

**CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA
ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN
LAS PLANCHAS 323 Y 345 (ESCALA 1:100.000), VALLE SUPERIOR DEL
MAGDALENA.**

ISABEL CRISTINA ARDILA PARRA



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

2014

**CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA
ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN
LAS PLANCHAS 323 Y 345 (ESCALA 1:100.000), VALLE SUPERIOR DEL
MAGDALENA.**

ISABEL CRISTINA ARDILA PARRA

Proyecto de Grado para optar el Título de Geóloga

Director:

FRANCISCO ALBERTO VELANDIA PATIÑO

Magister en Geología

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

2014

DEDICATORIA

A mi familia, que han brindado un apoyo incondicional en cada uno de los momentos más importantes de mi corta vida.

A mis padres Nancy Estella y Luis Antonio, y a mis hermanos Sergio Andrés y María Fernanda, que son la columna vertebral que sostiene mi alma y la razón para alcanzar todos mis sueños y mis metas

AGRADECIMIENTOS

A Dios, infinitas gracias por poner en mi camino este gran Proyecto y por colmarme de sabiduría para la realización del mismo.

A mi director el geólogo Francisco Velandia por su compromiso, sus conocimientos, su exigencia y por ser una guía para ser de este un excelente proyecto.

A los geólogos Joaquín Valencia y Jorge Chaparro, que además de ser mis jefes fueron un gran apoyo; gracias por la paciencia y por los aportes académicos que me brindaron.

A mis amigos Victoria Moreno y Gerson Mendoza, con los que emprendí este gran sueño, por sus consejos, su incondicionalidad y por todos los bonitos momentos. Les deseo infinitos éxitos en su vida profesional y personal., y que todos sus sueños se hagan realidad.

Ya todos mis compañeros del proyecto de amenaza, por mantener un ambiente de trabajo armónico y agradable.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. OBJETIVOS	25
1.1 OBJETIVO GENERAL	25
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	31
5. METODOLOGIA	33
5.1 FASE I: COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.	33
5.2 FASE II: TRABAJO DE CAMPO.	40
5.3 RESULTADOS, INTERPRETACIÓN E INFORME FINAL.	41
6. MARCO TEORICO	39
6.1 MORFOGÉNESIS	40
6.1.1 Insumos	41
6.1.2 Unidades geomorfológicas (Escala 1:50.000 a 1:100.000)	52
6.1.3 Atributos para descripción de las unidades	55
6.2 MORFODINÁMICA	59
6.2.1 Caídas	60
6.2.2 Basculamiento o volcamientos	60
6.2.3 Deslizamientos	61
6.2.4 Propagación lateral	61
6.2.5 Flujos	61
6.2.6 Reptación	62
7. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO	63
7.1 CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS	63

7.2 CARACTERISTICAS DEL SUELO	64
8. MARCO GEOLOGICO	66
8.1 ESTRATIGRAFÍA	67
8.1.1 Precámbrico	67
8.1.2 Paleozoico	67
8.1.3 Mesozoico	68
8.1.4 Cenozoico	72
8.1.5 Depósitos Cuaternarios	76
8.1.6 Geología estructural	79
9. MORFODINAMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	81
9.1 DESCRIPCIÓN POR SECTORES	81
9.2 INDICADORES ESTADÍSTICOS	91
9.3 CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO	91
9.4 CAUSAS DEL MOVIMIENTO.	92
9.5 FORMACIÓN GEOLÓGICA	93
10. GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO	95
10.1 GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL	98
10.1.1 Cerro remanente o relicto (Dcrem)	98
10.1.2 Cerro residual (Dcrs)	99
10.1.3 Colina remanente disectada (Dcred)	100
10.1.4 Colina remanente muy disectada (Dcremd)	101
10.1.5 Cono flujos de detritos (Dfe)	102
10.1.6 Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)	102
10.1.7 Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (Ddtr)	103
10.1.8 Escarpe de erosión mayor (Deem)	105
10.1.9 Glacis (Dg)	106
10.1.10 Loma denudada (Dld)	107
10.1.11 Loma residual (Dlor)	108
10.1.12 Lomeríos indiferenciados (DI)	110
10.1.13 Lomeríos disectados (Dldi)	112

