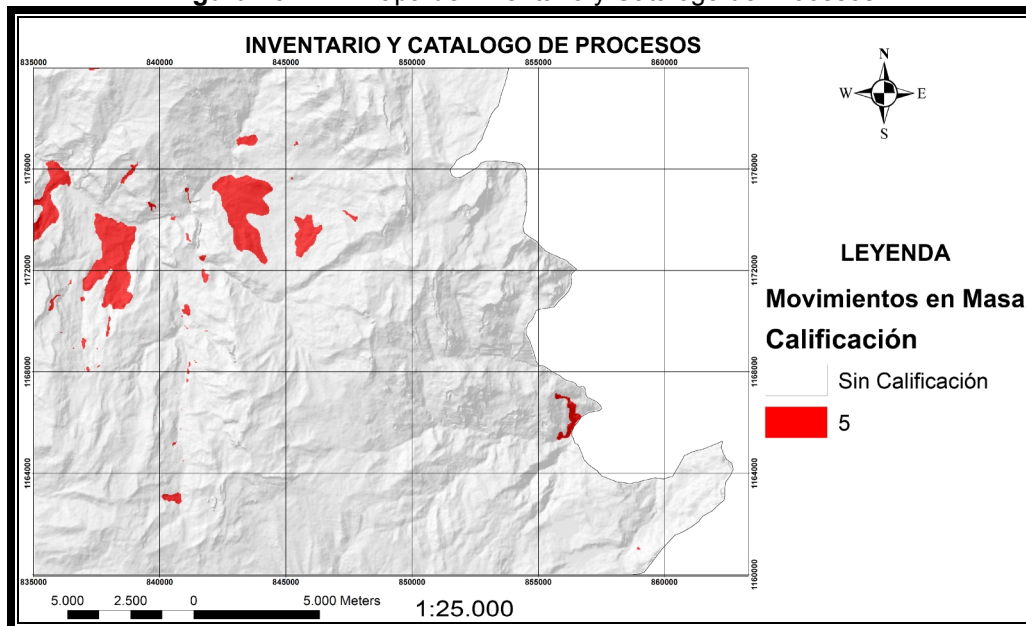


Fuente: Autor

3.1.5 Inventario y Catálogo de Procesos

En esta parte del proceso se tienen en cuenta los movimientos inventariados en campo y de los que ya se tiene información, estos movimientos deben adoptar una calificación con respecto a la dinámica que debe de ser 5 para todos sin importar su actividad. (Figura 22)

Figura 23. Mapa de Inventario y Catálogo de Procesos



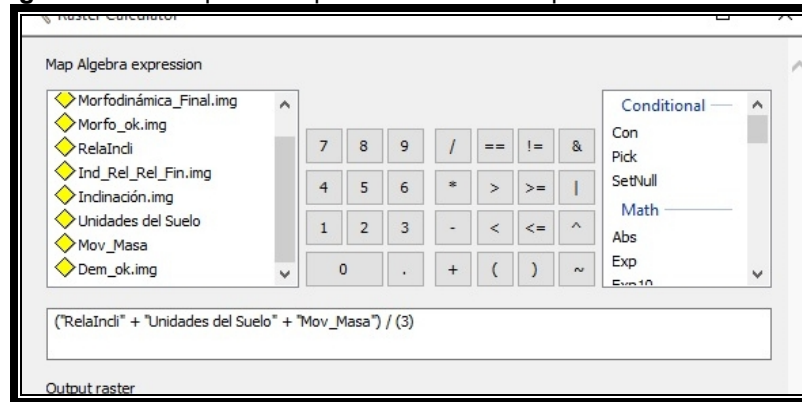
Fuente: Autor

3.1.6 Compilacion de Procesos

Luego del proceso anterior se llega al mapa final Morfodinamico, con ayuda del programa Arcgis con la herramienta "Raster Calculator". (Figura 23)

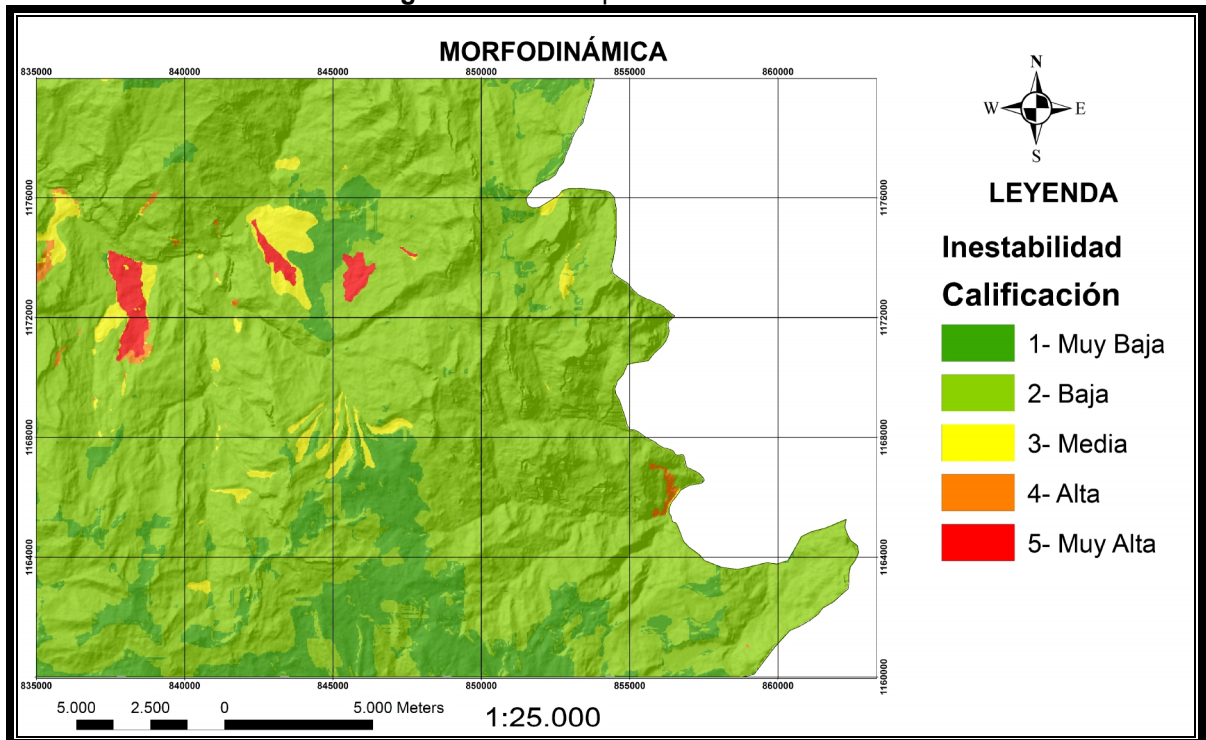
Morfodinámica: (RelaIncli + Unidades del Suelo+ Inventario y Catalogo de Procesos) / 3

Figura 24. Operación para obtener el componente Morfodinámico



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC 2012), Autor

Figura 25. Mapa Morfodinámico

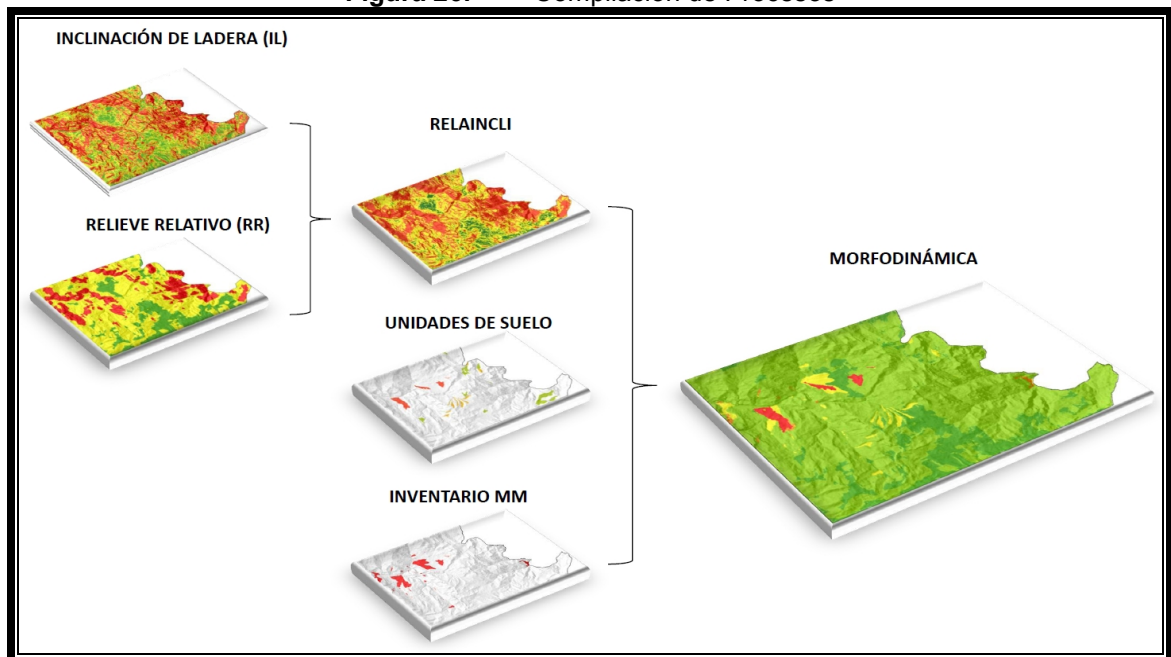


Fuente: Autor

Después de la clasificación y calificación de los factores que comprenden el componente morfodinámico, se definen las zonas con mayor tendencia al movimiento, es decir al cambio morfológico que se puede presentar en la zona debido a la evaluación de dichos factores (Relaincli, los movimientos en masa y las unidades del suelo). Indicándonos que la zona en su mayoría presenta una tendencia baja a la ocurrencia de movimientos, representada en el mapa con tonalidades verdes. Por otro lado las tonalidades rojas indican que la tendencia al movimiento es alta o ya se presentan movimientos en masa.

Según el resultado obtenido, se concluye que el cambio en la forma del terreno se da con mayor tendencia a la margen izquierda del río Loblanco, esto indicando que dicho cambio se puede estar dando debido a los procesos de socavación en la base de los taludes ubicados en dicho recorrido. Además ésta es una zona con gran cantidad de fallas, un detonante más para que esta dinámica se esté presentando con mayor acentuación en dicho trayecto, es la agricultura y la indebida utilización del agua en el terreno que claramente carece de un sistema de drenajes (como cunetas o zanjones) para llevar el agua utilizada en los riegos de una manera segura al río. Cabe destacar que en la zona de estudio las duras temporadas invernales facilitan que esta dinámica de cambio morfológico sea más rápida. (Figura 24)

Figura 26. Compilación de Procesos



Fuente: Autor

3.2 MORFOGÉNESIS

Es el proceso de la delimitación de las subunidades geomorfológicas presentes en el área de trabajo, teniendo en cuenta el tipo de ambiente morfogenético en el que se encuentra. Estas subunidades surgen del proceso metodológico que integra la interpretación de productos de sensores remotos y productos temáticos tales como geología y suelos, además de los productos obtenidos a partir de la etapa de campo en la que se recogió información tal como registro fotográfico.

En esta delimitación de unidades, es necesario describir las formas del terreno que se ha visto afectado por la interacción dinámica del terreno con agentes endógenos y exógenos tales como el hielo, el agua el viento y la actividad tectónica. A través de su historia geológica el sistema montañoso orogénico andino ha sufrido y debe su conformación a procesos denudacionales y levantamientos orogénicos y epirogénicos, con deformaciones de origen tectónico debido a los procesos compresivos y distensivos que han determinado el relieve y la morfología a través del tiempo.

3.2.1 Ambientes morfogenéticos.

Las subunidades geomorfológicas identificadas en un área específica se determinan con base a la expresión e interpretación de los procesos geomorfológicos que interactuaron en el terreno, los cuales generaron la formación, evolución y modificación de las actuales formas del terreno, además dichas unidades se encuentran contenidas dentro de diferentes ambientes morfogenéticos. Se conoce como ambiente morfogenético a la agrupación de condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas, bajo las cuales se generan las geoformas. Estos ambientes morfogenéticos se agrupan así:

- Ambiente morfo-estructural: Hace referencia a geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, principalmente asociado a fallas y pliegues, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural de las rocas aflorantes.²⁴
- Ambiente Denudacional: Definido exclusivamente por los procesos exógenos degradacionales y está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de lluvia-escorrentía, meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructurales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.²⁵

²⁴ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012

²⁵ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012

- Ambiente Fluvial: Geoformas originadas por el efecto erosivo y acumulativo de las corrientes de los ríos y la sedimentación de materiales en cuencas restringidas respectivamente.²⁶
- Ambiente Glacial: Geoformas originadas por la acción glacial cuyo origen corresponde a grandes cantidades de hielo en regiones polares o de altas montañas.²⁷

3.2.2 Metodología

La intención de la cartografía geomorfológica es básicamente mostrar información plasmada en el papel, que tenga sentido y sea confiable al respecto de la morfología del terreno. Esto teniendo en cuenta aspectos como su origen o ambiente de generación, el tipo de material por el que está constituido y los procesos dinámicos que tengan o puedan tener influencia sobre el mismo terreno. Así entonces se clasifican las unidades geomorfológicas dependiendo su ambiente.

Esta cartografía logra realizarse gracias a procesos informativos y de trabajo de campo en el cual se adquiere información básica y muy importante del terreno, a partir de la interpretación de fotografías aéreas y de imágenes satelitales. La geomorfología se presenta en mapas a partir del procesamiento, interpretación y digitalización de la información por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Para tal efecto se siguen los lineamientos generales establecidos en la metodología I.T.C (VERSTAPPEN Y VAN ZUIDAM, 1992, DAMEN). Cada elemento cartográfico está representado, por símbolos; convenciones y colores usados en estándares de uso internacional (Metodología I.T.C – Verstappen y Van Zuidam 1992) con modificaciones establecidas por Carvajal (2002) y publicadas en el glosario geomorfológico del Servicio Geológico Colombiano²⁸.

Carvajal (2008), plantea enfocar el análisis geomorfológico de un sitio o lugar, siguiendo un proceso analítico del terreno desde un punto de vista regional hasta llegar a uno local. Para tal efecto desarrolla una propuesta de jerarquización geomorfológica, en la cual relaciona las escalas de trabajo con las jerarquías geomorfológicas, donde la base regional está fundamentada en la génesis

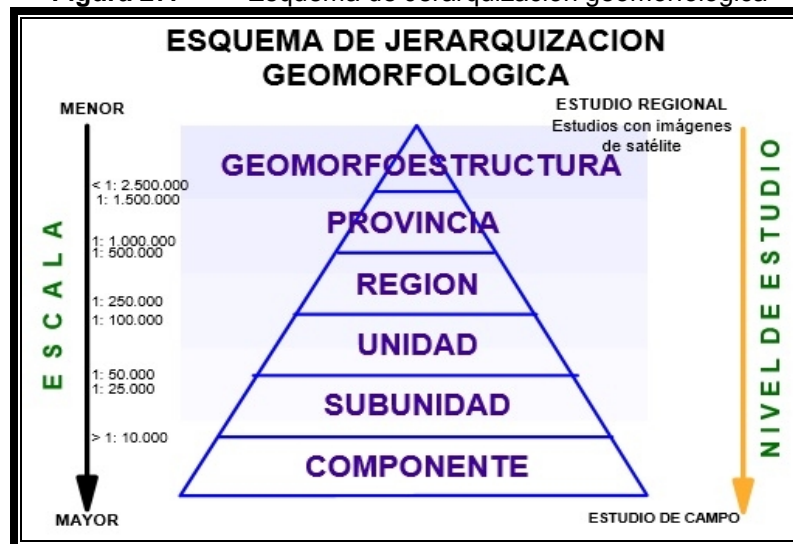
²⁶ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012

²⁷ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012

²⁸ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la Zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012.

geológica de las geformas y los ambientes morfogenéticos, y el detalle basado en los ambientes morfogenéticos, expresión morfológica, litología y procesos morfodinámicos²⁹. (Figura 26)

Figura 27. Esquema de Jerarquización geomorfológica



Fuente: Carvajal (2003) con base en Velásquez (1999), Ingeominas (2000), SGC (2012)

A partir de este esquema de jerarquización geomorfológica y para la escala de trabajo planteada en este trabajo, se trabajará con subunidades.

3.2.3 Subunidad geomorfológica (escala 1:10.000 a 1:25.000)

Esta categoría está definida fundamentalmente por contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos. Igualmente, está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos.³⁰

La notación cartográfica propuesta, corresponde a una abreviatura de hasta 5 caracteres; el primero en mayúscula. El primero y el segundo se utilizan para identificar el ambiente morfogenético principal (Denudacional: D, Volcánico: V, Estructural: S, Fluvial y deltaico: F, Kárstico: K, Marino y costero: M, Glacial: G, Eólico: E, Antropogénico: A); letras adicionales para especificar tanto el relieve

²⁹ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la Zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012.

³⁰ Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la Zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012.

como el nombre de la geoforma típica de cada ambiente morfogenético, ver Verstappen y Van Zuidam (1992)³¹.

3.2.4 Obtención Mapa de Geomorfología.

El mapa de geomorfología se realiza a partir de varias herramientas y materiales interpretando las geoformas existentes en el paisaje. Se crea a partir del programa ArcGis 10.2.2®, se cuenta con insumos como el modelo digital de elevación DEM, con el que se crea una imagen sombreada (Hillshade) que indica la topografía del terreno, la ayuda del programa Google Earth Pro®, un mapa de pendientes (Slope) que nos indica los grados de pendiente del terreno, el mapa geológico que nos muestra la orientación y disposición de los estratos. Además se cuenta con la gran ayuda de registro fotográfico que permite una mayor precisión y confiabilidad. Se tienen varios factores en cuenta para delimitar las subunidades geomorfológicas los cuales se presentan a continuación en las siguientes tablas y gráficos.

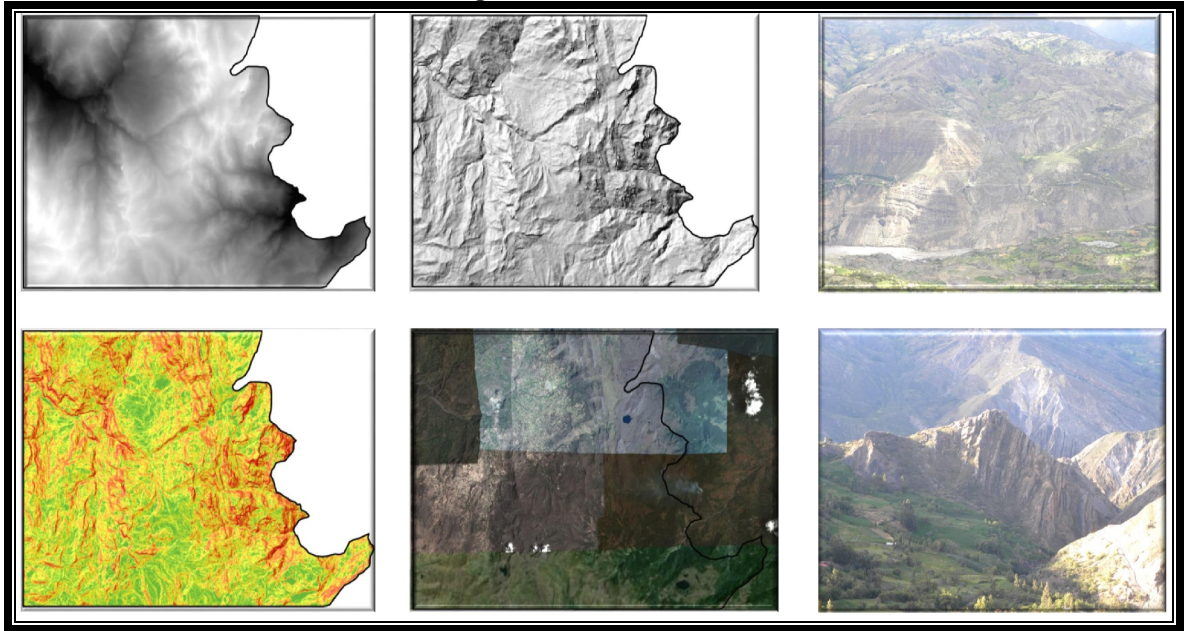
Las unidades geomorfológicas están definidas con criterio genético, morfológico y geométrico en función de los procesos geomorfológicos específicos que las conforman, ya sea de carácter denudacional o de acumulación; estructural; definidas fundamentalmente por los contrastes morfométricos que relacionan el tipo de sedimento o de roca y su disposición estructural, tanto con la correspondiente topografía del terreno como con los procesos dinámicos activos prevaletentes.

La plancha 153 - Chita se encuentra enmarcada dentro de la interacción de aspectos geológicos, climatológicos y las características de los suelos, donde se observa que el relieve de la zona de estudio se identifica por una serie de modelados del terreno donde el ambiente glacial ha influenciado bastante en la parte oriental y sur de la plancha. El área de estudio se encuentra en la parte Nor-Este del límite entre los departamentos de Boyacá y Casanare, convirtiéndose así en zona modelada principalmente por los procesos tectónicos que se encargaron del levantamiento de la cordillera oriental, caracterizándose por ser una región con picos de altura de hasta 4000 msnm, pendientes abruptas, escarpadas y muy escarpadas en la parte occidental.

Al sur de la plancha predomina el ambiente glacial típico del paramo de Pisba, mientras que en la parte norte del area de estudio predominan las geoformas estructurales y denudacionales. Para el ambiente fluvial se cuenta con los ríos Higueras, Canoas y Loblanco que en su recorrido llegan a alimentar las aguas de la cuenca del rio Chicamochoa.