10.1.14 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo)	112
10.1.15 Pedimentos de acumulación (Dpa)	114
10.1.16 Pedimentos de erosión (Dpe)	115
10.1.17 Planicie colinada denudada (Dpcd)	116
10.1.18 Superficie de erosión o aplanamiento (Dsa) .	116
10.1.19 Sierra denudada (Dsd)	116
10.1.20 Sierra residual (Dsr)	118
10.2 GEOFORMAS DE ORIGEN MORFOESTRUCTURAL	119
10.2.1 Barra homoclinal (Sbh)	120
10.2.2 Cerro estructural (Sce)	120
10.2.3 Escarpe de línea de falla (Slfe)	121
10.2.4 Espolón (Ses)	123
10.2.5 Espolón facetado (Sefc)	124
10.2.6 Espolón festoneado (Sefes)	125
10.2.7 Faceta triangular (Sft)	127
10.2.8 Gancho de flexión (Sgf)	128
10.2.9 Ladera de contrapendiente de cuesta (Sclc)	128
10.2.10 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc)	129
10.2.11 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc)	131
10.2.12 Ladera de contrapendiente de espinazo (Selc)	132
10.2.13 Ladera erosiva (Dle)	133
10.2.14 Ladera escalonada (Sles)	133
10.2.15 Ladera estructural de espinazo (Sele)	134
10.2.16 Ladera estructural de cuesta (Scle)	135
10.2.17 Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale)	136
10.2.18 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle)	137
10.2.19 Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle)	138
10.2.20 Lomo de falla (Slf)	139
10.2.21 Sierra anticlinal (Ssan)	140
10.2.22 Sierra homoclinal (Ssh)	141

10.2.23 Sierras y lomos de presión (Sslp)	142
10.3 GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL Y LAGUNAR.	143
10.3.1 Abanico fluviotorrencial (Faa)	143
10.3.2 Barra compuesta (Fbc)	144
10.3.3 Barra longitudinal (Fbl)	145
10.3.4 Cauce aluvial (Fca)	146
10.3.5 Cono de deyección (Fcdy)	147
10.3.6 Plano o llanura de inundación (Fpi)	148
10.3.7 Terraza de acumulación antigua (Ftan)	148
10.3.8 Terraza de acumulación (Fta)	149
10.3.9 Terraza de erosión (Fte)	149
10.3.10 Planicie aluvial confinada (Fpac)	150
10.4 GEOFORMAS DE ORIGEN VOLCÁNICO	150
10.4.1 Flujo lahárico aterrazado (Vfla)	150
10.4.2 Cono Lahárico (Vcl)	151
10.5 GEOFORMAS DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO	151
10.5.1 Presa (Ap)	151
10.5.2 Embalses	152
11. CONCLUSIONES	154
12. RECOMENDACIONES	157
BIBLIOGRAFÍA	158
ANEXOS	161

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la zona de estudio comprendida por las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre.	32
Figura 2. Sistema de información de movimientos en masa (SIMMA).	34
Figura 3. Esquema representativo de la relación evento-cada ocho años.	39
Figura 4. Mapa conceptual de la metodología.	42
Figura 5. Formato modificado para inventario de movimientos en masa vs 2021(parte frontal).	43
Figura 6. Formato modificado para inventario de movimientos en masa vs 2021(parte posterior)	44
Figura 7. Tabla de recolección de datos para cartografía geomorfológica (parte frontal)	36
Figura 8. Tabla de recolección de datos para cartografía geomorfológica (parte posterior)	38
Figura 9. Esquema modificado de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS.	40
Figura 10. Mapa topográfico de la Plancha 323-Neiva	44
Figura 11. Mapa topográfico de la Plancha 345-Betania	45
Figura 12. Mapa de sombras de la Plancha 323-Neiva	46
Figura 13. Mapa de sombras de la Plancha 345-Campoalegre	47
Figura 14. Mapa de pendientes de la Plancha 323-Neiva	48
Figura 15. Mapa de pendientes de la plancha 345-campoalegre	49
Figura 16. Mapa geológico de la Plancha 323-Neiva	50
Figura 17. Mapa geológico de la Plancha 345-Campoalegre	51
Figura 18. Esquema de proceso metodológico para la elaboración de un Mapa Geomorfológico.	54