³¹ *Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la Zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del año 2012.*

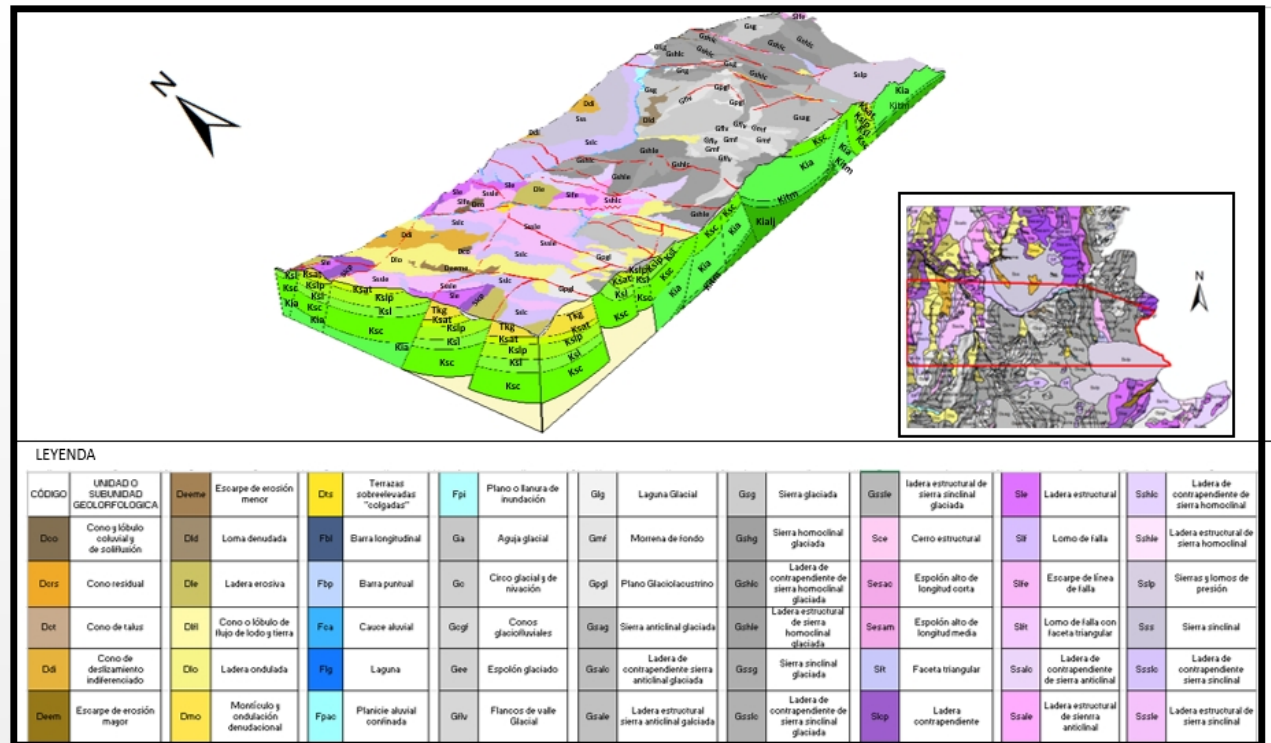
Figura 28. Insumos



Fuente: Autor

En el área de estudio se identificaron cuatro ambientes morfogenéticos: denudacional, fluvial, estructural y glacial. La expresión morfológica, ha sido continuamente modificada por los agentes climáticos, los cuales han interactuado durante muchos años, además la evolución geológica también ha modificado el paisaje.(Figura28)

Figura 30. Bloquediagrama Geomorfología Preliminar



Fuente: Autor

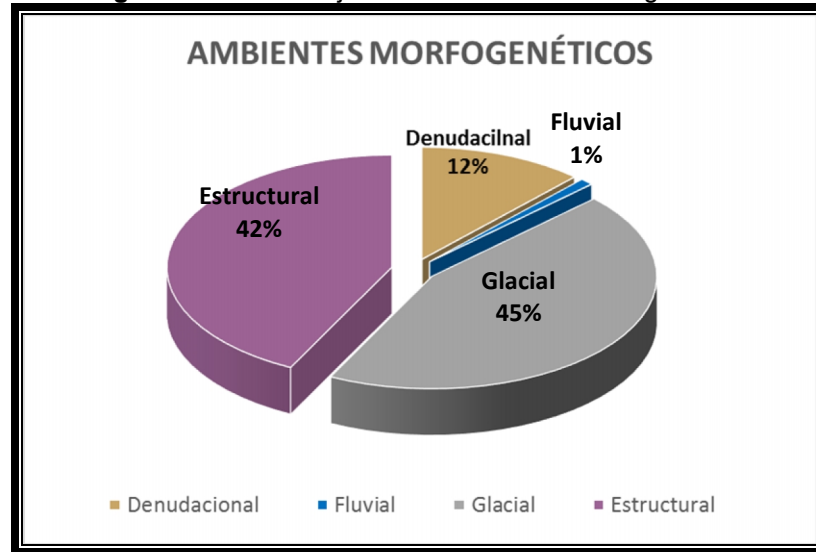
Tabla 8. Ambientes morfogenéticos

Ambiente	Área (Km ²)	Área (%)
Denudacional	50,423	12%
Fluvial	4,078	1%
Glacial	189,559	45%
Estructural	181,015	42%
Total	425,077	100%

Fuente: Autor

De esta manera, se puede observar que debido a los grandes picos de altura cercanos a los 4.000 msnm en la zona de estudio, se encuentra en mayor porcentaje las subunidades pertenecientes al ambiente glacial, seguido de las subunidades del ambiente estructural que tienen lugar gracias a los intensos fenómenos tectónicos que modelaron el paisaje formando grandes escarpes asociados a fallas que abundan en el área, en cuanto al ambiente denudacional se asocian grandes procesos erosivos y de inestabilidad que generan movimientos en masa de gran magnitud. El ambiente fluvial representa solo el 1% del área de estudio. (Tabla 6)

Figura 31. Porcentaje de los ambientes morfogenéticos



Fuente: Autor.

Se determinaron y delimitaron las siguientes subunidades geomorfológicas:

Tabla 9. Subunidades morfogenéticas

AMBIENTE	SÍMBOLO	SUBUNIDAD GEOLORFOLÓGICA	ÁREA (Km ²)	AREA (%)
DENUACIONAL	Dco	Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción	4,877	1,167%
	Dcrs	Cono residual	0,039	0,009%
	Dct	Cono de talus	0,419	0,100%
	Ddi	Cono de deslizamiento indiferenciado	4,780	1,143%
	Deem	Escarpe de erosión mayor	1,465	0,351%
	Deeme	Escarpe de erosión menor	0,583	0,140%
	Did	Loma denudada	1,031	0,247%
	Dle	Ladera erosiva	8,604	2,058%
	Dfl	Cono o lóbulo de flujo de lodo y tierra	0,066	0,016%
	Dlo	Ladera ondulada	26,613	6,366%
	Dmo	Montículo y ondulación denudacional	1,734	0,415%
Dts	Terrazas sobreelevadas "colgadas"	0,206	0,049%	
FLUVIAL Y LAGUNAR	Fbl	Barra longitudinal	0,476	0,114%
	Fbp	Barra puntual	0,077	0,019%
	Fca	Cauce aluvial	1,130	0,270%
	Flg	Laguna	0,028	0,007%
	Fpac	Planicie aluvial confinada	0,060	0,014%
	Fpi	Piano o llanura de inundación	2,305	0,551%
GLACIAL Y PERIGLACIAL	Ga	Aguja glacial	1,308	0,313%
	Gc	Circo glacial y de nivación	1,619	0,387%
	Gcgf	Conos glaciofluviales	4,090	0,979%
	Gee	Espolón glaciado	0,159	0,038%
	Gflv	Flancos de valle Glacial	6,284	1,503%
	Glg	Laguna Glacial	1,233	0,295%
	Gmf	Morrena de fondo	4,617	1,104%
	Gpgl	Plano Glaciolacustrino	17,761	4,248%
	Gsag	Sierra anticlinal glaciada	36,086	8,632%
	Gsalc	Ladera de contrapendiente sierra anticlinal glaciada	3,907	0,935%
	Gsale	Ladera estructural sierra anticlinal glaciada	4,143	0,991%
	Gsg	Sierra glaciada	12,382	2,962%
	Gshg	Sierra homoclinal glaciada	5,676	1,358%
	Gshlc	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada	21,168	5,063%

AMBIENTE	SÍMBOLO	SUBUNIDAD GEOLORFOLÓGICA	ÁREA (Km ²)	AREA (%)
ESTRUCTURAL	Gshle	Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada	37,034	8,858%
	Gssg	Sierra sinclinal glaciada	2,242	0,536%
	Gsslc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada	7,500	1,794%
	Gssle	ladera estructural de sierra sinclinal glaciada	22,341	5,344%
	Sce	Cerro estructural	0,182	0,044%
	Sesac	Espolón alto de longitud corta	2,322	0,556%
	Sesam	Espolón alto de longitud media	12,056	2,884%
	Sft	Faceta triangular	0,913	0,218%
	Slcp	Ladera contrapendiente	17,286	4,135%
	Sle	Ladera estructural	27,870	6,666%
	Slf	Lomo de falla	8,042	1,924%
	Slfe	Escarpe de línea de falla	6,742	1,613%
	Sift	Lomo de falla con faceta triangular	1,664	0,398%
	Ssalc	Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal	0,254	0,061%
	Ssale	Ladera estructural de sierra anticlinal	6,016	1,439%
	Sshlc	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	15,611	3,734%
	Sshle	Ladera estructural de sierra homoclinal	3,026	0,724%
Sslp	Sierras y lomos de presión	25,098	6,003%	
Sss	Sierra sinclinal	22,630	5,413%	
Ssslc	Ladera de contrapendiente sierra sinclinal	14,030	3,356%	
Sssle	Ladera estructural de sierra sinclinal	10,266	2,456%	
TOTAL			425,077	100%

Fuente: Autor

3.2.5 Ambiente glacial y periglacial.

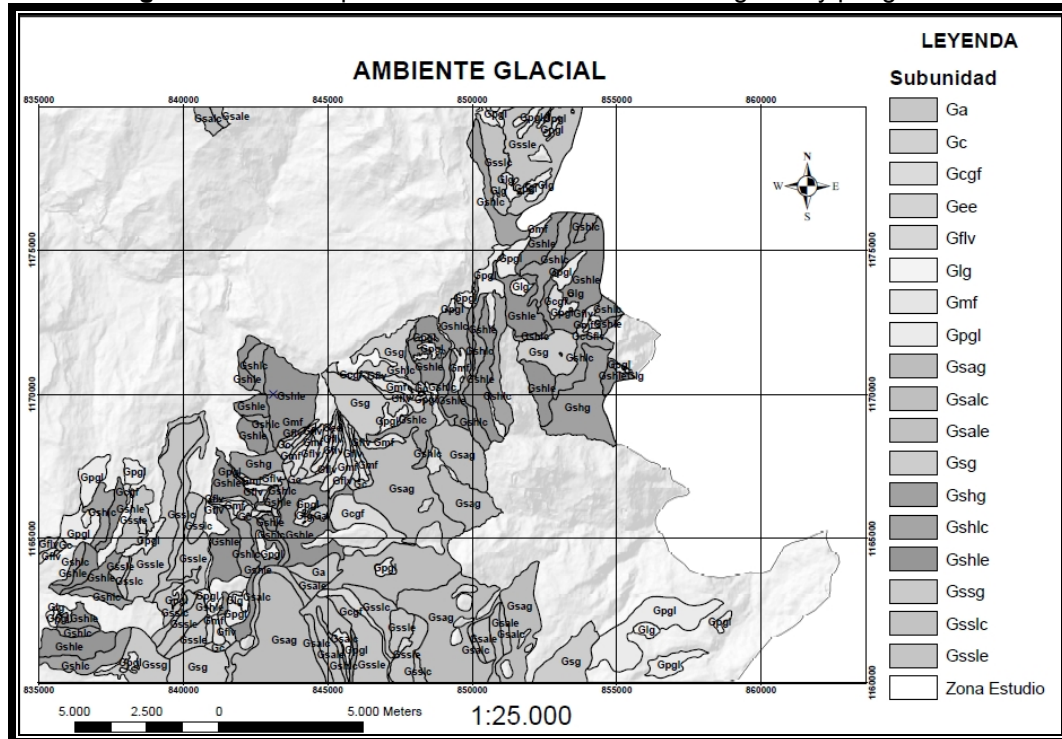
Corresponde a las geoformas originadas por acción glacial. Color de la simbología para la cartografía de este tipo de ambiente natural es el gris. En la zona de estudio es el ambiente con mayor porcentaje de área ocupado por subunidades relacionadas a este.

Figura 32. Porcentaje de las subunidades ambiente glacial.



Fuente: Autor

Figura 33. Mapa de subunidades del ambiente glacial y periglacial.



Fuente: Autor

Tabla 10. Subunidades ambiente glacial y periglacial

SUBUNIDAD	NOMBRE	AREA (Km ²)	AREA (%)
Ga	Aguja glacial	1,308	0,690%
Gc	Circo glacial	1,619	0,854%
Gcgf	Cono glaciofluvial	4,090	2,158%
Gee	Espolón glaciado	0,159	0,084%
Gflv	Flancos de valle glacial	6,284	3,315%
Glg	Laguna glacial	1,233	0,651%
Gmf	Morrena de fondo	4,617	2,436%
Gpgl	Plano glaciolacustrino	17,761	9,370%
Gsag	Sierra anticlinal glaciada	36,086	19,037%
Gsalc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada	3,907	2,061%
Gsale	Ladera estructural de sierra sinclinal glaciada	4,143	2,186%
Gsg	Sierra glaciada	12,382	6,532%
Gshg	Sierra homoclinal glaciada	5,676	2,995%
Gshlc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada	21,168	11,167%
Gshle	Ladera estructural de sierra sinclinal glaciada	37,034	19,537%
Gssg	Sierra sinclinal glaciada	2,242	1,183%
Gsslc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada	7,500	3,957%
Gssle	Ladera estructural de sierra sinclinal glaciada	22,341	11,786%
TOTAL		189,559	100%

Fuente: Autor

3.2.5.1 Aguja glacial (Ga).

Geoforma localizada en la vereda el Moral del municipio de Chita, ubicada en el Peñón de Bisques, sobre rocas de la formación Aguardiente (Kia), compuesta por una alternancia de bancos de 50cm a 8m d espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Esta geoforma se presenta como un cerro rocoso montañoso de forma irregular piramidal con laderas moderadamente largas de pendientes escarpadas mayores a 45° con formas cóncavas, se incluyen los cerros estructurales alomados afectados localmente por procesos erosivos de origen glacial. (Foto 10)

Foto 10. Aguja glacial, en el Peñón de Bisques.

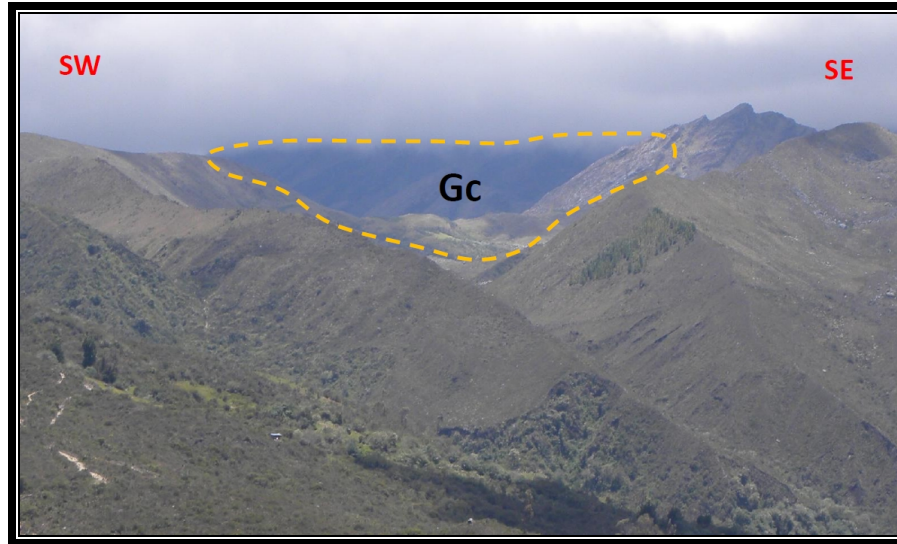


Fuente: Proyecto de investigación UPTC.

3.2.5.2 Circo glacial (Gc).

Geoforma localizada en la vereda El Moral del municipio de Chita, ubicada en la loma Hoya Chiquita, sobre rocas de la formación Aguardiente (Kia), compuesta por una alternancia de bancos de 50 cm a 8 m d espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Tiene paredes cóncavas semicirculares de longitudes cortas, o depresiones someras formadas por socavación debida a la acción erosiva de escarcha o nieve en zonas de influencia glacial y periglacial respectivamente. En la zona se presentan de la primera forma. (Foto 11)

Foto 11. Circo Glacial, en la vereda El Moral.

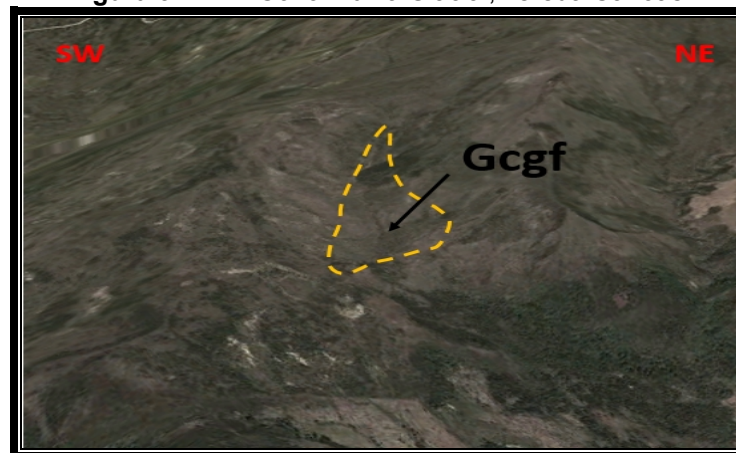


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.3 Cono fluvio glacial (Gcgf).

Geoforma localizada en la vereda Canoas del municipio de Chita, asociado a depósitos Fluvioglaciales (Qfg), formados por arenas, gravas y arcillas depositadas de manera reciente. Constituyen terrazas bajas sobre las orillas de los ríos y los procesos que los depositaron, son claramente fluviales. La subunidad consiste en conos de longitud corta larga a muy larga, de laderas rectas - convexas y muy inclinadas constituidas de bloques angulares en matriz de arcilla con bloques de tamaños decimétricos y localmente paleosuelos negros. (Figura 33)

Figura 34. Cono Fluvio Glacial, vereda Canoas.

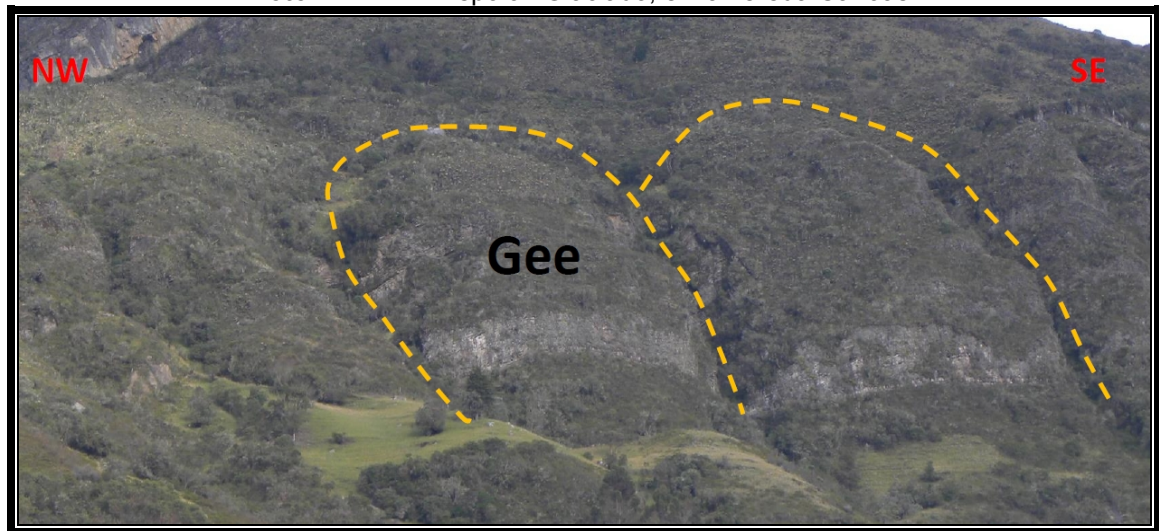


Fuente: Google Earth.

3.2.5.4 Espolón glaciado (Gee)

Subunidad localizada en la vereda Canoas de municipio de Chita, asociado a la formación Chipaque (Ksc), compuesta principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. Presentan laminación horizontal. Esta geoforma se caracteriza por salientes simétricas agudas de morfología alomada y laderas cortas a largas, de formas rectas inclinadas a abruptas, limitadas por valles en forma de "U", cuyo origen obedece a procesos glaciales, con pendientes escarpadas a muy escarpadas con rangos que oscilan entre los 30 y 45°. (Foto 12)

Foto 12. Espolón Glaciado, en la vereda Canoas.

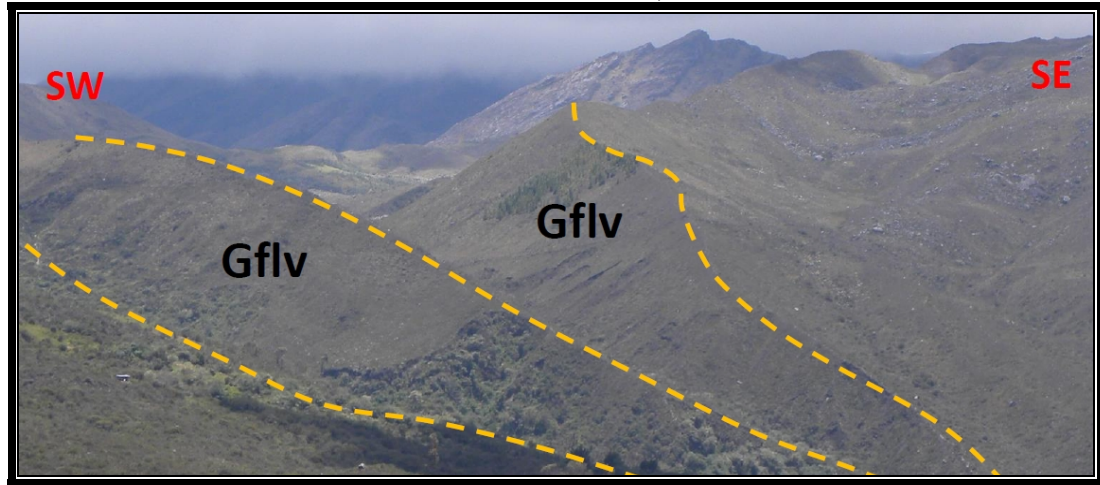


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.5 Flancos de valle glacial (Gflv).

Subunidad frecuente en la zona alta al sur del municipio de Chita, con más frecuencia en la zona sur de la vereda Canoas y El Moral, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), consiste principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. Presentan laminación horizontal. En la subunidad se originan los flancos por procesos laterales de exaración y por presiones ejercidas por las masas de hielo lateral sobre los flancos del valle inicial. Localmente los valles tributarios (valles colgantes) muestran el piso o fondo más alto que el valle principal que lo trunca en la confluencia, sus laderas son cóncavas de pendientes abruptas, entre los 25 y 30°, longitudes cortas a moderadamente largas. (Foto 13)

Foto 13. Flancos de Valle Glacial, en la vereda El Moral.

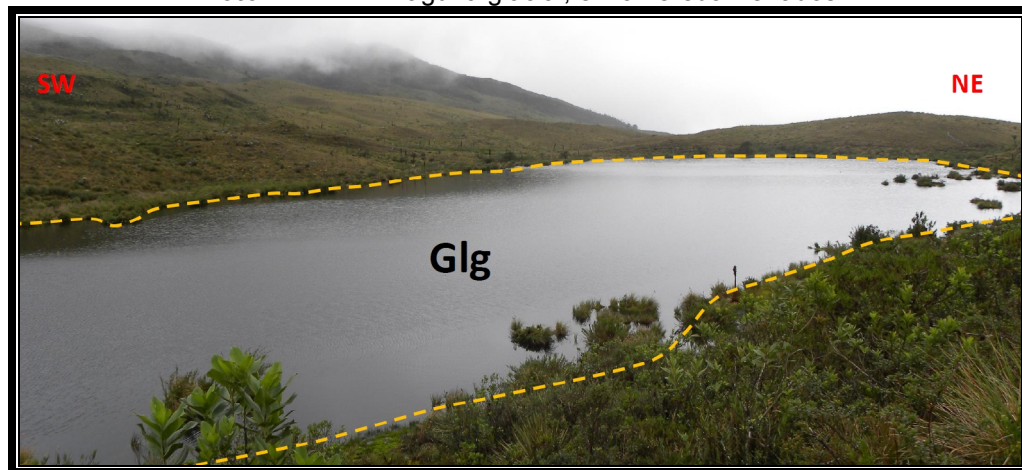


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.6 Laguna glacial (Glg).

Subunidad muy frecuente al S-W del municipio de Chita, debido a la zona del páramo Los Ucubies, asociada a Depósitos Fluvioglaciales, (Qgl), formados por arenas, gravas y arcillas depositadas de manera reciente. Constituyen terrazas bajas sobre las orillas de los ríos y los procesos que los depositaron, son claramente fluviales. Las lagunas son 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. Las lagunas ubicadas en la zona están asociadas a planos glacio-lacustrinos y a cubetas de sobre-excavación glaciar, frecuentemente escalonadas, depresiones de obturación y represamiento morrénico o mixto. (Foto 14)

Foto 14. Laguna glacial, en la vereda Venados

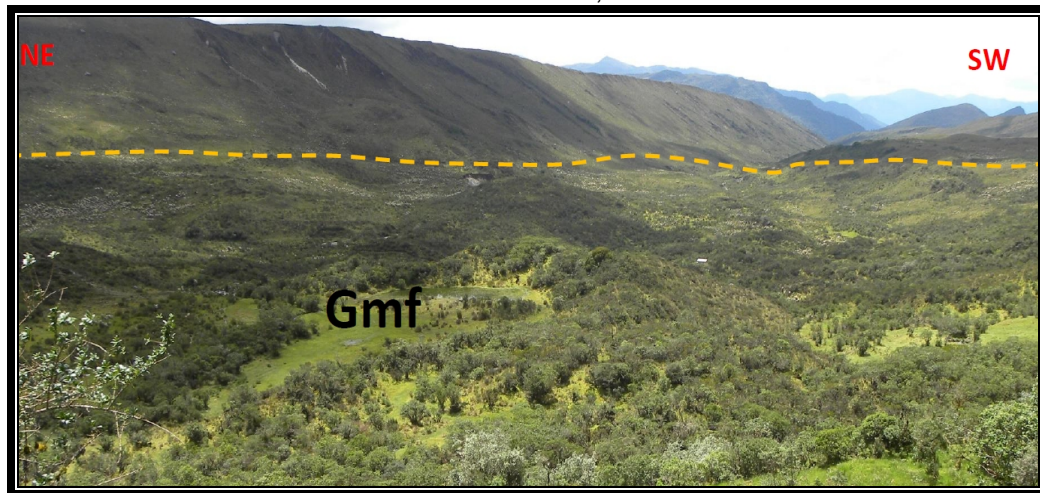


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.7 Morrena de fondo (Gmf).

Geoforma localizada en las veredas Venados, Canoas y el Moral, asociados a depósitos fluvio-glaciales (Qgl), formados por arenas, gravas y arcillas depositadas de manera reciente. Constituyen terrazas bajas sobre las orillas de los ríos y los procesos que los depositaron, son claramente fluviales. La subunidad geomorfológica consiste en 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. Está asociada con la depositación 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. (Foto 15)

Foto 15. Morrena de Fondo, en la vereda Venados



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.8 Plano glacio-lacustrino (Gpgl).

Geoforma común asociada a las zonas de pendiente baja pero de altura considerable, se localiza al W del municipio de Chita, al sur del municipio, en gran parte de los casos sobre rocas arcillosas o depósitos fluvio-glaciales (Qgl), formados por arenas, gravas y arcillas depositadas de manera reciente. La sub-unidad se caracteriza por una morfología plana formadas por depositación de sedimentos en lagos y zonas marginales a un glacial. Se constituyen de materiales finos y localmente arenas y gravas traídas por aguas descongeladas. Se presentan como planos en zonas glaciadas. Se encuentran relacionadas con lagunas y zonas pantanosas de origen glacial. (Foto 16)

Foto 16. Plano Glacio-lacustrino, en la vereda Venados.

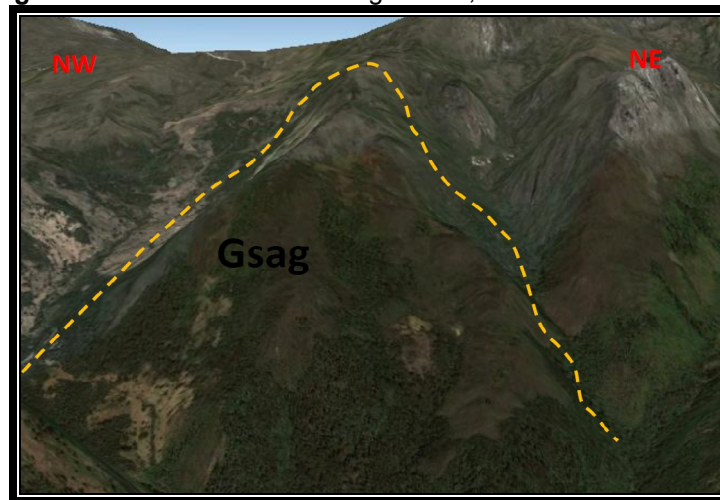


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.9 Sierra anticlinal glaciada (Gsag).

Geoforma localizada en las veredas Venados, El Moral, Canoas, Monte Toro, del municipio de Chita, sobre rocas arenosas y arcillosas. En la vereda Venados tiene lugar rocas de las formaciones del cretáceo inferior y superior en algunas zonas como la parte Oeste del municipio de Chita. La subunidad se compone como una sierra elongada de morfología montañosa o colinada de cimas o crestas agudas o redondeadas. Su origen se asocia al desmantelamiento por erosión glacial y periglacial de los estratos blandos de la cima. (Figura 34)

Figura 35. Sierra anticlinal glaciada, en la vereda Venados.



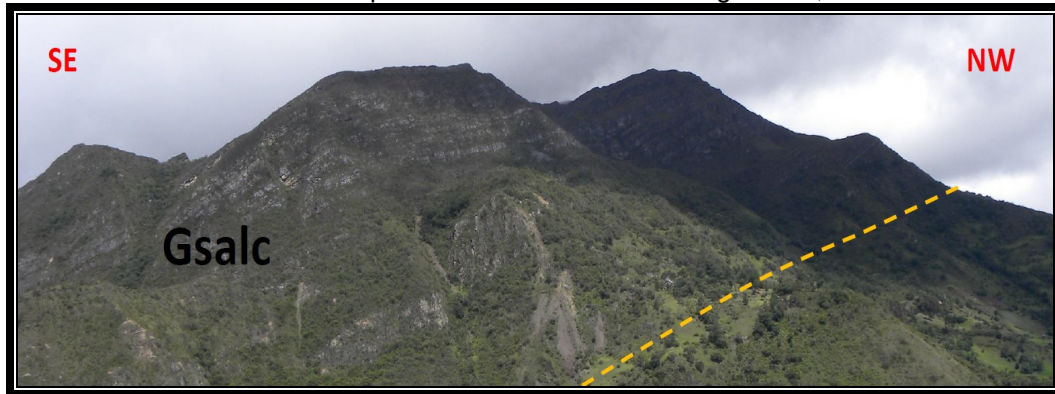
Fuente: Google Earth

3.2.5.10 Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal glaciada (Gsalc).

Subunidad localizada en la vereda Monte Toro del municipio de Chita, sobre las rocas de la formación areniscas de Socha (Tpars), compuesta principalmente de areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, en bancos que alcanzan hasta 5

metros de espesor, con intercalaciones delgadas de areniscas finas y lodolitas de color oscuro. La subunidad está bien marcada por una ladera de longitud larga, pendiente escarpada de 30 a 40°, sus estratos se encuentran dispuestas en sentido opuesto a la pendiente de la ladera. Su origen se asocia al desmantelamiento por erosión glacial y periglacial de los estratos blandos de la cima dejando localmente depresiones. (Foto 17)

Foto 17. Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal glaciada, en la vereda El Moral.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.11 Ladera estructural de sierra anticlinal glaciada (Gsalc).

Geoforma localizada en la vereda Monte Toro del municipio de Chita, sobre la formación areniscas de socha (Tpars), compuesta principalmente de areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, en bancos que alcanzan hasta 5 metros de espesor, con intercalaciones delgadas de areniscas finas y lodolitas de color oscuro. Se observa la presencia de una ladera de longitud cortas, de forma convexa y con una pendiente abrupta de 20 a 30°, los estratos de esta ladera se encuentran dispuestos en el mismo sentido de la pendiente. Se constituyen de rocas competentes afectadas por procesos de gelifracción y extracción. (Foto 18)

Foto 18. Ladera estructural de sierra anticlinal glaciada, en la vereda El Moral.

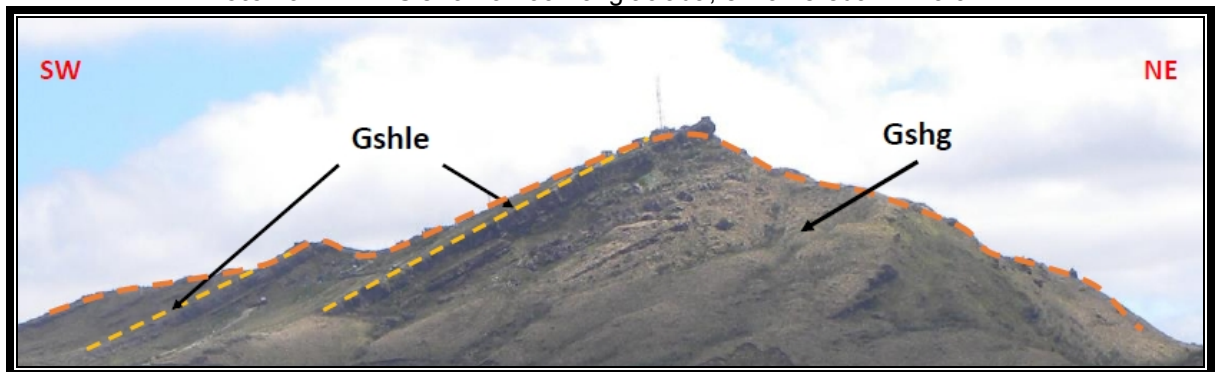


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.12 Sierra homoclinal glaciada (Gshg).

Geoforma localizada al sur del municipio de Chita, en la vereda El Moral, sobre la formación Aguardiente (Kia), conformada por una alternancia de bancos de 50 cm a 8 m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Esta subunidad es una sierra simétrica o ligeramente simétrica elongada de morfología montañosa de cimas agudas y formada por una secuencia estratos o capas apilados e inclinados en una misma dirección por efecto de replegamiento intenso y fallamiento afectadas posteriormente por procesos glaciales y periglaciales que dejaron laderas aborregadas con bloques. (Foto 19)

Foto 19. Sierra homoclinal glaciada, en la vereda El Moral.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.13 Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada (Gshle).

Geoforma localizada al sur del municipio de Chita, en la vereda El Moral, sobre la formación Aguardiente (Kia), conformada por una alternancia de bancos de 50cm a 8m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Subunidad con laderas definidas por la inclinación de los estratos en el mismo sentido de la pendiente, con pendiente abrupta de hasta 30°, de longitud larga, de superficies aborregadas. Presentan crestas agudas (aristas glaciales). (Foto 19)

3.2.5.14 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada (Gshlc).

Geoforma localizada al sur del municipio de Chita, en la vereda El Moral, sobre la formación Aguardiente (Kia), conformada por una alternancia de bancos de 50cm a 8m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. La subunidad geomorfológica consiste en laderas definidas por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, larga, de formas irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas, con rangos que oscilan entre los 30 y 45°. Presentan crestas agudas. Es característica la morfología irregular en formas de "U" de las aristas glaciales. (Foto 20)

Foto 20. Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal glaciada, en la vereda El Moral.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.5.15 Sierra sinclinal glaciada (Gssg).

Geoforma localizada en la vereda El Moral en el municipio de Chita, sobre rocas de la formación aguardiente (Kia), conformada por una alternancia de bancos de 50 cm a 8 m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Esta subunidad se compone como una sierra elongada de morfología montañosa o colinada de cimas o crestas agudas o redondeadas. Su origen se asocia al dismantelamiento por erosión glacial y periglacial de los estratos blandos de la cima dejando localmente depresiones. Todo esto bajo el concepto de que está asociada a una estructura sinclinal. (Figura 35)

Figura 36. Sierra sinclinal glaciada, en la vereda El Moral.



Fuente: Google Earth.

3.2.5.16 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal glaciada (Gsslc).

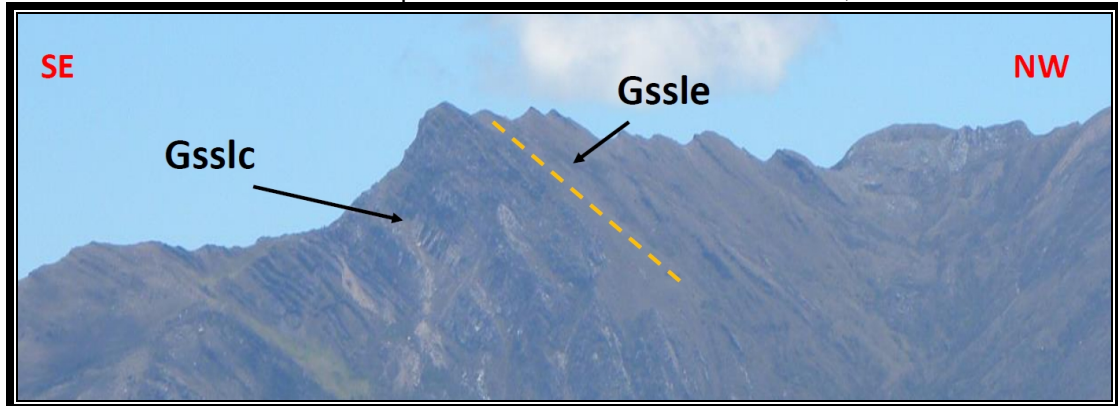
Geoforma localizada en el corregimiento Pueblo Viejo, y en la vereda El Moral del municipio de Chita, sobre rocas de la formación La Luna (Ksl), está conformada por areniscas finas, formado por bancos macizos, cuyo espesor aumenta hacia

arriba paralelamente con la granulometría. Además de conjuntos de calizas, porcelanitas y lutitas lodosas. La subunidad geomorfológica consiste en laderas definidas por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, larga, de formas irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas, con rangos que oscilan entre los 30 y 35°. Presentan crestas agudas. Es característica la morfología irregular en formas de “U” de las aristas glaciales. Todo esto bajo el concepto de que está asociada a una estructura sinclinal. (Foto 21)

3.2.5.17 Ladera estructural de sierra sinclinal glaciada. (Gssle).

Geoforma localizada en la vereda El Moral sector pueblo viejo en el municipio de Chita, sobre rocas de la formación La Luna (Ksl), formada por areniscas finas, formado por bancos macizos, cuyo espesor aumenta hacia arriba paralelamente con la granulometría. Además de conjuntos de calizas, porcelanitas y lutitas lodosas. Subunidad con laderas definidas por la inclinación de los estratos en el mismo sentido de la pendiente, con pendiente abrupta de hasta 30°, de longitud larga. Todo esto bajo el concepto de que está asociada a una estructura sinclinal. (Foto 21)

Foto 21. Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal Glaciada, en la vereda El Moral.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.6 Ambiente estructural

Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural de las rocas aflorantes. La mayoría de las geoformas de este ambiente reconocidas en el área de estudio están íntimamente relacionadas con el levantamiento de la cordillera Oriental y el efecto compresional que produjeron levantamientos, cabalgamientos y plegamientos a lo largo de las fallas del Sistema del Piedemonte Llanero las cuales en forma escalonada ponen en contacto fallado rocas de diferente edad y composición y se caracterizan por su relieve montañoso a colinado, cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y

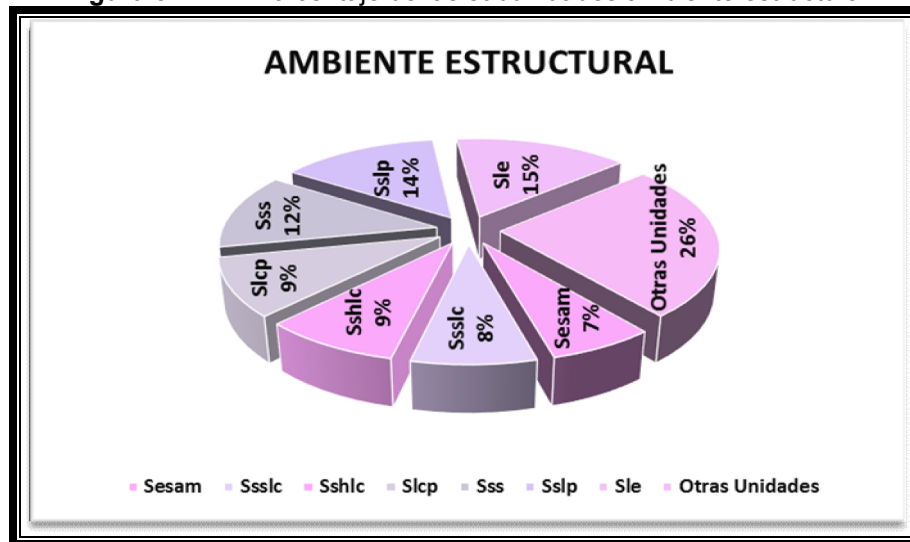
que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación.

Tabla 11. Subunidades ambiente estructural

SUBUNIDAD	NOMBRE	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
Scce	Cerro estructural	0,182	0,101%
Sesac	Espolón alto de longitud corta	2,322	1,283%
Sesam	Espolón alto de longitud media	12,056	6,660%
Sft	Faceta triangular	0,913	0,505%
Slcp	Ladera de contrapendiente	17,286	9,550%
Sle	Ladera estructural	27,870	15,397%
Slf	Lomo de falla	8,042	4,443%
Sife	Escarpe de línea de falla	6,742	3,725%
Sift	Lomo de falla con faceta triangular	1,664	0,920%
Ssalc	Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal	7,254	4,007%
Ssale	Ladera estructural de sierra anticlinal	6,016	3,324%
Sshlc	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	15,611	8,624%
Sshle	Ladera de estructural de sierra homoclinal	3,026	1,672%
Sslp	Sierras y lomos de presión	25,098	13,865%
Sss	Sierra sinclinal	22,630	12,502%
Ssslc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal	14,030	7,751%
Sssle	Ladera estructural de sierra sinclinal	10,266	5,672%
TOTAL		181,015	100%

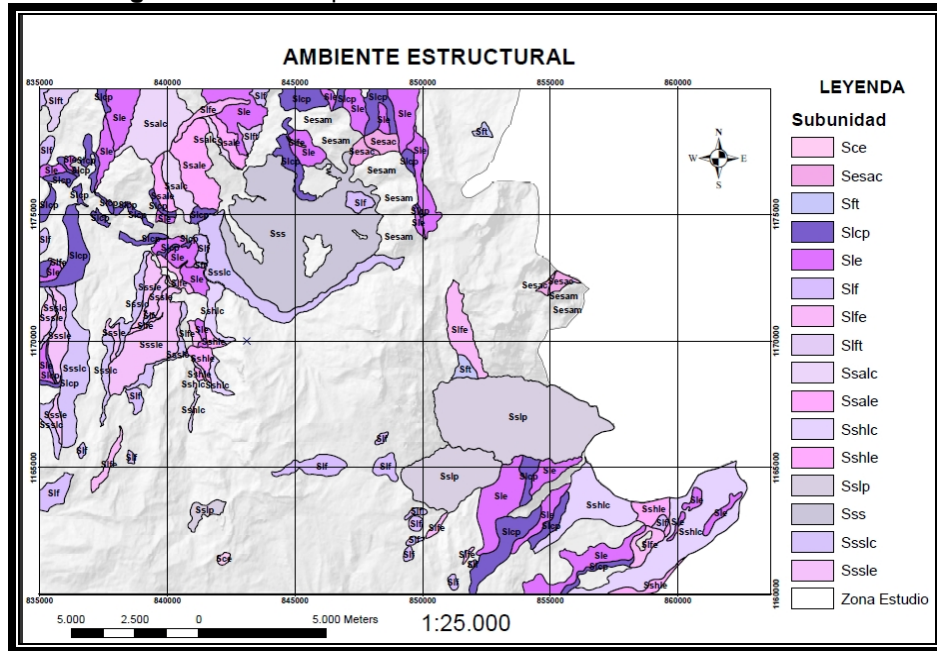
Fuente: UPTC

Figura 37. Porcentaje de las subunidades ambiente estructural



Fuente: Autor

Figura 38. Mapa de subunidades del ambiente estructural

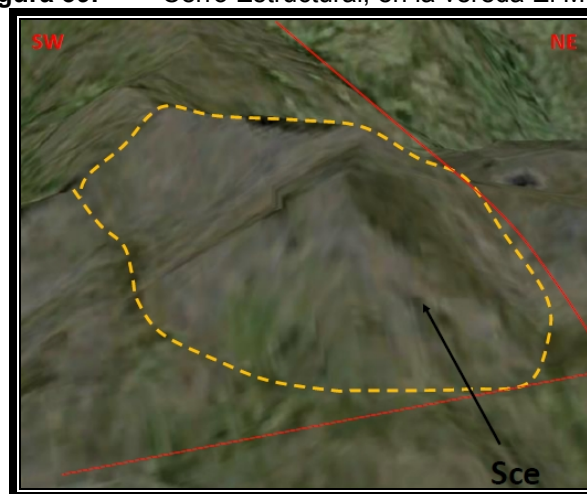


Fuente: Autor

3.2.6.1 Cerro estructural (Sce).

Subunidad localizada en la vereda El Moral del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Aguardiente (Kia), conformada por una alternancia de bancos de 50 cm a 8 m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. La geoforma corresponde a una prominencia topográfica de morfología montañosa, con laderas de longitud corta, irregulares, poco disectadas. La unidad presenta pendientes muy abruptas que están entre 30 a 40°. (Figura 38)

Figura 39. Cerro Estructural, en la vereda El Moral.