Figura 19. Patrón de drenaje controlado por estructura o pendiente.	58
Figura 20. Características climatológicas	64
Figura 21. Deslizamiento traslacional ubicado en la vereda La Lindosa, Sector: El Espejo.; vía alterna que comunica al Cgto. San Luis (Huila) con el municipio de Planadas (Tolima).	83
Figura 22. Caída de rocas ubicado en el margen derecho de la carretera que comunica el municipio de Palermo con el Corregimiento de San Luis.	83
Figura 23. Caída de rocas ubicado en el margen izquierdo de la carretera que comunica el municipio de Palermo con el Corregimiento de San Luis en la Vda. El Piñuelo.	84
Figura 24. Deslizamiento traslacional ubicado sobre la vía secundaria Gigante – Hobo.	86
Figura 25. Caída de detritos observado en el margen derecho de la vía Palermo-Teruel.	86
Figura 26. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su tipo o mecanismo.	92
Figura 27. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según sus causas.	93
Figura 28. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su unidad geológica	94
Figura 29. Panorámica de la unidad Cerro remanente o relicto (Dcrem), ubicada en la esquina noreste de la plancha, continuando al norte con la plancha 302 y al este con la plancha 324-Tello.	99
Figura 30. . Panorámica de la unidad Cerro residual (Dcrs) en contacto con Laderas estructurales de cuesta (Selc). Se observan los cerros que sobresalen en el Embalse de Betania.	100
Figura 31. Imagen de la unidad Colina remanente disectada (Dcred), donde se muestra cimas redondeadas y cobertura tipo matorrales y pastos.	101

- Figura 32. Se muestra varias colinas remanentes muy disectadas (Drcremd), con algunos puntos de erosión, erosión de tipo surcos y cobertura de matorrales y pastos. 102
- Figura 33. . Panorámica de la unidad que se desarrolla sobre el municipio de Palermo. Está cubierta por alta vegetación boscosa. Al fondo se observan dos geoformas estructurales que la limitan, Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Sshlc) y Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale); y, hacia el este se presenta la llanura de inundación asociada al río Baché. 103
- Figura 34. A la izquierda se muestra es deslizamiento en cuña con las diferentes direcciones de movimiento. A la derecha en el deslizamiento traslacional se observa una sola dirección de movimiento. 105
- Figura 35. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013). Se muestra el escarpe de erosión menor de morfología colinada, laderas escarpadas y largas; en contacto con la Sierra denudada (Dsd). 106
- Figura 36. Panorámica de la unidad Glacis (Dg). Esta unidad comprende el municipio de Algeciras, Huila. Se observan pendientes con suave inclinación. 107
- Figura 37. Panorámica de la unidad Loma Denudada (Dld) que se encuentra sobre la Vereda El Cocal (noroeste), en contacto con una Sierra Denudada (Dsd) y cercana a un Espolón Faceteado (Sefes). 108
- Figura 38. Panorámica de la unidad Loma Residual (Dlor), localizada hacia el noroeste de la plancha. Se encuentra en contacto con la Sierra Denudada (Dsd). Se destaca hacia el fondo una falta de cobertura por procesos de erosión. 109
- Figura 39. Imagen de la unidad Loma residual (Dlor). Se observa el contacto con el Embalse de Betania (Aemb) y los Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo). 110
- Figura 40. Panorámica de Lomeríos Indiferenciados observado desde la carretera Palermo – San Luis en la parte noroeste de la zona de estudio sobre la sierra denudada. Se destaca alta intensidad de erosión de tipo terracetas, debido, a la influencia de ganadería en la zona. 111