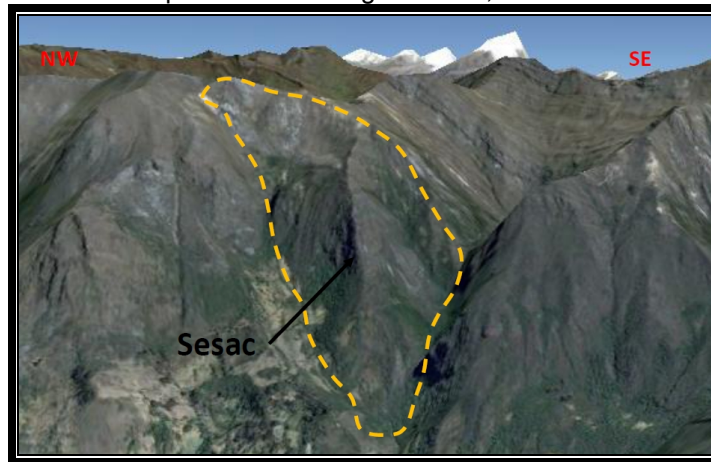


Fuente: Google Earth.

3.2.6.2 Espolón alto de longitud corta (Sesac).

Geoforma localizada en la vereda Parroquita, en la loma el morro del municipio de Chita, sobre rocas de las formaciones Arcillas de Socha (Tpas), está compuesta por lutitas lodosas negras a oscuras, a veces carbonosas, separadas por conjuntos arenosos, con estratificación delgada, y Areniscas de Socha (Tpars), compuesta principalmente de areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, en bancos que alcanzan hasta 5 metros de espesor, con intercalaciones delgadas de areniscas finas y lodolitas de color oscuro. Existen también, en menor proporción, unas capas de micro conglomerados que se encuentran en la base de ciertos bancos de areniscas. La subunidad corresponde a una saliente de morfología alomada, desarrollados sobre rocas sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a sub-paralelos. Con laderas de longitudes variables, y pendientes inclinadas por intensos procesos denudativos. Su particularidad es la longitud del eje principal del espolón es menor que 250 m. (Figura 39)

Figura 40. Espolón alto de longitud corta, en la vereda Parroquita.

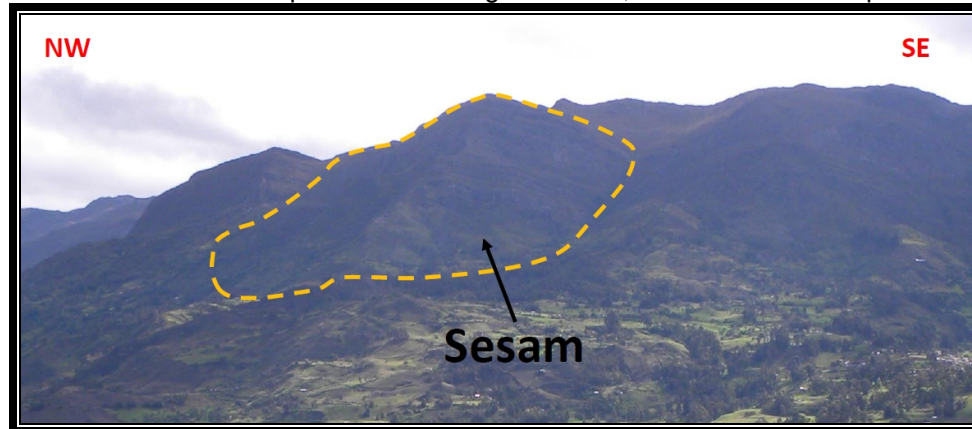


Fuente: Google Earth.

3.2.6.3 Espolón alto de longitud media (Sesam).

Subunidad localizada en la vereda parroquita en el municipio de Chita, sobre rocas de las formaciones Arcillas de Socha (Tpas), está compuesta por lutitas lodosas negras a oscuras, a veces carbonosas, separadas por conjuntos arenosos, con estratificación delgada, y Areniscas de Socha (Tpars), compuesta principalmente de areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, con intercalaciones delgadas de areniscas finas y lodolitas de color oscuro. La geoforma corresponde a una saliente de morfología alomada, desarrollado sobre rocas sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a sub-paralelos. Con laderas de longitudes variables, y pendientes inclinadas por intensos procesos denudativos. Su particularidad es la longitud del eje principal del espolón es mayor que 250 m. (Foto 22)

Foto 22. Espolón alto de longitud media, en la vereda Parroquita.

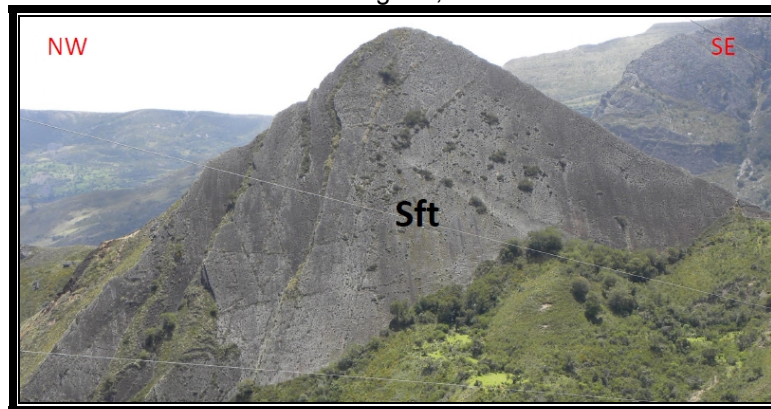


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.6.4 Faceta triangular (Sft).

Geoforma localizada en las veredas Canoas, Rio Negro, Venados y Monte Toro del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Aguardiente (Kia), conformada por una alternancia de bancos de 50 cm a 8 m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Subunidad conformada por un plano vertical a sub-vertical abrupto, recto con una geometría en planta triangular a trapezoidal (base amplia y techo angosto). Su origen se relaciona al truncamiento y desplazamiento de relieves estructurales, por procesos de fallamiento y posterior erosión diferencial. (Foto 23)

Foto 23. Faceta triangular, en la vereda Monte Toro.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.6.5 Ladera de contrapendiente (Slcp).

Subunidad localizada en la vereda Tintoba del municipio de Jericó, sobre rocas de las formaciones La Luna (Ksl). Está compuesta por lutitas lodosas, y areniscas de grano muy fino, que pasan progresivamente a un conjunto de areniscas de grano fino en bancos macizos. La geoforma se define por una superficie en

declive, de morfología irregular, definida por estratos dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno. Se presenta con longitud larga y con pendientes escarpadas. Esta geoforma no está asociada a ninguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, monoclinal, entre otros). (Foto 24)

Foto 24. Ladera de contrapendiente, en la vereda Tintoba.

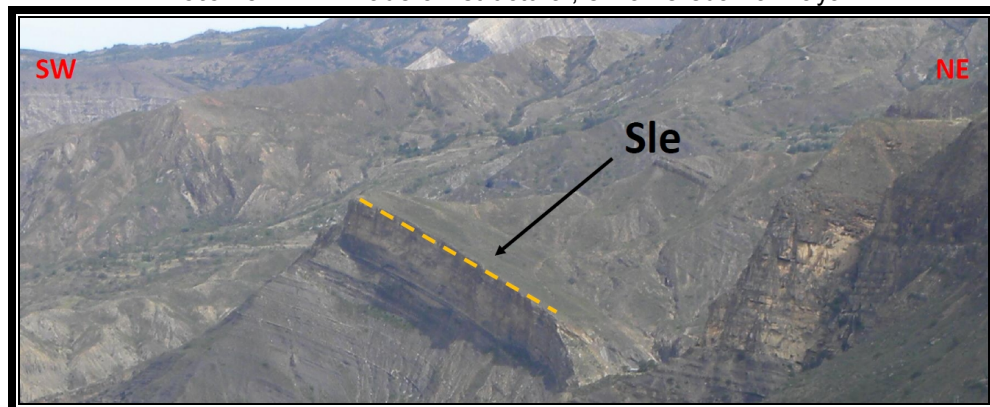


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.6.6 Ladera estructural (Sle).

Geoforma localizada en la vereda La Playa del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Areniscas de Socha (Tpars), compuesta principalmente de areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, en bancos que alcanzan hasta 5 metros de espesor, con intercalaciones delgadas de areniscas finas y lodolitas de color oscuro. La sub-unidad corresponde a una superficie en declive, de morfología regular, definida por la disposición de los estratos a favor de la pendiente del terreno. De longitud corta y con pendientes suavemente inclinadas. Esta geoforma no está asociada a ninguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, monoclinal, entre otros). (Foto 25)

Foto 25. Ladera Estructural, en la vereda La Playa



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.6.7 Lomo de falla (Slf).

Subunidad localizada en la vereda Canoas, La Playa, El Moral del municipio de Chita, sobre rocas de la formación los pinos (Kslp), lutitas lodosas oscuras, en bancos de 1 a 10 metros de espesor, entre los cuales se intercalan bancos de 5 cm a 1 m de areniscas cuarcíticas, con cemento silíceo. A veces estas areniscas pasan lateralmente a calizas arenosas lumaquéllicas, que contienen abundantes conchas de ostras. La geoforma se compone por una prominencia topográfica de morfología alomada, con laderas cortas, tiene una forma convexa y pendiente escarpada, localizados a lo largo de una falla y formados por el efecto combinado del desplazamiento lateral y la geometría del plano de falla que determina la expulsión de un bloque de terreno. Se caracteriza por su alto fracturamiento. (Figura 40).

Figura 41. Lomo de falla.

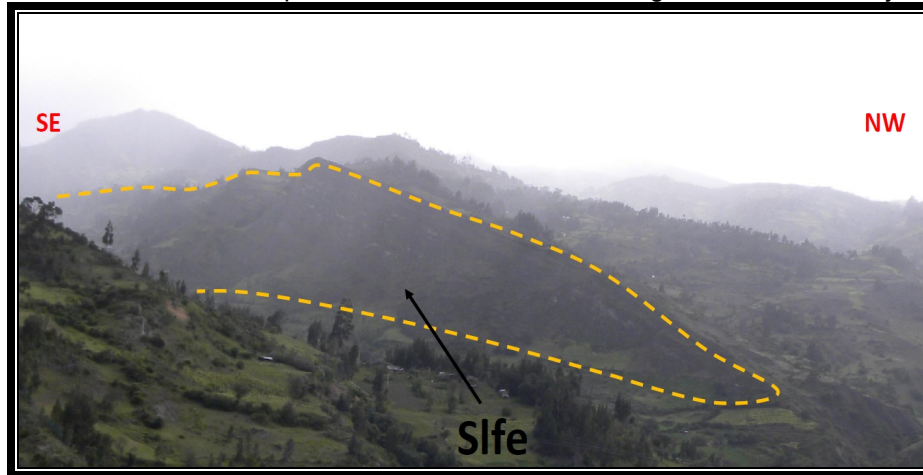


Fuente: Geomorfología ilustrada (SGC).

3.2.6.8 Escarpe de línea de falla (Slfe).

Geoforma localizada en el corregimiento de Pueblo Viejo, la vereda Canoas, la vereda venados, la vereda el moral, La Playa del municipio de chita, principalmente sobre rocas de la formación arenisca tierna (Ksat), consiste principalmente en unos bancos de areniscas de grano medio, que se agrupan en conjuntos macizos. De manera frecuente se observan estratificaciones cruzadas de gran escala y ondulitas formadas por olas. La subunidad consiste en un plano sub-vertical corto, cóncavo de pendiente abrupta. Su origen se relaciona a las superficies definidas por el truncamiento de estructuras topográficas y geológicas. (Foto 26)

Foto 26. Escarpe de línea de falla, en el corregimiento Pueblo Viejo.

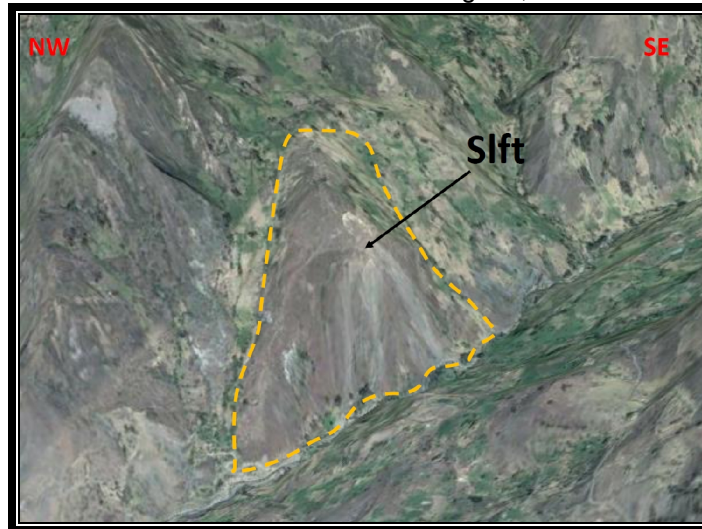


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.6.9 Lomo de falla con faceta triangular (Slft).

Geoforma localizada en las veredas La Playa y Quindeba del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Arenisca Tierna (Ksat), consiste principalmente en unos bancos de areniscas de grano medio, que se agrupan en conjuntos macizos. De manera frecuente se observan estratificaciones cruzadas de gran escala y ondulitas formadas por olas. Subunidad que consiste en una prominencia topográfica elongada, paralela a un sistema de falla, con laderas muy inclinadas y forma triangular. Su origen está relacionado al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso. (Figura 41)

Figura 42. Lomo de falla con faceta triangular, en la vereda La Playa.



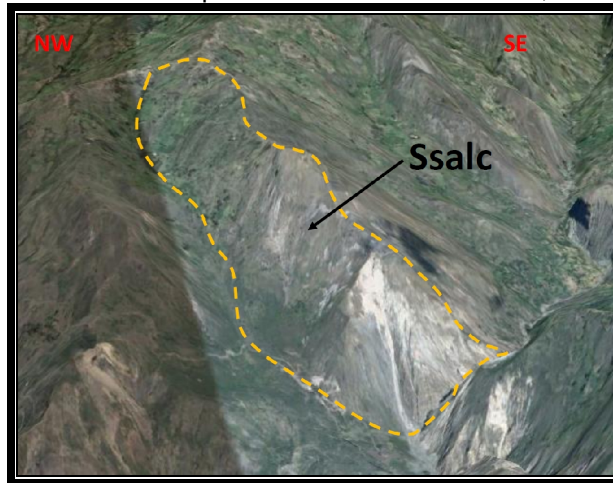
Fuente: Google Earth.

3.2.6.10 Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal (Ssalc).

Geoforma localizada en la vereda la playa del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), compuesta principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea.

Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla. Subunidad corresponde a una superficie sub-vertical moderadamente larga, de forma irregular, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, desarrollada en una sierra anticlinal debido a la acción de procesos de erosión, meteorización o tectonismo que cortaron y modelaron la estructura original. (Figura 42).

Figura 43. Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal, en la vereda La Playa.

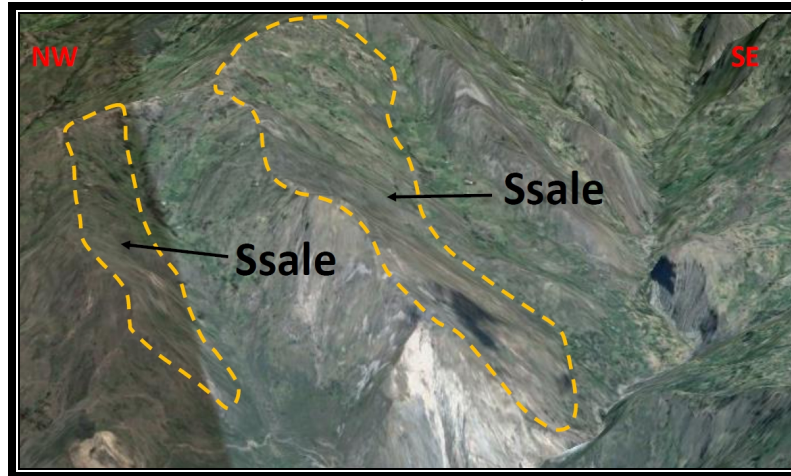


Fuente: Google Earth.

3.2.6.11 Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale).

Geoforma localizada en la vereda la playa del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), compuesta principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. Presentan laminación horizontal. Esta subunidad está conformada por una superficie con estratos inclinados a favor de la pendiente, de longitud larga, formas convexa pendiente inclinada con unos 30°, relacionada al flanco de una estructura anticlinal. Localmente los estratos se presentan con inclinaciones menores de la pendiente natural del terreno. (Figura 43)

Figura 44. Ladera estructural de sierra anticlinal, en la vereda La Playa.

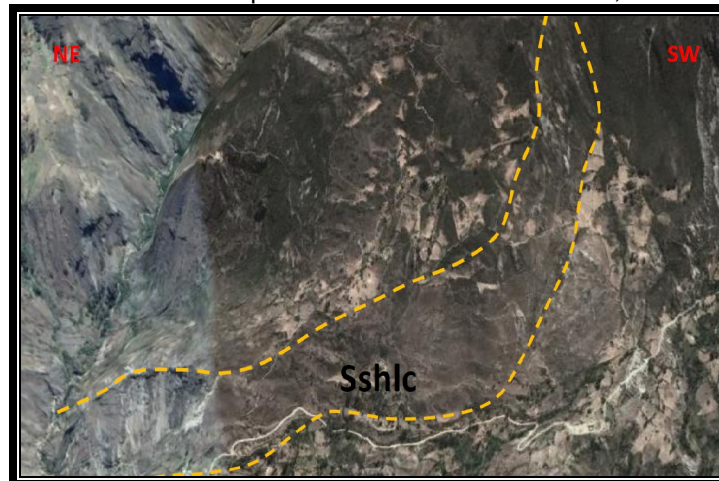


Fuente: Google Earth.

3.2.6.12 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc).

Geoforma localizada en la vereda Canoas del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Aguardiente (Kia), formada por una alternancia de bancos de 50cm a 8m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Esta geoforma posee una superficie sub-vertical larga, de forma cóncava a irregular, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada a una sierra homoclinal. (Figura 44)

Figura 45. Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal, en la vereda Canoas.



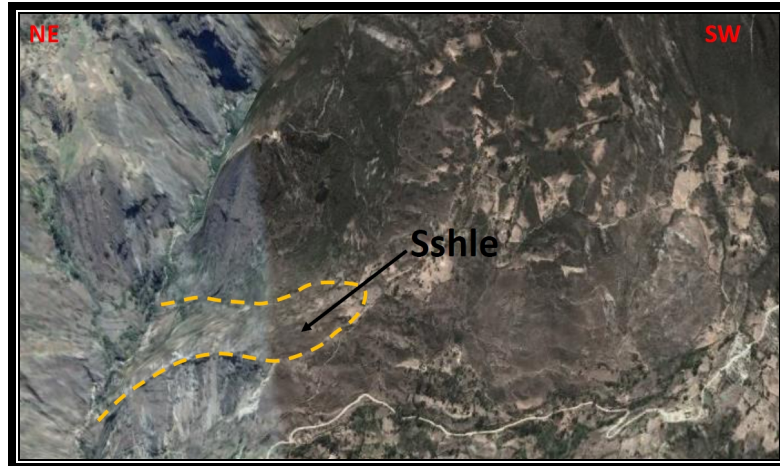
Fuente: Google Earth.

3.2.6.13 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle).

Geoforma localizada en la vereda Canoas del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Aguardiente (Kia), formada por una alternancia de bancos de 50cm

a 8m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Geoforma que posee una superficie definida por la inclinación de los estratos a favor de la pendiente, de longitud corta, forma convexa y pendientes abrupta, relacionada a una estructura homoclinal. (Figura 45)

Figura 46. Ladera estructural de sierra homoclinal, en la vereda Canoas.

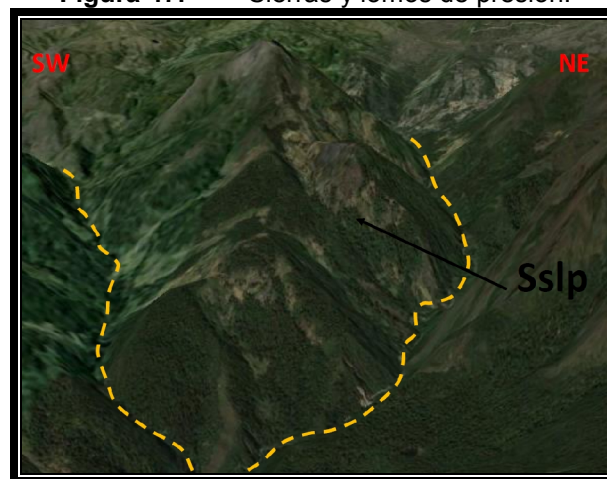


Fuente: Google Earth.

3.2.6.14 Sierras y lomos de presión (Sslp).

Geoforma localizada en la vereda Venados del municipio de Chita en el límite con el departamento de Casanare, sobre rocas de la formación aguardiente (Kia), formada por una alternancia de bancos de 50cm a 8m de espesor de areniscas de grano medio a grueso, y de conjuntos blandos. Está marcada por ser una prominencia topográfica alomada, localmente curva, asociada a zonas compresivas. Su origen es relacionado al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso. (Figura 46)

Figura 47. Sierras y lomos de presión.

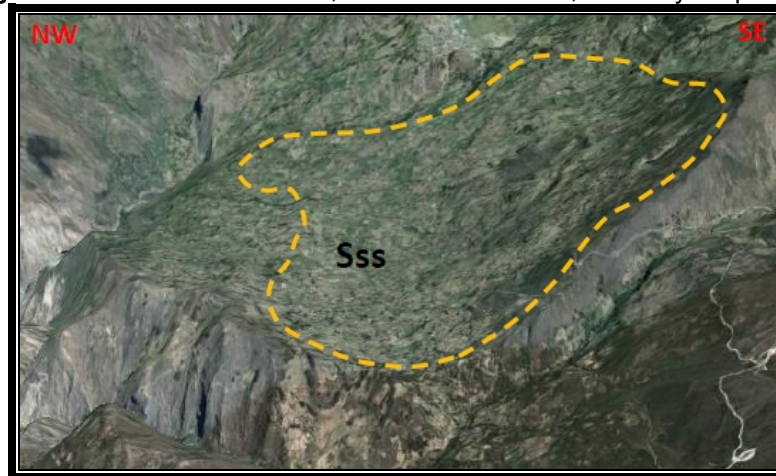


Fuente: Google Earth.

3.2.6.15 Sierra sinclinal (Sss).

Localizada en las veredas, Dimisa, Chipabetel, Vichacuca y río Negro del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), consiste principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. Presentan laminación horizontal. Geoforma en forma de artesa, formada en el eje de un sinclinal, limitada por laderas de contrapendiente. La disposición actual obedece a procesos denudativos diferenciales que han desmantelado los flancos de la estructura invirtiendo el relieve original con un patrón de drenaje subdenritico. (Figura 47)

Figura 48. Sierra sinclinal, veredas Vichacuca, Dimisa y Chipabetel.



Fuente: Google Earth.

3.2.6.16 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc).

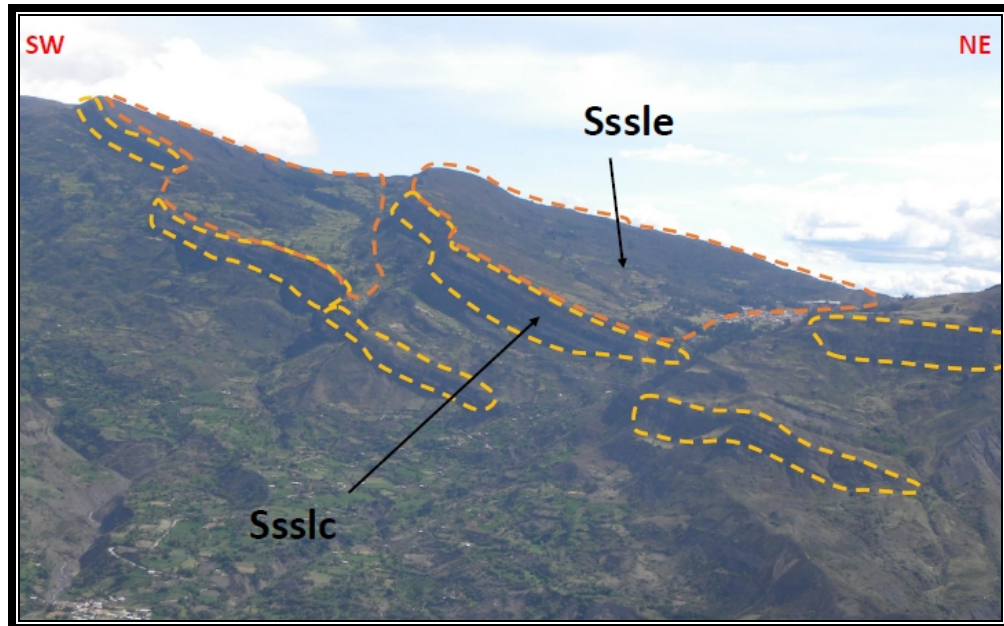
Geoforma localizada en la vereda Bacota, en el sector Romasal del municipio de Jericó, sobre rocas de la formación Arenisca tierna (Ksat). Consiste principalmente en unos bancos de areniscas de grano medio, que se agrupan en conjuntos macizos. Esta subunidad es conformada por una superficie vertical, larga, de forma escalonada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada al flanco de una sierra sinclinal. (Foto 27)

3.2.6.17 Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle).

Geoforma localizada en la vereda Bacota, en el sector Romasal del municipio de Jericó, sobre rocas de la formación arenisca Tierna (Ksat), consiste principalmente en unos bancos de areniscas de grano medio, que se agrupan en conjuntos macizos. De manera frecuente se observan estratificaciones cruzadas de gran escala y ondulitas formadas por olas. Esta

geoforma e una superficie definida por estratos inclinados a favor de la pendiente del terreno, conformando una artesa, de longitud moderadamente larga, forma cóncava y pendiente abruptas, relacionada al flanco de una estructura sinclinal. (Foto 27)

Foto 27. Ladera de contrapendiente y estructural de sierra sinclinal, en el municipio de Jericó



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.7 Ambiente Denudacional

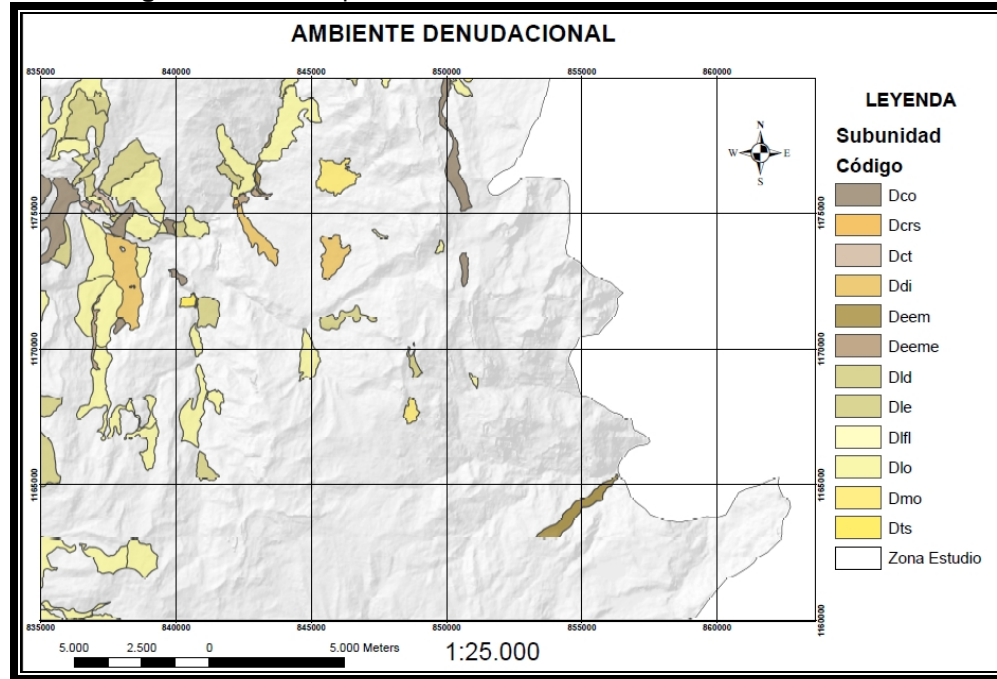
Se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica no depende del plegamiento de la corteza, ni tampoco por el vulcanismo, sino exclusivamente a los procesos exógenos degradacionales y está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de lluvia-escorrentía, meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfo-estructurales preexistentes donde se generan nuevas subunidades por acumulación de sedimentos.³²

La acción combinada de meteorización, erosión ha afectado en general a las geoformas de origen estructural, pero su modelado actual se debe a los procesos arriba mencionados.

³² Memoria explicativa del mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa esc 1:100.000. Plancha 263 – ortega. / sgc 2015

El ambiente denudacional ocupa alrededor del 12% del área de estudio, presentándose en una gran parte como movimientos en masa siendo el factor detonante las fuertes lluvias que se presentan en la zona.

Figura 49. Mapa de subunidades del ambiente denudacional



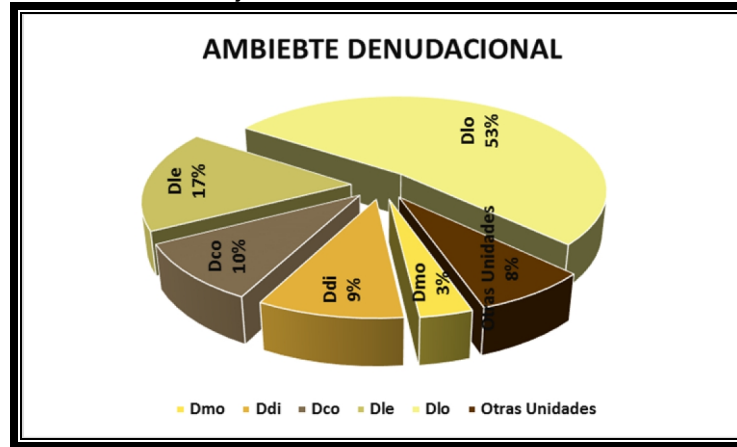
Fuente: Autor

Tabla 12. Subunidades denudacionales

SUBUNIDAD	NOMBRE	AREA (K²)	AREA (%)
Dco	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión	4,877	9,674%
Dcrs	Cerro residual	0,039	0,078%
Dct	Cono de talus	0,419	0,832%
Ddi	Cono de deslizamiento indiferenciado	4,780	9,480%
Deem	Escarpe de erosión mayor	1,465	2,906%
Deeme	Escarpe de erosión menor	0,583	1,158%
Dld	Loma denudada	1,031	2,046%
Dle	Ladera erosiva	8,604	17,064%
Difl	Cono o lóbulo de flujo de lodo y tierra	0,066	0,132%
Dlo	Ladera ondulada	26,613	52,780%
Dmo	Montículo y ondulaciones denudacionales	1,734	3,441%
Dts	Terrazas sobre-elevadas "colgadas"	0,206	0,409%
TOTAL		50,423	100%

Fuente: Glosario geomorfológico, SGC. Distribución de áreas autor.

Figura 50. Porcentaje de las subunidades del ambiente denudacional

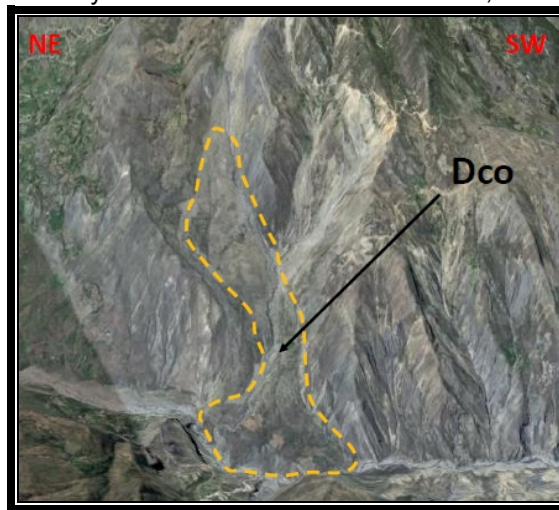


Fuente: Autor

3.2.7.1 Cono y lóbulo Coluvial de deslizamiento (Dco).

Subunidad localizada en la vereda Tintoba, del municipio de Jericó, además en las veredas La playa, Quindeba del municipio de Chita, sobre un depósito coluvial compuesto por bloques de arenisca, en una matriz limo-arenosa. Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Sus características generales son no estratificados, muy porosos, compresibles y permeables. Estos son definidos como antiguos movimientos en masa, los cuales se pueden presentar en laderas con pendientes que pueden variar de 12 a 35°. La geoforma en forma de cono o de lóbulos, presenta índices de relieve bajo y laderas cortas a moderadamente largas con forma convexa, pero siempre lobuladas. Se originan como depósitos de ladera dispuestos en la base de la misma, cuyo material es transportado por acción de la gravedad. (Figura 50)

Figura 51. Cono y lóbulo coluvial de deslizamiento, en la vereda Tintoba.



Fuente: Google Earth.

3.2.7.2 Cerro residual (Dcrs).

Geoforma localizada en la vereda Chipabetel, del municipio de Chita, sobre un depósito coluvial compuesto por bloques de arenisca, chert, en una matriz limo-arenosa. Subunidad conformada por una Prominencia topográfica sobresaliente con morfología alomada, cima redondeada y con laderas convexas, cortas. Presenta pendientes inclinadas asociadas a unidades competentes y el desarrollo de suelos residuales gruesos. Su origen se asocia a procesos intensos de meteorización diferencial. (Figura 51)

Figura 52. Cerro residual.

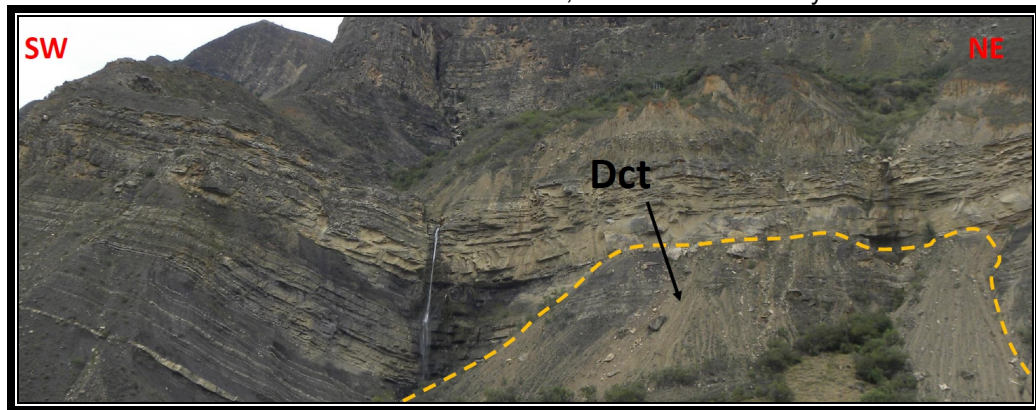


Fuente: Geomorfología ilustrada (SGC).

3.2.7.3 Cono de talus (Dct).

Geoforma localizada en la vereda La Playa del municipio de Chita, corresponde a material desprendido de la formación los pinos. Esta subunidad posee una forma de cono o lóbulo localizado a la base de un escarpe. La longitud de su ladera es corta, cóncava hacia la parte distal. Su origen está relacionado a procesos de acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares que se desprendieron de las partes altas. (Foto 28)

Foto 28. Cono de talus, en la vereda La Playa

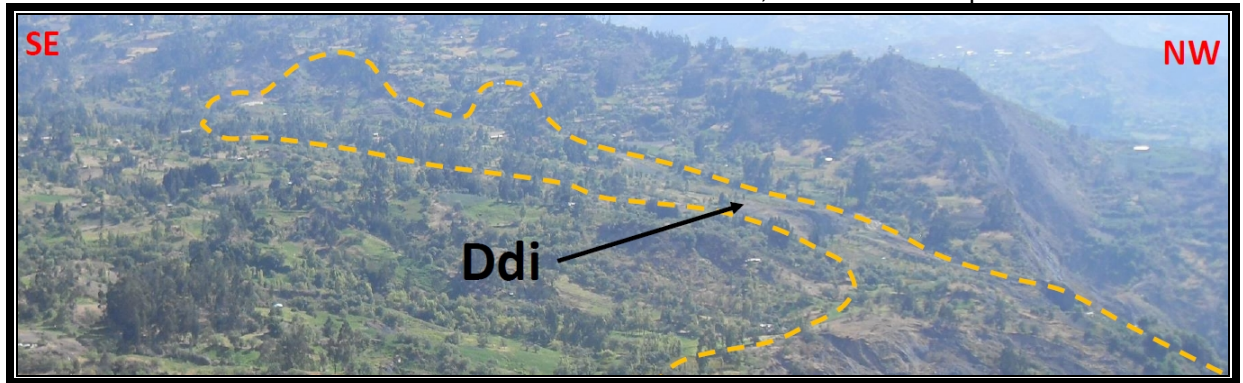


Fuente: proyecto de investigación UPTC

3.2.7.4 Cono de deslizamiento Indiferenciado (Ddi).

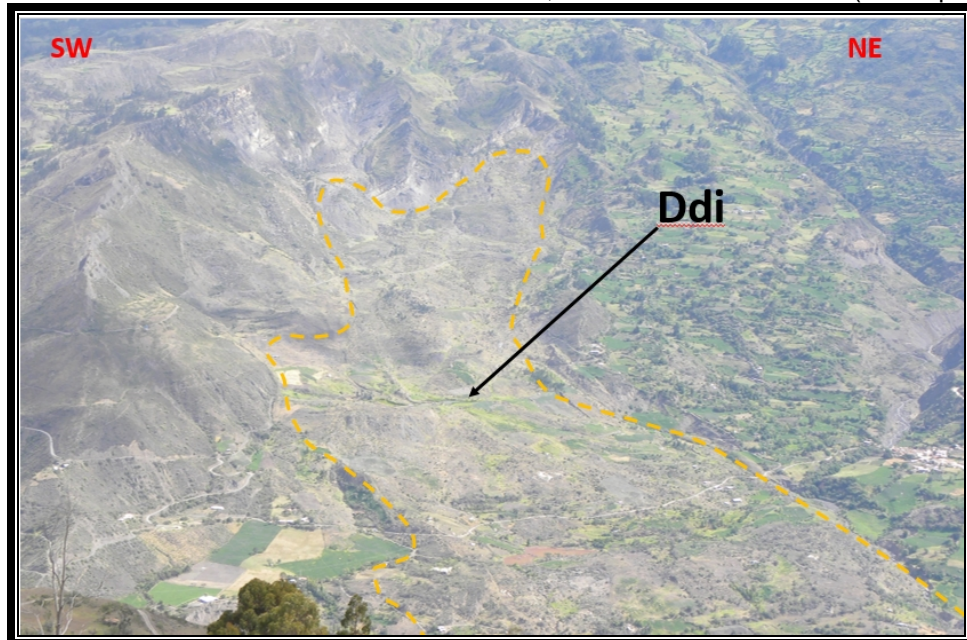
Geforma localizada en la vereda Chipabetel, del municipio de Chita, desarrollada sobre un Deposito Coluvial (Qc). La subunidad consiste en una estructura en forma de cono o lóbulo de morfología baja, cóncava y convexa, con una pendiente escalonada, nichos semicirculares, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambios súbitos de la pendiente. Su origen es relacionado a procesos de movimientos en masa de tierra y roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. (Foto 29 y 30)

Foto 29. Cono de deslizamiento indiferenciado, en la vereda Chipabetel.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Foto 30. Cono de deslizamiento indiferenciado, movimiento La Estancia (Municipio Jericó).

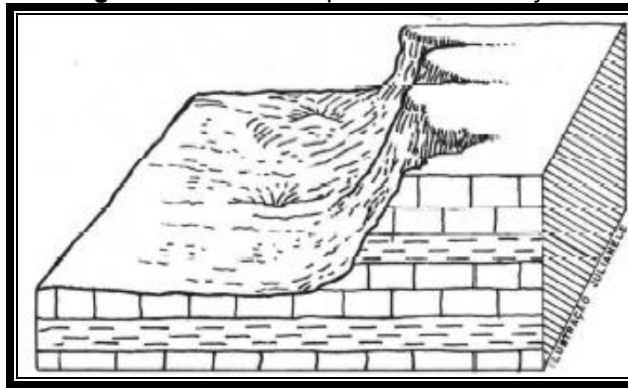


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.7.5 Escarpe de erosión mayor (Deem).

Geoforma localizada en la vereda Dimisa, del municipio de Chita, sobre rocas de la formación la luna (Ksl). Está constituida de lutitas lodosas, y areniscas de grano muy fino, que pasan progresivamente a un conjunto de areniscas de grano fino en bancos macizos, pasa por una secuencia monótona de calizas negras lodosas, laminadas, ricas en materia orgánica y en arcilla. Subunidad caracterizada por ser una ladera abrupta o a desplome de altura media que se forma por causas como la abrasión (erosión fluvial ocasionada por la el rio Peña Blanca), por procesos gravitacionales. De forma convexa a recta, con pendiente escarpada. (Figura 52)

Figura 53. Escarpe de erosión mayor.



Fuente: Manual técnico de geomorfología Almeida, B et al (1995).

3.2.7.6 Escarpe de erosión menor (Deeme).

Geoforma localizada en el corregimiento de Pueblo Viejo, sobre rocas de la formación la luna (Ksl), está constituida de lutitas lodosas, y areniscas de grano muy fino, que pasan progresivamente a un conjunto de areniscas de grano fino en bancos macizos pasa por una secuencia monótona de calizas negras lodosas, laminadas, ricas en materia orgánica y en arcilla. La subunidad corresponde a una ladera abrupta o a desplome de longitud corta, con pendiente escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión a lo largo del drenaje Zanjón Currucu. (Foto 31)

Foto 31. Escarpe de erosión menor, en el corregimiento Cheva.

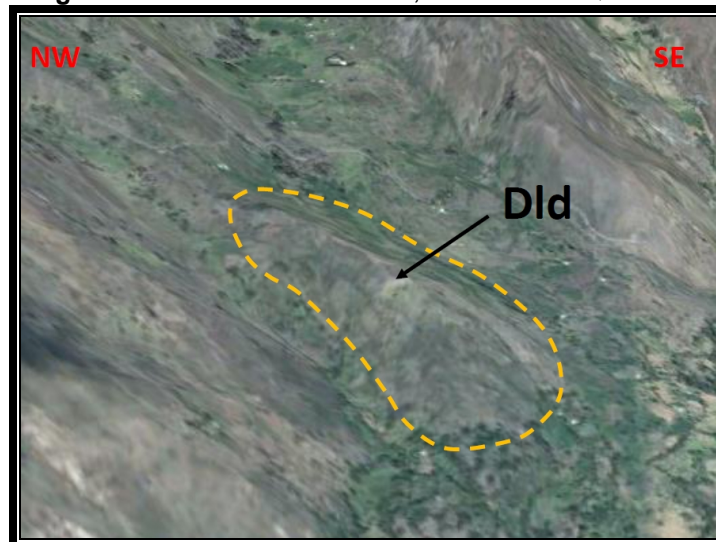


Fuente: Proyecto de investigación Proyecto de investigación UPTC

3.2.7.7 Loma desnuda (Dld).

Geoforma localizada en la vereda Quindeba, del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), consiste principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. Presentan laminación horizontal. La subunidad consiste en una prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada, laderas cortas, convexas y pendiente muy inclinada. Su origen está relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. (Figura 53)

Figura 54. Loma desnuda, en la vereda Quindeba.