- Figura 41. Panorámicas de la unidad que se presentan hacia la parte noreste de la plancha; (b) y (c) tomadas sobre la vía Neiva-Villa Vieja; la panorámica (a) se localiza en el margen izquierdo del Río Magdalena al centro de la plancha. 113
- Figura 42. La imagen superior muestra el detalle de los montículos en contacto con el Embalse de Betania. La imagen inferior es una panorámica de la unidad Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo). 114
- Figura 43. Imagen de la unidad Pedimentos de erosión (Dpe). Se muestra en contacto con la unidad Ladera escalonada (Sles). 115
- Figura 44. Panorámicas tomadas desde la vereda La Unión del municipio Aipecito, mostrando la Sierra Denudada (Dsd) descrita anteriormente que se ubica hacia el noreste de la plancha. La imagen de la izquierda muestra algunos procesos de movimientos en masa sobre las laderas de la unidad. 118
- Figura 45. La imagen superior muestra una panorámica de la unidad Sierra denudada (Dsd) se muestra la morfología montañosa con pendientes abruptas e irregulares. La imagen inferior es un detalle de la unidad y se observa la erosión de tipo terracetas. 118
- Figura 46. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013). Se observa que el material se encuentra moderada a altamente meteorizado y presenta gran desarrollo de suelo. Además el contacto con la Sierra denudada (Dsd) y otras unidades cercanas. 119
- Figura 47. Panorámica de la unidad Barra homoclinal (Sbh). Se muestran las laderas con tendencia escalonada. Además la alta intensidad de erosión. 120
- Figura 48. Panorámica de la unidad Cerro estructural (Sce). Se destaca la cobertura de matorrales y pastos; además las laderas de longitud corta y forma recta y pendientes abruptas 121
- Figura 49. Panorámica de la unida Escarpe de línea de falla (Slfe) definida por la falla La Boa en contacto con la unidad Cornisa Estructural (Scor). 122
- Figura 50. La imagen superior es una imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013); se muestra la unidad Escarpe de

línea de falla (Slfe) y su origen asociado a un lineamiento. Hacia la esquina inferior derecha se muestra el municipio de Algeciras.	123
Figura 51. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013). Se observa el contacto perpendicular con un lineamiento. Además esta bordeada por la Sierra denudada (Dsd).	124
Figura 52. Panorámica de la unidad Espolón facetado (Sefc). Se observan la tendencia de las laderas con forma de Faceta triangular (Sft).	125
Figura 53. Se muestran en contacto con la Sierra denudada (Dsd). Se distribuyen a lo largo de la esquina noroeste de la plancha.	126
Figura 54. La imagen izquierda la unidad Faceta triangular (Sft) se ubica sobre un Espolón Festoneado el cual está en contacto con la Sierra Denudada (Dsd), localizada al noroeste de la plancha y paralela a la falla de la Chusma la cual la define. La imagen derecha muestra la unidad paralela al corregimiento de San Luis (Palermo) y a la carretera que conduce a dicho corregimiento; se encuentra asociada a la falla de Corozal.	127
Figura 55. La imagen muestra la unidad Ladera de contrapendiente de cuesta (Scls) con laderas muy escarpadas, y en contacto con la Sierra denudada (Dsd, al fondo) y Ladera estructural de cuesta (Scle).	129
Figura 56. Panorámica ubicada al suroeste de la plancha. Se muestra las pendientes muy abruptas a escarpadas, la inclinación de los estratos en contra de la pendiente. Se observa el contacto con la Sierra Denudada (Dsd) al noreste y paralelamente con pedimentos de acumulación (Pda) al sur.	130
Figura 57. Panorámica de la unidad Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc). Se muestra laderas de pendiente muy inclinada y moderadamente largas.	132
Figura 58. Panorámica de la unidad Ladera de contrapendiente de espinazo (Selc), tomada desde la vereda San Francisco (Aipe). Se observa las pendientes abruptas a muy abruptas.	133
Figura 59. Panorámica de la unidad Ladera Escalonada, se observa los estratos en contra de la pendiente. En la imagen superior la ladera presenta pendientes	