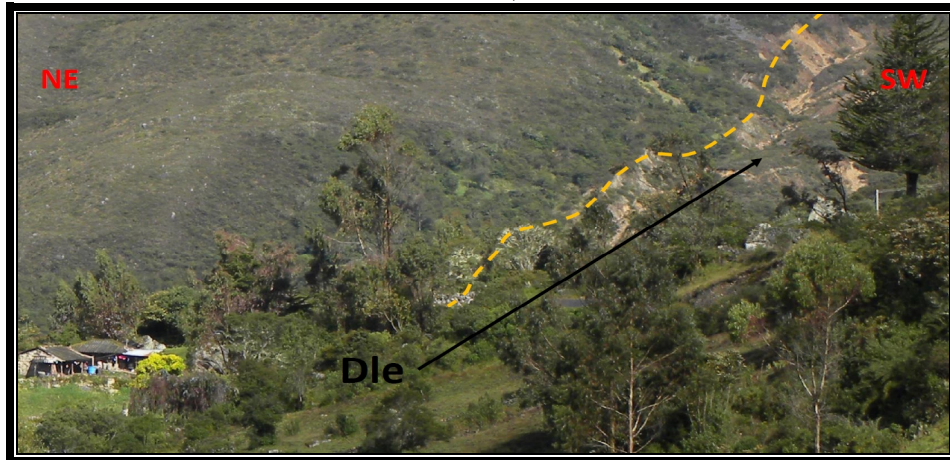


Fuente: Google Earth.

3.2.7.8 Ladera erosiva (Dle).

Localizada en el caserío la Chorrera, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), lutitas lodosas, areniscas finas y calizas lumaquéticas. La subunidad corresponde a superficies del terreno de pendiente inclinada, de longitud moderada, cóncavas, patrón de drenaje típico dendrítico a sub-paralelo. Presenta procesos erosivos intensos como cárcavas, surcos y soliflucción, sobre materiales roca. (Foto 32)

Foto 32. Ladera erosiva, en el caserío la chorrera.



Fuete: Proyecto de investigación UPTC

3.2.7.9 Cono o lóbulo de flujo de lodo y tierra (Dlfl).

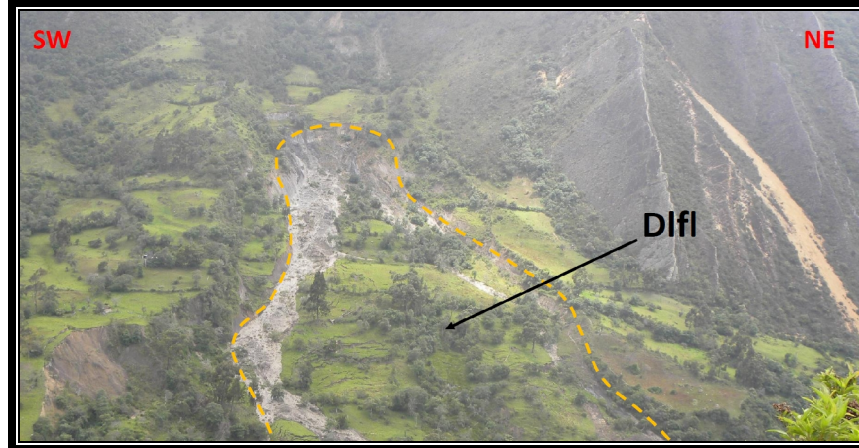
Geoforma localizada en la vereda Monte Toro, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), consiste principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. La subunidad se conforma por una estructura en forma de lóbulo o flujo alomado, localmente aterrazado, con longitud corta a muy larga, altamente disectados, que se presentan siguiendo las hondonadas y drenajes fluviales. Su origen es relacionado al transporte de materiales producto de la saturación del suelo. (Foto 33)

3.2.7.10 Ladera ondulada (Dlo).

Geoforma localizada en el corregimiento de Cheva, en las veredas Canoas, la Playa del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Chipaque (Ksc), consiste principalmente de lutitas lodosas negras en las que sobresalen delgadas capas de arenisca muy fina generalmente calcárea. Las lodolitas son ligeramente micáceas, muy fisibles, constituidas por arcilla, limo y materia orgánica muy abundante. Presentan laminación horizontal. La subunidad presenta una superficie en declive de morfología alomada, pendiente inclinada, la longitud

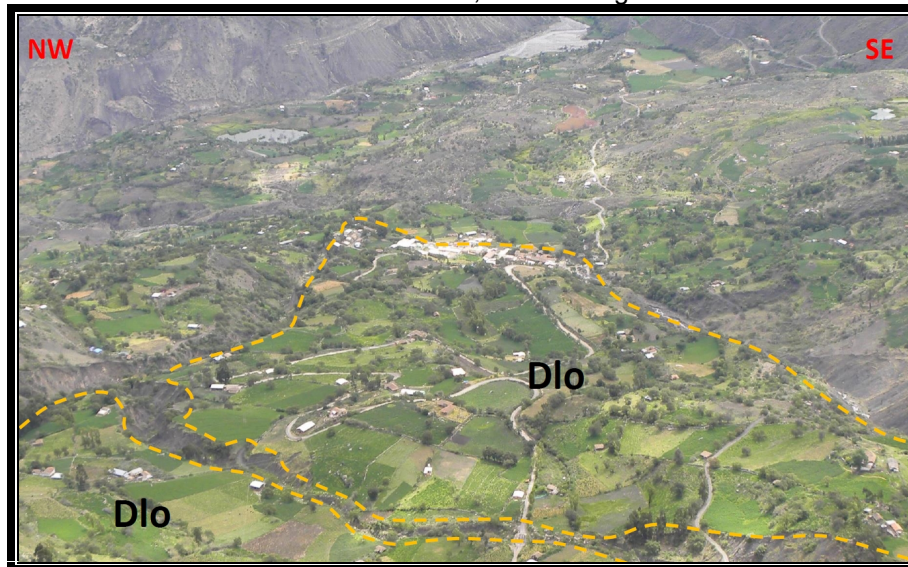
moderadamente larga. El patrón de drenaje es sub-dendrítico. La ladera forma suelos residuales aprovechados para la agricultura. (Foto 34)

Foto 33. Cono o lóbulo de flujo de lodo y tierra, en la vereda Monte Toro.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Foto 34. Ladera ondulada, en el corregimiento de Cheva.



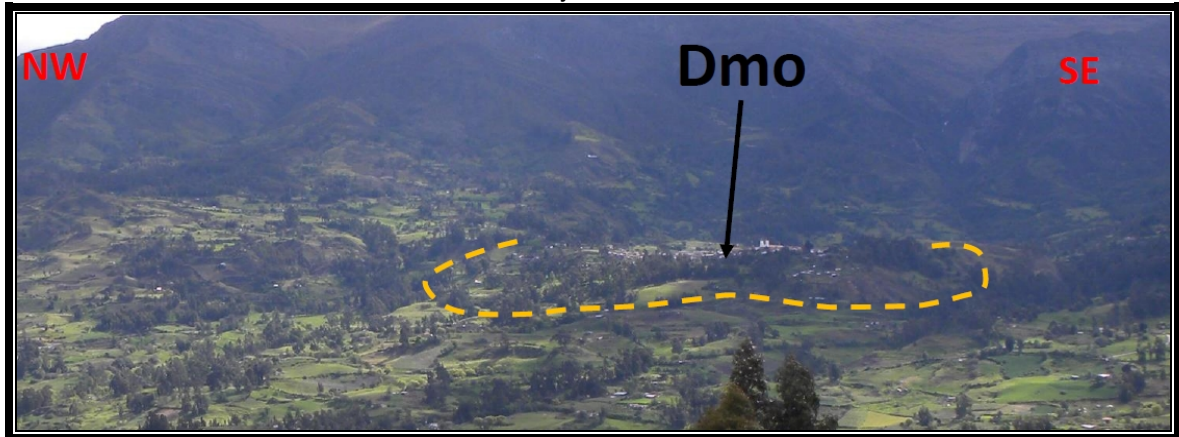
Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.7.11 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo).

Subunidad localizada en el casco urbano del municipio de Chita, sobre rocas de la formación Los Pinos (Kslp), lutitas lodosas oscuras, en bancos de 1 a 10 metros de espesor, entre los cuales se intercalan bancos de 5 cm a 1 m de areniscas cuarcíticas, con cemento silíceo. A veces estas areniscas altamente meteorizadas y erosionadas pasan lateralmente a calizas arenosas lumaquéllicas, que contienen abundantes conchas de ostras. La geoforma consiste en una elevación del terreno

con una altura menor de 50 metros sobre su nivel de base local, con una morfología colinada, convexa, suavemente inclinada y con drenaje divergente. Su origen es relacionado a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas blandas o friables, dispuestos de manera horizontal a ligeramente inclinados. (Foto 35)

Foto 35. Montículo y ondulaciones denudacionales.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.8 Ambiente Fluvial

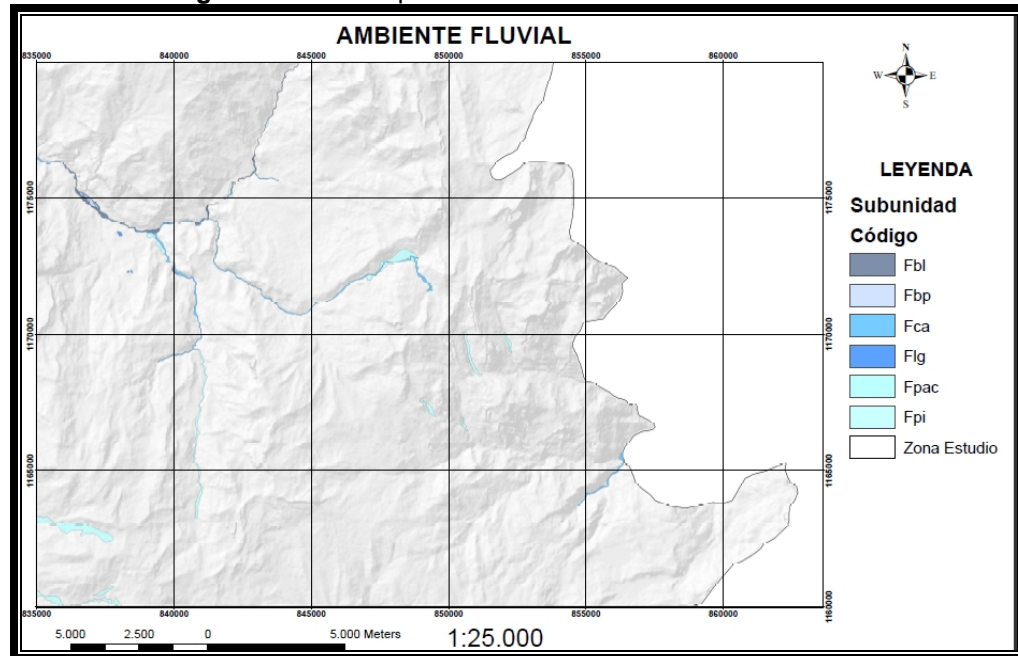
Las geoformas de origen fluvial son el producto de la dinámica de las corrientes en superficie, erosionando, transportando y acumulando el producto de su accionar en zonas aledañas a su recorrido a través del tiempo. Los cambios de la pendiente en el perfil longitudinal de las corrientes están directamente asociados con la acumulación de los materiales transportados tanto en el fondo como en suspensión. Las formas de los depósitos se clasifican según su posición y aspecto geométrico en terrazas, abanicos fluviales, conos aluviales y aluviones propiamente dichos. Los drenajes que se incluyen como contribuyentes en el desarrollo de estas geoformas son los ríos Chitano, Canoas, e Higueras. Las dimensiones de las subunidades generadas, son directamente proporcionales a la capacidad erosiva, de transporte de carga y de arrastre de las corrientes que las genera.

Tabla 13. Subunidades ambiente fluvial

SUBUNIDAD	NOMBRE	AREA (Km ²)	AREA (%)
Fbl	Barra longitudinal	0,476	11,687%
Fbp	Barra puntual	0,077	1,906%
Fca	Cauce aluvial	1,130	27,708%
Flg	Laguna	0,028	0,692%
Fpac	Planicie aluvial confinada	0,060	1,484%
Fpi	Plano o llanura de inundacion	2,305	56,524%

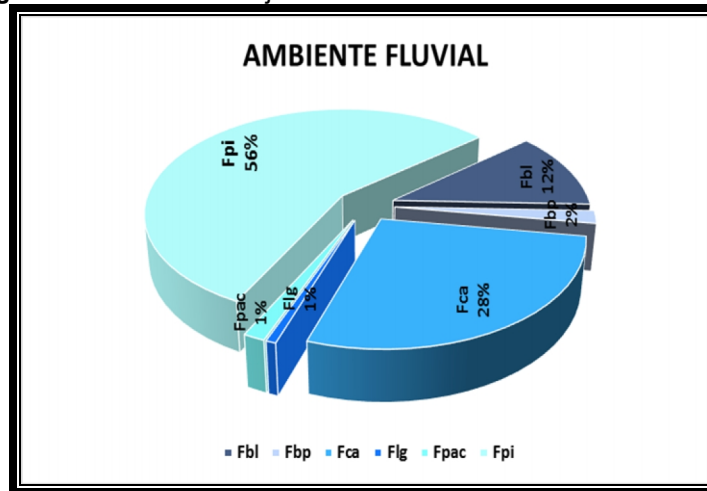
Fuente: Autor

Figura 55. Mapa de subunidades del ambiente fluvial.



Fuente: Autor

Figura 56. Porcentaje de las subunidades del ambiente fluvial

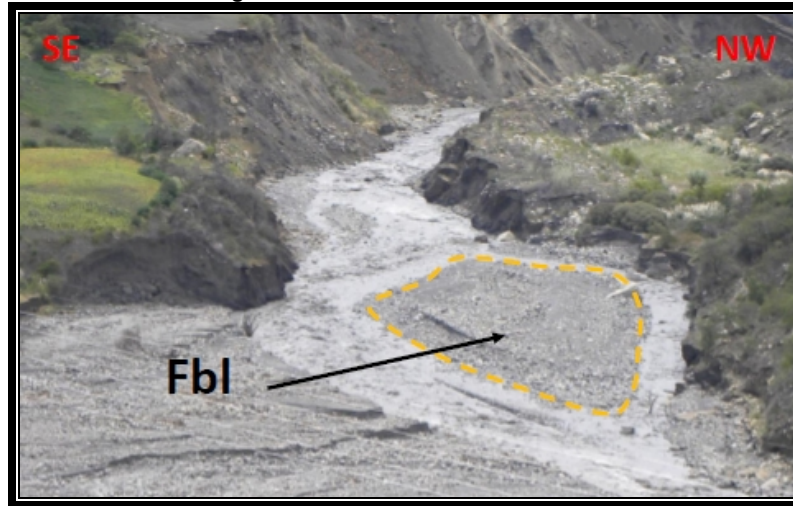


3.2.8.1 Barra longitudinal (Fbl).

Geoforma localizadas a lo largo del río Loblanco, entre los municipios de Chita y Jericó. Consiste en un cuerpo elongado, en forma romboidal convexo en planta y, en superficie de morfología suave ondulada, dispuesto paralelo al centro del cauce del río Loblanco, con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Su origen es relacionado a la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones,

que luego de disminuir el caudal, quedan como remanentes que dividen la corriente. Su depósito está constituido principalmente por arenas y gravas finas. (Foto 36)

Foto 36. Barra longitudinal, Rio Loblanco a la altura de la vereda Canoas

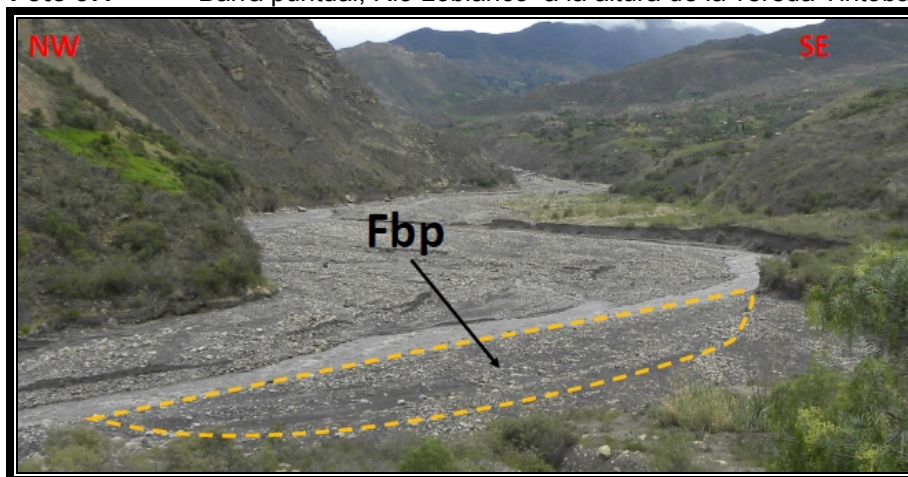


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.8.2 Barra puntual (Fbp).

Geoforma localizadas a lo largo del Rio Loblanco entre los municipios de Chita y Jericó. Cuerpo en forma de medialuna de morfología suave ondulada, compuesta de crestas y artesas curvas de poca altura. Este cuerpo se localiza en la parte cóncava de los meandros del rio Loblanco, como producto de la acumulación de sedimentos erodados de la parte convexa del cauce. Su depósito está constituido por sedimentos generalmente arenosos finos y materiales arcillosos en las artesas. (Foto 37)

Foto 37. Barra puntual, Rio Loblanco a la altura de la vereda Tintoba.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.8.3 Cauce aluvial (Fca).

Geoforma localizada en los ríos Higueras, Canoas, Loblanco, río Negro entre los municipios de Chita y Jericó. Es un canal de forma irregular, excavado por corrientes permanentes, dentro de macizos rocosos con formaciones principalmente del periodo cretáceo superior y terciario, además de sedimentos aluviales, dentro de macizos rocosos y sedimentos aluviales. Estos cauces logran hacer parte de la cuenca del Río Chicamocha. (Foto 38)

Foto 38. Cauce aluvial del río Higueras.

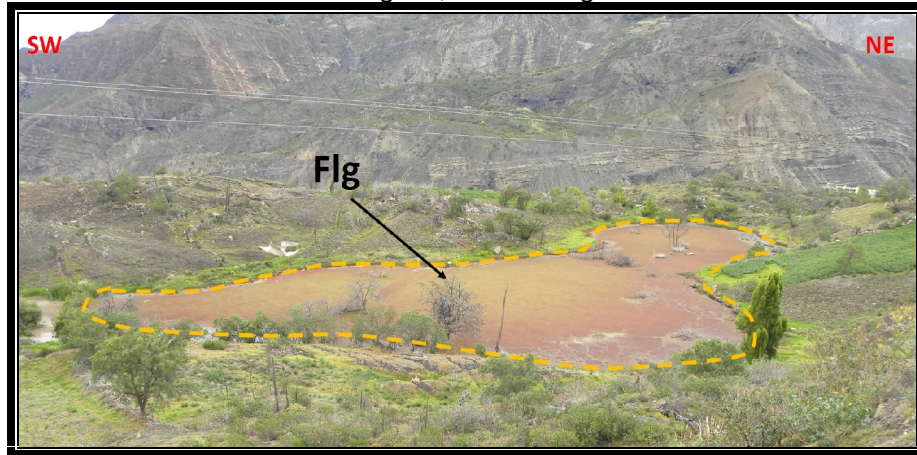


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.8.4 Laguna (Flg)

Geoforma localizada en el corregimiento de Cheva, es un depósito natural de agua de dimensiones inferiores, en relación a los lagos tanto en área como en profundidad. Las lagunas de origen fluvial, se relacionan con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, estas pueden permanecer incluso en épocas secas ya que son pobremente drenadas. Esta geoforma en especial es el producto del movimiento de una gran cantidad de material conocido como el deslizamiento la Estancia que sucedió en el año 2010 durante la intensa época invernal. La geoforma tuvo su origen debido al tipo de movimiento rotacional que se da en este punto del movimiento, que facilito la acumulación de material que género el espacio adecuado para la formación de esta laguna. (Foto 39)

Foto 39. Laguna, en el corregimiento Cheva.

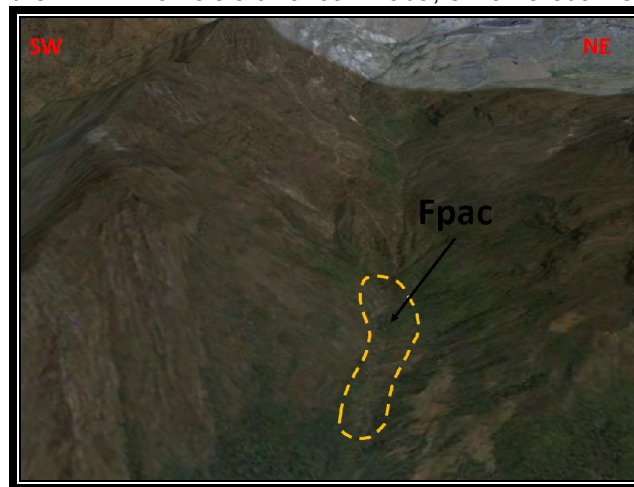


Fuente: Proyecto de investigación UPTC

3.2.8.5 Planicie aluvial confinada (Fpac).

Geoforma ubicada en la vereda los Venados. La subunidad se presenta como una Franja de terreno de morfología plana, muy angosta eventualmente inundable, en forma de “U”, limitada por otras geoformas de morfología colinada constituidas por material arenoso competente, montañosa, que bordean los cauces fluviales. Constituida por material aluvial (arenas, limos y arcillas). (Figura 56)

Figura 57. Planicie aluvial confinada, en la vereda Venados.



Fuente: Google Earth.

3.2.8.6 Plano o llanura de inundacion (Fpi).

Geoforma localizada a lo largo del cauce de los ríos Canoas, Higueras, y Loblanco, se presenta sobre Depósitos aluviales (Qal), que están constituidos por bloques redondeados y sub-redondeados dentro de una matriz no consolidada de

arenas y arcillas; la unidad geomorfológica consiste en una franja de terreno plana baja de morfología ondulada, generalmente se encuentra al lado y lado de un cauce aluvial, posee una pendiente menor a 5°. En estas llanuras es común encontrar otro tipo de geoformas tales como meandros abandonados; presentan una red de drenaje de tipo sub-paralelo de baja densidad, esta unidad eventualmente sufre inundaciones. (Foto 38)

3.3 EVALUACIÓN MULTITEMPORAL DE LA EVOLUCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA PRIORIZADA.

El análisis multitemporal es una herramienta muy útil que enfoca su objetivo a resaltar los cambios de un terreno determinado con el paso del tiempo a partir de la interpretación de datos o información existente, en este caso, dicho análisis se realizó mediante fotografías aéreas e imágenes satelitales de una zona específica.

La zona priorizada, a la que se le realizó el análisis multitemporal, se encuentra ubicada en la vereda Chipabetel, a media hora de la cabecera municipal del municipio de Chita. En la zona desde hace más de 40 años se presenta un movimiento en masa que afecta a los habitantes de dicha localidad. El movimiento que se presenta en esta vereda, según los habitantes, es muy lento, pero ha traído pérdidas materiales debido a sus efectos que alteraron la forma del terreno.