- escarpadas. En la imagen inferior las laderas presentan alta cobertura, y los estratos están en contra de la pendiente. 134
- Figura 60. Panorámica de la unidad Ladera estructural de espinazo (Sele), tomada desde la vía Neiva – Palermo. Los estratos se observan a favor de la pendiente. 135
- Figura 61. La imagen muestra la unidad Laderas estructural de cuesta (Scle) en contacto con su contrapendiente (Sclc) y esta con la Sierra denudada (Dsd). También el predominio de cobertura de pasto y erosión de tipo terracetas. 136
- Figura 62. Panorámica de la unidad Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle). Sector El Mirador, se observa el relieve montañoso y la ladera escarpada. 138
- Figura 63. Panorámica de la geoforma Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle).se muestra la morfología montañoso y las laderas muy abruptas a escarpadas. 139
- Figura 64. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 1/21/2013); para la unidad Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle), con la Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal. Ubicada hacia el margen oeste de la zona de estudio continuando en la Plancha 324-Tello. 139
- Figura 65. Panorámica de la geoforma Lomo de falla asociada a la falla de Algeciras como se muestra en la imagen. Y el contacto con las unidades Escarpe de línea de falla (Slfe) y Glacis (Dg). 140
- Figura 66. Se muestra la unidad Sierra anticlinal (Ssan), localizada al noroeste de la plancha, sobre el sector San Francisco. Las carreteras y los escarpes se deben a la influencia del sector petrolero. 141
- Figura 67. Imagen de la geoforma Sierras y lomos de presión (Sslp). Se muestra la unidad influenciada por erosión de tipo terracetas, cobertura de tipo pasto y matorral; ubicada en la parte noroeste de la zona. 142
- Figura 68. Panorámica de la unidad Abanico Fluviotorrencial (Faa), se observa la morfología plana e intensa erosión debido al sistema fluvial. 144

Figura 69. Panorámicas de la geoforma Abanico fluviotorrencial (Faa). Se muestra la morfológica plana a suavemente ondulada e involucra al municipio de Campoalegre.	144
Figura 70. Se muestra la geoforma Barra compuesta (Fbc) desarrollada entre el rio Magdalena.	145
Figura 71. Se muestra la geoforma Barra longitudinal (Fbl) desarrollada entre el cauce del rio Magdalena.	146
Figura 72. Panorámicas la geoforma Cauce aluvial. Se muestra el cauce del Rio magdalena hacia la zona suroeste de la Plancha 345-Campoalegre.	147
Figura 73. Se muestra la geoforma Cono de deyección (Fcdy) casi paralela al Cauce aluvial (Fca). De morfología plana a suavemente ondulada.	147
Figura 74. Panorámica de la unidad Plano llanura de inundación asociada al rio Bache.	148
Figura 75. En la imagen se muestra la unidad Terraza de acumulación (Fta) involucrando el municipio de Neiva. Se observa la morfología plana.	149
Figura 76. Panorámica de la geoforma Terraza de acumulación (Fta) en contacto con el Rio Magdalena.	149
Figura 77. Fotografía de la unidad Terraza de erosión (Fte). Hacia la parte derecha se observa el municipio de Palermo.	150
Figura 78. Panorámica de la geoforma Flujo lahárico aterrazado (Vfla). Se muestra la forma de lóbulo en contacto con el Rio Magdalena.	151
Figura 79. Se muestra parte de geoforma, Presa (Ap), bordeada por cobertura tipo pasto en mayor proporción y matorrales en bajo porcentaje; se observa el contacto con la unidad fluvial Fta.	152
Figura 80. Imagen superior: Fotografía de detalle del Embalse de Betania; se muestra la unidad Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo). Flanco derecho parte inferior. Imágenes inferiores: Panorámicas del Embalse de la parte sur del flanco derecho.	153