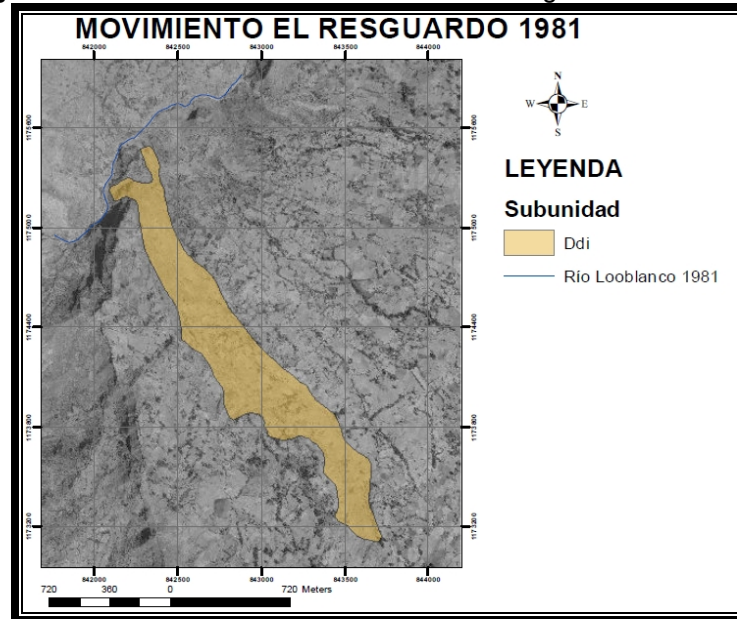
Se realizó un análisis multi-temporal a partir de la interpretación de fotografías aéreas que fueron tomadas en los años 1981 y 1992, además de una imagen satelital actual para poder realizar dicho análisis. Las imágenes se consiguieron en el instituto Agustín Codazzi (IGAC) y la imagen satelital fue descargada de la plataforma Sas Planet.

3.3.1 Año 1981.

Geomorfológicamente, y debido a su comportamiento geotécnico, el movimiento se clasificó como una subunidad del ambiente denudacional. Ya que este se presenta como un movimiento en masa complejo debido a que se compone por diversos tipos de movimientos. Por esta razón se clasificó geomorfológicamente dicho movimiento como un Cono de Deslizamiento Indiferenciado (Ddi).

Delimitando el área abarcada por la subunidad geomorfológica, mediante la herramienta ArcGis 10.2.2, se calculó un área de 696843,4 m². (Figura 57)

Figura 58. Subunidad del movimiento el resguardo del año 1981.

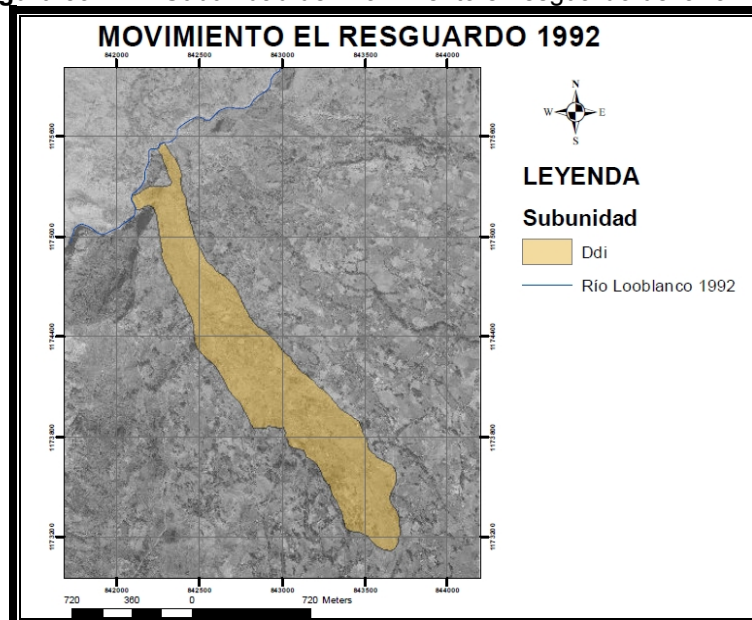


Fuente: Autor

3.3.2 Año 1992.

De este año y según la fotografía aérea el movimiento tiene una tendencia a incrementar su tamaño hacia la pata y al costado occidental del mismo. La subunidad alcanza un área de 852148,4 m². (Figura 58)

Figura 59. Subunidad del movimiento el resguardo del año 1992.

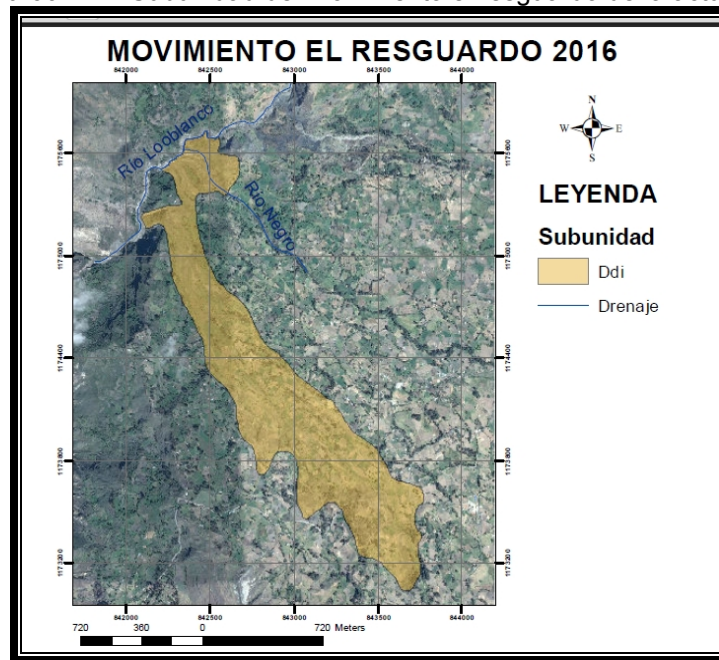


Fuente: Autor

3.3.3 Año 2016.

En la actualidad el movimiento se unió con un movimiento aledaño que tiene lugar en la margen izquierda del río Loblanco y a los costados del río Negro. Los movimientos se unieron debido a la cercanía y al trabajo de socavación de los ríos anteriormente nombrados, a pesar de ser movimientos diferentes en su comportamiento, al ser clasificados como uno solo, la subunidad no cambia debido a la cantidad de tipos de movimientos encontrados en su área de influencia. Finalmente la geoforma posee un área total de 1075287,5 m². (Figura 59)

Figura 60. Subunidad del movimiento el resguardo de la actualidad.



Fuente: Autor

Tabla 14. Representación área subunidad.

Año	Area (m ²)
1981	696843,415021
1992	852148,458694
2016	1075287,51543

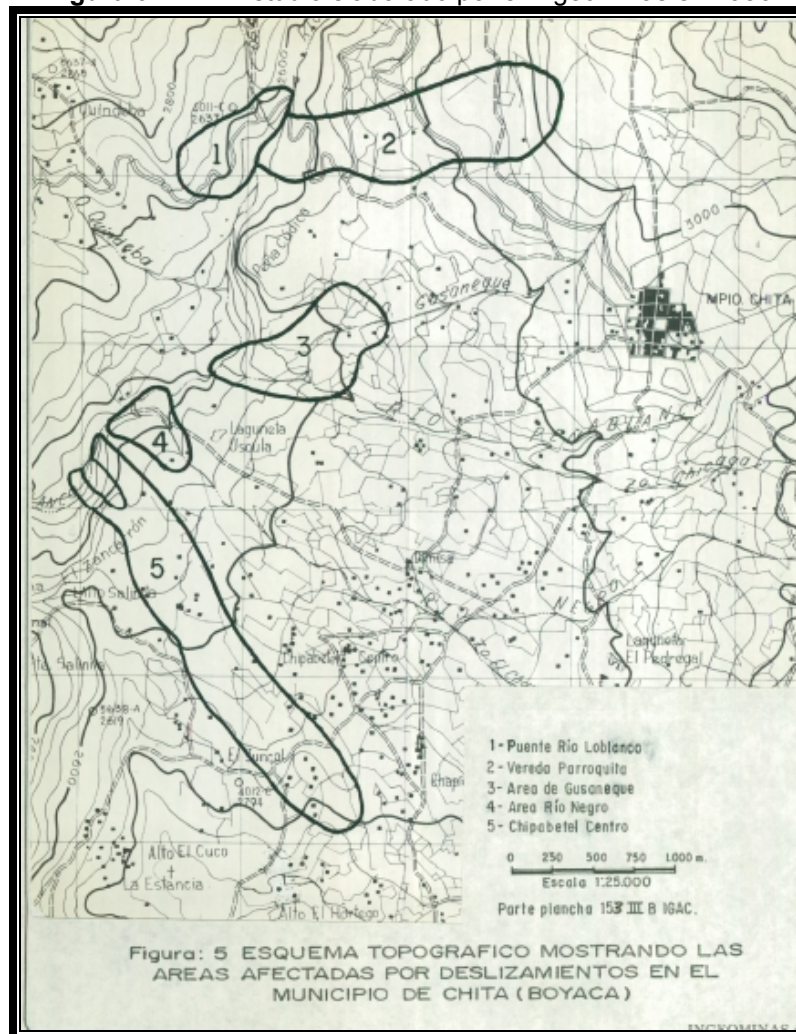
Fuente: Autor

Se concluye que la subunidad aumenta de tamaño con una tendencia en dirección NW, algunos factores influyentes en dicho cambio se pueden asociar a la actividad humana como el mal uso del suelo en actividades agrícolas, el pésimo

mantenimiento del sistema de drenaje, además de factores como la socavación a la que se ve sometida la pata del talud debido a la actividad del río Loblanco, de igual manera la tala indiscriminada de árboles contribuye a la inestabilidad del terreno. La subunidad aumenta con más velocidad de tamaño hacia la zona norte donde limita con el río Loblanco.

En el año 1986 se realizó un estudio en el municipio de Chita, dicho estudio es el “RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LAS ZONAS RURALES DEL MUNICIPIO DE CHITA, BOYACÁ” (Dario Mosquera Torres), ejecutado por el Ingeominas. Este estudio reconoció 5 movimientos en masa entre los que se encuentra el movimiento de interés actual (Movimiento en Masa El Resguardo) (Figura 60).

Figura 61. Estudio elaborado por el Ingeominas en 1986



Fuente: Ingeominas

A manera de ilustración para poder mostrar la magnitud del movimiento en masa de interés (El Resguardo), se mostraran imágenes comparativas del estudio realizado por el Ingeominas y de imágenes que hacen parte del registro fotográfico actual.

Foto 40. Fotografía 1986, tomada en el costado Nor-Occidental del movimiento.



Fuente: Ingeominas

Foto 41. Fotografía 2015, tomada en el costado Nor-Occidental del movimiento



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Al comparar las fotografías, se evidencia el cambio debido a procesos erosivos presentados en la superficie del movimiento, que generan surcos y cárcavas que facilitan la infiltración de agua, generando más inestabilidad en el terreno. (Fotos 40 y 41)

Foto 42. Fotografía 1986, vista panorámica de los movimientos el Resguardo y Gusaneque



Fuente: Ingeominas

Foto 43. Fotografía 2015, vista panorámica de la pata del movimiento en masa El Resguardo.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Al comparar estas fotografías, se dimensiona la magnitud del crecimiento del movimiento en la pata, debido a los intensos procesos de socavación por efecto del río Loblanco. El movimiento el Resguardo se unió al movimiento antes llamado como Gusaneque o del Río Negro, (debido al río que atraviesa este movimiento hasta desembocar al río Loblanco) (Fotos 42 y 43)

Foto 44. Fotografía 1986, movimiento Río Negro



Fuente: Ingeominas

Foto 45. Fotografía 2016, parte de la pata del movimiento El Resguardo.



Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Al comparar las fotografías, se nota el cambio en la cobertura del terreno, antes estaba provisto de vegetación y en la actualidad debido a los intensos procesos erosivos esta vegetación ha muerto casi en su totalidad, dejando desprovista la superficie de cualquier posible agente estabilizante. (Fotos 44 y 45)

El cambio en general de la zona se evidencia a simple vista; tanto en el área del movimiento debido al progresivo avance lateral del mismo hasta el punto de unirse con un movimiento cercano, como en la cobertura de la superficie del terreno desprovista de agentes estabilizantes como árboles o matorrales.

La tendencia del movimiento a aumentar su tamaño en la pata del mismo, hace más peligrosa su actividad debido a que en la zona habitan muchas familias que podrían verse muy afectadas por la pérdida de sus viviendas y terrenos.

3.3.4 Seguimiento al movimiento en masa el Resguardo.

En el municipio de Chita Boyacá, desde hace más de 40 años, se presentaron diversos episodios de movimientos del terreno, dichos movimientos se desarrollaron en la zona rural con una tendencia marcada en las cercanías del río Loblanco. Estos fenómenos aumentan su actividad en los periodos intensos de lluvia, lo que ha ocasionado la pérdida de viviendas y el desplazamiento de los pobladores a zonas más altas y seguras. Por esta razón se decide como parte del trabajo, realizar un seguimiento debido a su importancia, al movimiento con mayor actividad y de mayor predominancia por su extensión.

En la primera visita a campo se realizó un reconocimiento del área de estudio en la cual se encuentra el movimiento en masa “El Resguardo”, en el mes de septiembre del año 2015, se pudo conocer el comportamiento de este movimiento y los factores contribuyentes y detonantes que facilitan la actividad y desarrollo del mismo. Este movimiento se caracteriza por tener un estilo complejo y presentar un estado activo, este movimiento presenta una serie de subtipos de movimientos como caída de detritos, flujo de tierras, reptación de suelos, deslizamiento traslacional.

Como se ha enunciado anteriormente, entre los factores que favorecen al desplazamiento del material se tiene el sistema de riego el cual no está planeado de forma correcta, ya que se observó que en la mayoría de la superficie del movimiento hay infiltración de agua al subsuelo, favoreciendo así la inestabilidad de la zona; otro agente de relevancia es la deforestación presentada en el área de estudio, la cual se produce por la tala de algunas zonas de árboles aledaños, el cambio en el uso del suelo, la deficiente implementación de técnicas agrícolas, siendo estos factores que inciden a la erosión del suelo; detonando así el desplazamiento de terreno.



Un factor contribuyente a la inestabilidad del terreno es la tectónica que presenta la zona, caracterizada por dos fallas de tipo rumbo con una dirección oeste-este que cruzan el área afectada. Cabe resaltar que los materiales litológicos sobre los que se desarrolla el movimiento en masa corresponden a rocas de la Formación Chipaque, compuesta principalmente por lodolitas fisibles negras, con algunas intercalaciones de areniscas de grano fino. Adicionalmente a los anteriores causantes de la inestabilidad del suelo se encuentra el trazo de la vía, el cual se desarrolló hacia el borde del movimiento en masa, dicha obra contribuye al debilitamiento del terreno y asentamiento de los materiales litológicos, lo cual es generado por la vibración artificial que produce el continuo paso de vehículos







Finalmente y siendo este el factor detonante en el desarrollo del movimiento en masa “El Resguardo” se encuentra la lluvia, ya que su aporte de agua al saturar la masa genero la inestabilidad del terreno, desencadenando así un gran número de contribuyentes para el desarrollo de este movimiento en masa, generando así la perdida de viviendas y de zonas de pastizales aptas tanto para la actividad ganadera como para la actividad agrícola.

La segunda visita el movimiento se realizó en el mes de febrero del año 2016. Se tomó un registro fotográfico con la finalidad de hacer una comparación del posible avance del movimiento para así dimensionar su actividad y que tan rápido avanza.







Se mostrarán unas imágenes de la primera visita comparadas con las de la segunda visita teniendo en cuenta que no son tomadas del mismo punto. (Tabla 13)







Tabla 15. Seguimiento al movimiento El Resguardo.

PRIMER REGISTRO SEPTIEMBRE 2015	SEGUNDO REGISTRO FEBRERO 2016
	
<p>Cuerpo del movimiento, so observan cultivos agrícolas sin un sistema de drenaje o canalización.</p>	

PRIMER REGISTRO SEPTIEMBRE 2015	SEGUNDO REGISTRO FEBRERO 2016
	
<p>Pata del movimiento, en el costado izquierdo de las fotos se observa un cerro estructural que no ha sido afectado por el movimiento generando un control estructural.</p>	
	
	
<p>Cuerpo del movimiento, donde se observa un lóbulo, indicios de crecimiento del movimiento</p>	

PRIMER REGISTRO SEPTIEMBRE 2015	SEGUNDO REGISTRO FEBRERO 2016
	
<p>Pata del movimiento, so observan claros procesos erosivos que generan cárcavas, surcos y paredes que finalmente caen por gravedad.</p>	
	
<p>Pata del movimiento, zona con mayor influencia de los procesos fluviales que genera la socavación por los Rios Loblanco y Rio Negro.</p>	

PRIMER REGISTRO SEPTIEMBRE 2015	SEGUNDO REGISTRO FEBRERO 2016
	
<p>Pata del movimiento, se observan procesos de socavación generados por el agua de pequeñas quebradas que nacen en los mismos cultivos ya que la cantidad de agua utilizada para estos es muy abundante.</p>	
	
	
<p>Exterior del movimiento, se observa claramente la influencia del río en la pata del talud del movimiento el cual debido a esto y otros factores se presenta con un proceso retrogresivo.</p>	

PRIMER REGISTRO SEPTIEMBRE 2015	SEGUNDO REGISTRO FEBRERO 2016
	
<p>Escarpe principal en la corona del movimiento que se unio al movimiento principal.</p>	
	
<p>Exterior del movimiento, se evidencian las construcciones inclinadas, indicador de la dirección del movimiento, además se ven hundimientos en la carretera que atraviesa el movimiento.</p>	
	

PRIMER REGISTRO SEPTIEMBRE 2015	SEGUNDO REGISTRO FEBRERO 2016
<p>Cuerpo del movimiento, se observan montículos generados a partir del movimiento lento del terreno, además de la influencia de la carretera sobre el límite del movimiento ya que debido al peso de los vehículos de carga y la vibración artificial, contribuyen a la inestabilidad en ese punto.</p>	
	
<p>Cuerpo del movimiento, se observan montículos, fisuras y pequeños escarpes producto del movimiento lento, esta es una zona de cultivo que se aprovecha por sectores en donde no es mucha la deformación del terreno.</p>	
	
	
<p>Perspectiva frontal del movimiento en su totalidad, se observan procesos intensos de los efectos de la socavación en la pata del talud debido a los procesos fluviales, se observan también las ondulaciones en la superficie producto del movimiento lento en dirección al río, y el comportamiento retrogresivo que este tiene.</p>	



Gracias al seguimiento realizado y la información existente del movimiento se concluye:

- No hay mucha diferencia en las visitas realizadas ya que la velocidad del movimiento es muy lenta, los habitantes aseguran que este cambio se nota en un periodo de tiempo de por lo menos un año o más.
- Las medidas que se pueden implementar para la mitigación de los efectos del movimiento son entre otras cosas, la de suspender el regadío para la agricultura ya que debido a tantas fisuras el agua de infiltra debilitando el terreno.
- Se deben implementar alertas tempranas en caso del aumento en la velocidad del movimiento, debido a su magnitud y a la cantidad de pobladores que está afectando.
- El movimiento tiene una tendencia a aumentar su tamaño con mayor velocidad en la pata de este, ya se unieron varios movimientos, y puede seguir extendiéndose debido al constante proceso de socavación del río Loblanco.
- El movimiento afecta seriamente a la población en la parte económica, ya que debido a la condición del terreno la pérdida de la cobertura vegetal impide el pastoreo de ganado, también dificulta el normal uso del suelo en la zona (aunque es recomendable que la población se abstenga de cultivar en el terreno ya que esta práctica facilita el cambio del terreno).
- La población se ve afectada además por la pérdida de infraestructura como su principal vía de comunicación con el municipio de Jericó, ya que dicha vía se ha visto afectada en diversas oportunidades debido a la inestabilidad generada por el movimiento. A pesar de que se han tomado medidas para controlar estos efectos, pues se han colocado gaviones en un sector en el que la vía atraviesa una parte del movimiento, pero estos no lograron mitigar los efectos del movimiento y ya cedieron ante el avance del material.

4. INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA.

Los movimientos en masa son el desplazamiento de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal ladera abajo por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material en cada caso. La distancia del recorrido de estos desplazamientos y sus velocidades pueden ser muy variadas, ya que depende del tipo de movimiento que se presente.

Deslizamientos, reptación, hundimientos, soliflucción, avalanchas, caídas de material litológico o vegetal, desplomes o lahares son todos tipos de movimientos en masa, sin embargo, cada uno tiene una naturaleza distinta, por lo cual sus causas, desarrollo y consecuencias tienen explicaciones específicas desde la geología y la geomorfología.

Entre las causas o detonantes más comunes para que se genere un proceso de movimiento en masa se encuentran; Los procesos litológicos, donde se presentan materiales con baja cohesión o poco consolidados; Procesos topográficos, zonas con pendientes muy pronunciadas donde se supera el ángulo de reposo de un material; Procesos climáticos, cuando existen precipitaciones frecuentes o un régimen de lluvias elevado; Procesos tectónicos, cuando intervienen las ondas sísmicas en los movimientos del terreno; y finalmente los procesos antrópicos, que se refieren a la acción del hombre sobre el medio ambiente, por ejemplo, generando deforestación en una zona de ladera o incendios forestales que desestabilicen una pendiente.³³

Un inventario de movimientos en masa es un registro ordenado de la localización y las características individuales de una serie de movimientos ocurridos en un área específica. Sin embargo, las características a registrar en el inventario dependen del interés para el cual este se realice y hasta el momento no se cuenta con un esquema unificado del mismo, a pesar de varias propuestas realizadas en este sentido como es por ejemplo la del Grupo de Trabajo para el Inventario Mundial de Deslizamientos (WP/WLI, 1991). De ahí que considerando los objetivos del Proyecto Multinacional Andino PMA-GCA, el Grupo de Estándares para Movimientos en Masa GEMMA, proponga el formulario para inventario.³⁴ Para esta clasificación se hace necesario una guía la cual permitió la descripción de las características de cada movimiento. Lo anteriormente señalado se realizó utilizando el formato PMA-GCA.