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Catalogo histórico reportado por el Servicio Geológico Colombiano en la base de datos del SIMMA.	35
Tabla 2. Relación periodo-evento-porcentaje.	39
Tabla 3. Rangos de pendientes para estudios geomorfológicos, propuesto por Carvajal (2008), en Leiva et al, 2012.	42
Tabla 4. Rangos de Intervalos de altura o relieve relativo	55
Tabla 5. Rangos de inclinación de la ladera.	56
Tabla 6. Rangos de longitud de la ladera.	56
Tabla 7. Rangos de forma de la ladera.	57
Tabla 8. Forma de crestas y valles	58
Tabla 9. Tipos de Movimientos en Masa.	62
Tabla 10. Características de los movimientos registrados en la zona de estudio.	87
Tabla 11. Clasificación del movimiento.	91
Tabla 12. Causas del movimiento.	92
Tabla 13. Tabla porcentual de las unidades geológicas asociadas a los movimientos en masa.	93
Tabla 14. Área y porcentaje de las unidades geomorfológicas presentes en los cinco ambientes.	96

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Mapa morfodinámico de la plancha 323-Neiva.	162
ANEXO B. Mapa morfodinámico de la plancha 345-Campoalegre	163
ANEXO C. Mapa geomorfológico de la plancha 323-Neiva	164
ANEXO D. Mapa geomorfológico de la plancha 345-Campoalegre	165

RESUMEN

TÍTULO: CONTRIBUCIÓN A LOS ESTUDIOS DE GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS PLANCHAS 323 Y 345 (ESCALA 1:100.000), VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA .

AUTOR: Isabel Cristina Ardila Parra**

PALABRAS CLAVE: Geomorfología, movimientos en masa, zonificación, amenaza relativa, morfogénesis.

DESCRIPCIÓN

La elaboración del mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa requiere de varios insumos importantes, en los que se encuentra el mapa geomorfológico y la variable morfodinámica. En este documento presentado como Proyecto de tesis definido en la modalidad de pasantía de investigación, se desarrollan los parámetros que definen las características morfogenéticas y morfodinámicas de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio, para las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre.

La geomorfología aplicada es una herramienta estratégica para la evaluación y proyección del comportamiento del terreno ya que está enfocada hacia la clasificación del relieve para lograr la agrupación de los materiales naturales (rocas y suelos). Para el área de estudio se identificaron unidades morfogenéticas denudacionales, estructurales, fluviales, volcánicas y antropogénicas, a partir de formas del terreno resultado de eventos sucesivos en el tiempo; también causas y procesos que dieron origen al paisaje. En el Valle Superior del Magdalena el relieve es modelado por factores endogenéticos como el levantamiento de las cordilleras modelando unidades morfoestructurales; presenta fuertes procesos exógenos de erosión y meteorización que definen zonas de montañas, colinas y lomeríos tallando unidades denudacionales y esta surcado por una densa red hídrica representada por unidades geomorfológicas fluviales. Las unidades geomorfológicas se definen según el glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas del SGC (2012), y para el área comprendida por las planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre, se diferenciaron el 31,12% de unidades denudacionales, 40,01% morfoestructurales, 26,16% fluviales, 1,72% volcánicas y 1,32% antropogénicas.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Francisco Alberto Velandia Patiño, Magister en Geología

ABSTRACT

TITLE: CONTRIBUTION TO THE STUDY OF GEOMORPHOLOGY THREAT TO THE ZONING BY MASS MOVEMENT ON THE PLATES 323 AND 345 (1:100,000 SCALE), UPPER MAGDALENA VALLEY.