³³ <http://ceelat.org/mapas/amenaza-por-remocion-en-masa-en-colombia/>

³⁴ *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas (SGC)*

4.1 RECTIFICACIÓN DE LOS FORMATOS.

El proceso de diligenciamiento del formato PMA-GCA, se realizó en la etapa de campo siguiendo unos parámetros principales y secundarios los cuales hacen parte del contenido del mismo. El proceso de inventario de movimientos en masa se realizó con el apoyo de lo observado en el trabajo de campo, así como con el procesamiento de la información en la etapa de oficina, lo cual fue generado apoyados en los sistemas de información geográfica (SIG).

El formato para la toma de datos se divide en catorce ítems de información, que a su vez agrupan aspectos particulares de cada movimiento en masa. En el formato modelo (Figuras 55 y 56), estos ítems se distinguen por un renglón sombreado, los cuales son enunciados a continuación.

- Localización geográfica y documental del evento.
- Actividad del movimiento.
- Litología y estratigrafía.
- Clasificación del movimiento.
- Morfometría.
- Causas del movimiento.
- Cobertura y uso del suelo.
- Documentos de referencia.
- Efectos secundarios.
- Importancia del evento.
- Daños.
- Notas y apreciación del riesgo.
- Esquema.
- Registro fotográfico.

Luego de procesada la información, se concluyó que en la zona de estudio se inventariaron y cartografiaron 43 movimientos en masa que cumplieran con las dimensiones establecidas para el presente estudio, dicha escala de trabajo es 1:25000. A continuación se muestra una tabla de la descripción de cada movimiento en masa, la cual contiene datos como lo son las siglas del encuestador, las coordenadas del movimiento, la clasificación principal del movimiento en masa inventariado entre otros. (Tabla 14)

Tabla 16. Movimientos en Masa de la zona de estudio.

PLANCHA 25000	Cod	NORTE	ESTE	ALTURA	Clasif_Mov	Area_m2
III-B	Egg_153_002_C	1170632,1	835739,6	3180,0	Deslizamiento traslacional	84293,4
III-B	Egg_153_027_C	1170184,6	841079,8	2654,8	Caida de rocas	111404,4
III-B	Egg_153_029_C	1170949,0	836941,8	2684,3	Deslizamiento traslacional	25079,7
III-B	Egg_153_030_C	1171671,6	836490,9	2633,4	Deslizamiento traslacional	29273,1
III-B	Egg_153_033_C	1175844,2	835996,4	2026,1	Deslizamiento traslacional	3607447,2

PLANCHA 25000	Cod	NORTE	ESTE	ALTURA	Clasif_Mov	Area_m2
III-B	EGG_153_035_C	1171385,7	838279,0	2587,3	Deslizamiento traslacional	4537888,2
III-B	EGG_153_040_C	1170185,0	840885,0	2608,0	Caida de detritos	3436,3
III-B	EGG_153_042_C	1174505,4	839763,6	2441,0	Deslizamiento traslacional	151690,2
III-B	EGG_153_043_C	1175034,2	841074,1	2516,0	Deslizamiento traslacional	120943,0
III-B	EGG_153_044_C	1173256,8	841126,9	2489,0	Deslizamiento traslacional	32329,7
III-B	EGG_153_046_C	1173980,4	840554,2	2279,9	Deslizamiento traslacional	25244,5
III-B	EGG_153_052_C	1172004,6	841679,9	2605,0	Deslizamiento traslacional	123907,7
III-B	EGG_153_053_C	1172379,8	841712,0	2510,8	Deslizamiento traslacional	46460,6
III-B	EGG_153_059_C	1174295,6	843898,4	2726,4	Deslizamiento traslacional	4366777,2
III-B	EGG_153_060_C	1177056,1	843356,2	2645,2	Deslizamiento traslacional	312241,8
III-B	EGG_153_061_C	1177470,4	843233,2	2599,5	Deslizamiento traslacional	1810,2
III-B	EGG_153_072_C	1175831,2	838794,2	2663,0	Deslizamiento traslacional	148442,9
III-B	EGG_153_098_C	1173630,6	846429,5	3149,9	Deslizamiento traslacional	1093174,8
III-B	EGG_153_099_C	1174178,3	847685,7	3280,1	Deslizamiento traslacional	189265,9
III-B	EGG_153_100_C	1175639,9	845230,1	2867,0	Caida de detritos	5056,9
III-B	EGG_153_101_C	1177020,1	845479,8	3055,7	Reptación de suelos	15436,4
III-D	EGG_153_004_C	1169568,8	836114,0	3328,9	Deslizamiento traslacional	8179,2
III-D	EGG_153_005_C	1169126,0	837002,0	3175,0	Reptación de suelos	101190,3
III-D	EGG_153_006_C	1168926,9	836555,4	3335,0	Caida de roca	6006,5
III-D	EGG_153_008_C	1168125,0	837106,6	3414,0	Reptación de suelos	19961,4
III-D	EGG_153_009_C	1168224,4	837598,6	3426,0	Deslizamiento traslacional	5396,0
III-D	EGG_153_010_C	1166290,9	839823,7	3413,0	Caida de rocas	638,0
III-D	EGG_153_014_C	1167994,3	841163,2	2989,0	Caida de rocas	15558,5
III-D	EGG_153_015_C	1168924,6	837538,0	3299,1	Deslizamiento traslacional	2293,3
III-D	EGG_153_018_C	1169610,2	837905,9	3245,5	Deslizamiento traslacional	64152,8
III-D	EGG_153_020_C	1169288,5	839339,1	3030,9	Deslizamiento traslacional	2763,0
III-D	EGG_153_023_C	1165722,1	840844,9	3260,4	Deslizamiento traslacional	1071,4
III-D	EGG_153_024_C	1165173,6	840569,2	3336,0	Soliflucción	12213,4
III-D	EGG_153_025_C	1166520,0	840854,0	3178,0	Caida de detritos	786,5
III-D	EGG_153_026_C	1167155,1	840649,2	3157,8	Reptación de suelos	318,9
III-D	EGG_153_039_C	1169751,0	841047,0	2641,0	Deslizamiento traslacional	7026,2
III-D	EGG_153_049_C	1168393,6	841405,4	2964,1	Deslizamiento traslacional	5173,4
III-D	EGG_153_050_C	1169613,9	841865,1	2839,0	Deslizamiento traslacional	2732,8
III-D	EGG_153_076_C	1169543,2	846341,1	3343,8	Caida de detritos	588,5
III-D	EGG_153_086_C	1163031,0	840437,6	3465,0	Reptación de suelos	222777,1
III-D	EGG_153_087_C	1164501,0	840938,4	3386,0	Caida de detritos	2024,3
IV-C	EGG_153_078_C	1161000,4	859024,1	2879,3	Deslizamiento traslacional	13542,1
IV-C	EGG_153_079_C	1166391,7	855939,9	2285,0	Deslizamiento traslacional	1494365,0

Fuente: Proyecto de investigación UPTC

Figura 63. Formato PMA-GCA.

EFECTOS SECUNDARIOS																	
TIPO (Costa & Schuster, 1988)		MORFOMETRIA DE LA PRESA				REPRESENTACION MORFOMETRIA DEL EMBALSE				CONDICIONES DE LA PRESA				OTROS EFECTOS			
I <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	Longitud (m)	_____	Volumen (m ³)	_____	Longitud (m)	<input type="checkbox"/>	Área cuenca (m ²)	<input type="checkbox"/>	Obstrucción parcial	<input type="checkbox"/>	Moderadamente socavada	<input type="checkbox"/>	Tsunami (alt. ola)	<input type="checkbox"/>	Inundación	<input type="checkbox"/>
II <input type="checkbox"/>	V <input type="checkbox"/>	Altura (m)	_____	Talud arriba (°)	_____	Área (m ²)	<input type="checkbox"/>	Caudal entrada	<input type="checkbox"/>	Erosión de la pata	<input type="checkbox"/>	Fuertemente socavada	<input type="checkbox"/>	Empalizada	<input type="checkbox"/>		
III <input type="checkbox"/>	VI <input type="checkbox"/>	Ancho (m)	_____	Talud abajo (°)	_____	Volumen (m ³)	<input type="checkbox"/>	Caudal salida	<input type="checkbox"/>	Estabilización artificial	<input type="checkbox"/>	Parcialmente fallada	<input type="checkbox"/>	Sedimentación	<input type="checkbox"/>		
						Nivel agua bajo corona (m)	<input type="checkbox"/>	Tasa de llenado	<input type="checkbox"/>	Ligeramente socavada	<input type="checkbox"/>	Fallada	<input type="checkbox"/>	Sismo	<input type="checkbox"/>		
DAÑOS																	
POBLACION AFECTADA				INFRAESTRUCTURA, ACTIVIDADES ECONOMICAS, DAÑOS AMBIENTALES													
Heridos _____ Vidas _____ Desaparecidos _____ Personas _____ Familias _____				TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	TIPO DAÑO		VALOR (US\$)								
<p>TIPO DE DAÑO: Infraestructura: edificios, carreteras, inst. educativa, puentes, servicios públicos, vía ferrea, torre conducción eléctrica, obras lineales, planta eléctrica, torre de energía, capa asfáltica, galpones, tanque almacenamiento, espolones, distrito riego, puentes peatonales, puentes veredales, acueducto. Económicos: agricultura, ganadería, cultivos, semovientes, transporte pasajeros y carga. Ambientales: parques, bosques, planta tratamiento de agua.</p>				<input checked="" type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> A	VIVIENDAS	300	UND	DL	DM	<input checked="" type="checkbox"/> DT	NC						
				<input checked="" type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> A	VÍAS	1500	m	DL	DM	<input checked="" type="checkbox"/> DT	NC						
				<input checked="" type="checkbox"/> I <input checked="" type="checkbox"/> A	CULTIVOS	6.6	Km ²	DL	<input checked="" type="checkbox"/> DS	DT	NC						
				<input checked="" type="checkbox"/> I <input checked="" type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> A	APORTE SEDIMENTOS RÍO NEGRO	45000000	m ³	DL	<input checked="" type="checkbox"/> DS	DT	NC						
				<input checked="" type="checkbox"/> I <input checked="" type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> A				DL	DM	DS	DT	NC					
NOTAS				APRECIACION DEL RIESGO				ANEXO FOTOGRAFICO									
MOVIMIENTO DE GRAN MAGNITUD. SE RECOMIENDA UNA PRONTA REUBICACIÓN DE LOS HABITANTES UBICADOS EN LA ZONA BAJA DE LA LADERA.				ALTO RIESGO DE COLAPSO DE VIVIENDAS, PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS, PÉRDIDAS DE VÍAS Y CULTIVOS.				FECHA	FOTOGRAFIA	AUTOR/DERECHOS	OBSERVACIONES						
								8/09/2015	EGG_153_39_C_1	ERNESTO GUTIERREZ G							
								8/09/2015	EGG_153_39_C_4	ERNESTO GUTIERREZ G							
								8/09/2015	EGG_153_39_C_8	ERNESTO GUTIERREZ G							
								8/09/2015	EGG_153_39_C_36	ERNESTO GUTIERREZ G							
ESQUEMA DEL MOVIMIENTO																	

Fuente: Proyecto de investigación UPTC

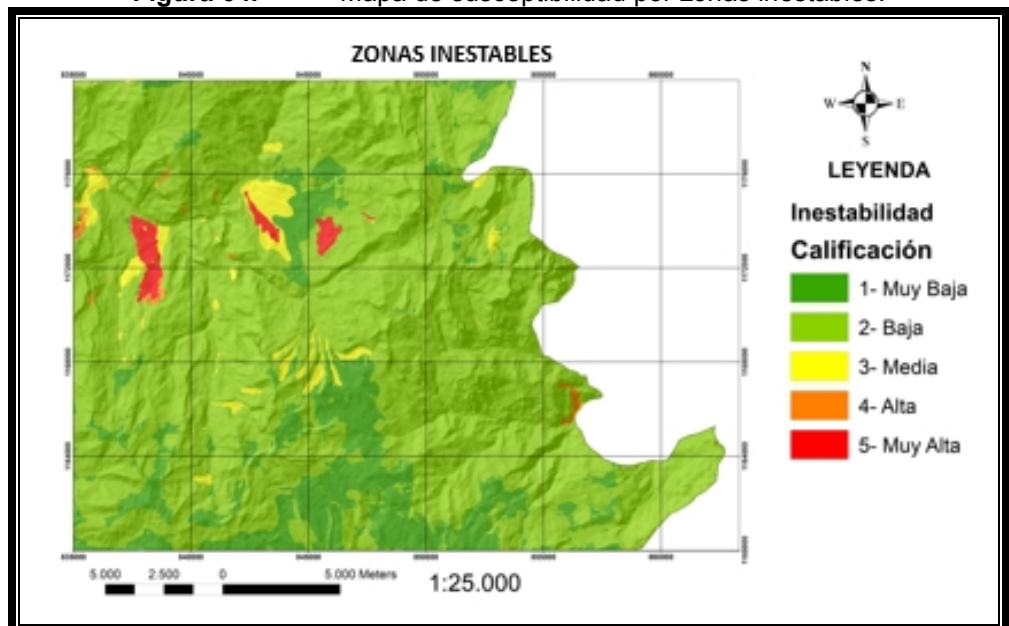
4.2 EVALUACIÓN DE ZONAS INESTABLES.

Para que se produzca la inestabilidad de una masa de terreno deben intervenir y modificarse de forma conjunta varios factores. Aunque las formas de la superficie terrestre se pueden considerar como resultantes de un sistema evolutivo y, por tanto, en continuo cambio, dichos cambios se generan en una escala de tiempo.

La litología de los materiales aflorantes y su grado de alteración condicionarán sus características físico-mecánicas y, por tanto su grado de estabilidad potencial, por lo que el comportamiento variará de unos materiales a otros, aun cuando actúen sobre ellos con igual intensidad los mismos factores condicionantes para sus posibles cambios. Otro aspecto de gran importancia a considerar frente a la estabilidad de una zona es la relación y combinación de la disposición geométrica de los materiales aflorantes, con respecto a la orientación, pendiente y altura de la ladera natural o talud artificial.³⁵

Estos y otros aspectos como lo son los tipos de suelos, la inclinación de la ladera y el relieve relativo que presenta el terreno, el inventario de movimientos en masa y las unidades de suelo (relacionadas al tipo de depósito sobre el que se encuentran), dan origen a la generación del mapa de las zonas más inestables en la zona de estudio (Figura 63), dicho mapa se realizó por medio del programa ArcGis 10.2.2. Este mapa es el mismo mapa Morfodinámico (figura 24)

Figura 64. Mapa de susceptibilidad por zonas inestables.



Fuente: Autor

³⁵ <http://ceelat.org/mapas/amenaza-por-remocion-en-masa-en-colombia/>

El mapa de zonas más inestables, muestra para el área de estudio los lugares con mayor tendencia a movimientos en masa y por lo tanto con mayor inestabilidad (tono rojo); de igual forma representa las zonas con menor probabilidad a generar dichos movimientos (tono verde).

Las zonas más inestables para la generación de movimientos en masa en el área de estudio se encuentran resaltadas con un tono rojo y están ubicadas hacia la parte Noroccidental del mapa, correspondiendo así geográficamente al municipio de Chita en las veredas Chipabetel, Vichacuca, Dimiza, Parroquita, El Moral; y al municipio de Jericó en las veredas Cheva y Tintoba.

Este resultado puede explicarse debido a que las zonas con mayor inestabilidad, ya tuvieron eventos en los que estuvieron involucrados factores de relevancia como lo son el tipo de suelos, la inclinación de la ladera y el relieve relativo, adicionalmente a dichos factores se involucró un agente detonante que predomina en la zona de estudio, siendo este el recurso hídrico, el cual es un aporte para la generación de zonas inestables ya sea por su mal manejo en la agricultura o por los fuertes periodos invernales que tienen lugar en la zona durante largas temporadas del año. Tanto el mal manejo de dicho agente como la saturación del terreno generó en la zona de estudio el desarrollo de movimientos en masa a gran escala.

CONCLUSIONES

- A partir de la información recopilada en trabajo de oficina y de campo, se logró desarrollar un trabajo que busca resaltar los aspectos del relieve de las planchas (153-III-B, 153- III-D, 153-IV-A y 153-IV-C), que pueden ser considerados para la generación de más estudios.
- La singularidad de la zona de estudio, está estrechamente ligada a su historia y evolución geológica. La complejidad del relieve y la presencia de gran diversidad litológica se evidencian en sus variados paisajes y de los procesos morfogenéticos a ellos ligados.
- Se caracterizaron 12 formaciones geológicas, 7 de ellas del periodo Cretácico, y las otras 5 del periodo terciario. Además por medio de la interpretación de imágenes satelitales, el DEM entre otras herramientas, se logró caracterizar 3, pues se encontraban aflorando en lugares de difícil acceso, y no fueron caracterizadas en campo. En el área de estudio se caracterizaron subunidades geomorfológicas en cuatro (4) ambientes morfogenéticos, con su respectivo porcentaje de área estos son: Glacial (45%), Estructural (43%), Denudacional (12%) y Fluvial (1%); pueden existir otros, pero debido a la escala de trabajo, no se definieron.
- La interpretación en la zona de estudio permitió el cartografiar 53 subunidades geomorfológicas dentro de 4 ambiente morfogenéticos, lo cual nos habla de la gran complejidad topográfica, geológica y estructural de la zona de estudio.
- Los movimientos en masa más notorios en el área de estudio están relacionados con movimientos complejos (La estancia en el municipio de Jericó y el Resguardo en el municipio de Chita), caracterizados por su gran afectación a la población de estos sectores, con el agravante en los dos casos de que hay pérdidas de bienes materiales afortunadamente sin pérdidas humanas. Estos movimientos tienen como influencia la zona del río Loblanco y varias fallas geológicas que junto a los procesos pluviales y mal uso del suelo afectaron su estabilidad.
- Las unidades que presentan mayor susceptibilidad a presentar movimientos en masa, son aquellas que se desarrollan sobre rocas altamente meteorizadas como las rocas del Cretáceo. Como la formación Chipaque, La Luna y Los Pinos.

- El avance de las herramientas de la geo-información, particularmente de los sistemas de información geográfica SIG, han hecho que la producción de cartografía geomorfológica, mediante análisis procesamiento y modelamiento de información, se constituyen en una herramienta de gran valor para la valoración de las amenazas geológicas en especial de los movimientos en masa.
- Las unidades de suelo que más se encuentran en la zona, son las del ambiente denudacional y están relacionadas a los depósitos coluviales.
- Los procesos morfodinámicos (Procesos de movimientos en masa y procesos erosivos) identificados a partir del análisis de imágenes satelitales, y captura en campo, están localizados en mayor proporción en las unidades de origen denudacional. En el trabajo de campo se evidencia que las prácticas agrícolas llevadas a cabo en la zona de estudio, aumenta la inestabilidad del terreno contribuyendo a la generación de movimientos en masa y procesos erosivos en las laderas intervenidas.
- El inventario y clasificación de los movimientos en masa realizados en el trabajo de campo e interpretación de imágenes satelitales, apporto 43 movimientos en masa inventariados, de los cuales varios de ellos suministran gran cantidad de material que afecta ríos, quebradas y vías de la zona de estudio.
- El movimiento El Resguardo en el municipio de Chita, representa una amenaza muy alta para los pobladores de la vereda Chipabetel del mismo municipio, así como los pobladores de zonas más bajas, debido a que el resguardo aporta bastante material al río con la posibilidad de generar un represamiento de agua y así producir una avalancha posteriormente.
- Del seguimiento al movimiento El Resguardo se encontró que el cambio en este no es muy marcado, a pesar de que la primera visita fue en época invernal y la segunda en época de sequía, afirmándolo así los pobladores de la zona, ya que según ellos los cambios comienzan a notarse en periodos de un año o más.
- La tendencia del movimiento a aumentar su tamaño en la pata del mismo, hace más peligrosa su actividad debido a que en la zona habitan muchas familias que podrían verse muy afectadas por la pérdida de sus viviendas y terrenos.
- Se caracterizaron geoformas que no existen en el glosario geomorfológico del servicio geológico colombiano (SGC) como aporte de investigación; estas son Gsslc y Gssle.



- El presente trabajo sirve como insumo para el estudio de investigación realizado por la UPTC y para futuros trabajos ya que el detalle manejado en este es alto y en la zona no se habían realizado estudios a esta escala.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio profundo, enfocado al reconocimiento geotécnico, en el área priorizada en este estudio, con el fin de identificar las propiedades del suelo y de esta manera obtener información geológica – geotécnica necesaria para definir las condiciones del terreno, además resulta de gran ayuda para identificar daños a viviendas, por movimientos en masa.
- Para un control o monitoreo del movimiento El Resguardo, se recomienda la instalación de mojones ubicados en sectores donde se presentan velocidades altas de desplazamiento, como la pata del movimiento, así como en lugares donde se presenten velocidades bajas de desplazamiento como en la corona. Además de colocar mojones en las partes estables como roca y suelo fuera del área delimitada como el movimiento en masa. Para así establecer un control topográfico del movimiento y definir las velocidades de desplazamiento del mismo.
- Se sugiere tener un seguimiento en las veredas Chipabetel, Vichacuca, Parroquita y Dimiza del municipio de Chita, y al corregimiento de Cheva en el municipio de Jericó, ya que en estas zonas se encuentran movimientos en masa de gran tamaño, y debido a su inestabilidad en época de lluvia podría desestabilizarse por completo el terreno. Además, es importante optar por buen manejo de aguas de desecho mediante un servicio adecuado y bien diseñado (alcantarillado), ya que es muy común encontrar en las zonas manejos inadecuados aguas lluvia y agua utilizada para la agricultura.
- Realizar una caracterización geológica y geomorfológica más detallada de la zona de estudio para su mejor conocimiento.
- Se recomienda seguir con el estudio ya que este sirve como insumo para realizar el mapa de amenazas por movimientos en masa.

BIBLIOGRAFÍA

CARVAJAL et al., 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, Bogotá D.C, Colombia.

Ingeominas. 2001. Geología de la plancha 153 Chita escala 1:100.00. Memoria explicativa, Bogotá D.C, Colombia.

Ingeominas. 2003. Geología de la plancha 137 El Cocuy escala 1:100.00. Memoria explicativa, Bogotá D.C, Colombia.

Servicio nacional de geología a y minería publicación geológica multinacional no. 4, 2007. Movimientos en Masa en la Región andina, Una guía para la evaluación de amenazas, Bogotá D.C, Colombia.

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 1:100.000, Bogotá D.C, Colombia.

Servicio geológico colombiano 2013. Documento metodológico de la zonificación de Susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa Escala 1:100.000, Bogotá D.C, Colombia.

Servicio Geológico Colombiano. 2014. Glosario Geomorfológico, Bogotá D.C, Colombia.