AUTHOR: Isabel Cristina Ardila Parra**

KEYWORDS: Zoning, Geomorphology, mass movement, weathering, erosion

DESCRIPTION

The making of the hazard map zonation by mass movements require a very important amount of supplies, in which you can find the geomorphological map and the morphodynamic variable. In this document presented as thesis Project defined as a research internship, develop parameters that define morphogenetic and morphodynamic characteristics of the geomorphological units of the study zone, for the board 323-Neiva and 345-Campoalegre.

The apply Geomorphology is an strategic tool for the evaluation and projection of terrain's behavior since it's focus on relief classification to achieve the develop of natural materials (rock and soils). For this study area identify denudationals, structural, fluvial, volcanics and antropogenic, terrain forms result from sucesive events on time; also causes and processes that shape the landscaping.

In the interandean valley of Upper Magdalena the relief is modeled by endogenetic factors such as the mountain up lifting, modeling morfostructural units, showing strong exogenous processes of erosion and weathering that define areas of mountains, little hills and plains shaping denudational units and it's ploughed by a dense water network represented by fluvial geomorphological units. The geomorphological units are defined according to the glossary of the geomorphological units and subunits of the SGC (2012) and for the area between the board were differed 31,12% of denudational units 40,01% morfostructural 26,16% fluvial, 1,72% volcanic and 1,32% antropogenic.

* Graduate Project

** Faculty of Physical and Chemical Engineering. Geology School. Director: MSc Francisco Alberto Velandia Patiño

INTRODUCCIÓN

La geomorfología se orienta al estudio del relieve y su relación con los materiales y procesos geológicos involucrados en su origen. La geomorfología considera los procesos tanto endógenos (internos) como exógenos (externos) que han dado lugar a las diferentes geoformas (morfogénesis), la descripción de los principales elementos geométricos y cuantitativos del paisaje terrestre (morfometría); así mismo tiene en cuenta los procesos de denudación como factor determinante para el comportamiento de los materiales frente procesos geodinámicos externos (morfodinámica). Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio, capaces de obtener, transportar y depositar los productos provenientes de la meteorización y de la sedimentación, se conocen como agentes morfodinámicos, siendo los más importantes: la escorrentía del agua lluvia, las olas, corrientes costeras y de mareas; los glaciares y el viento. A estos factores de cambio se pueden agregar los animales y el hombre. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, ya sea degradándola o bien construyendo nuevos paisajes. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, ya sea degradándola o bien construyendo nuevos paisajes.¹

La caracterización morfodinámica permite identificar y definir la evolución de los procesos denudativos que corresponde a erosión y movimientos en masa, que han ocurrido en un área determinada.²

¹ LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS., G., CARVAJAL, J., 2012. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC, 13-40 p. Bogotá.

² Ibid

El aumento en la magnitud de las últimas olas invernales en gran parte del país, ha afectado de manera considerable la inestabilidad del terreno, que sumado al uso inadecuado del suelo genera deslizamientos, caídas, flujos, etc., de diferentes tipos de material como roca, detritos y tierra. Estos aspectos han sido definidos en un solo término que se conoce como movimientos en masa, que ponen en riesgo a las poblaciones en términos de vidas humanas y pérdidas materiales en gran dimensión. El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad.³

De esta manera la relación entre geomorfología (morfogénesis) y movimientos en masa (morfodinámica) es vital para la zonificación de amenaza relativa.

³ Cruden, 1991 en PMA–GEMMA, 2007

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información de apoyo a los estudios de geomorfología para la zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa en las planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre escala 1:100.000, Valle Superior del Magdalena.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Inventariar, clasificar y caracterizar movimientos en masa a partir de los formatos del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA), para las Planchas 323–Neiva y 345-Campoalegre, Valle Superior del Magdalena.
- Registrar la información adquirida en la base de datos del Servicio Geológico Colombiano, Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA)
- Realizar la cartografía de los procesos morfodinámicos y morfogenéticos de la zona de estudio, Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Servicio Geológico Colombiano lleva a cabo en las escuelas de geología del país, incluyendo la Universidad Industrial de Santander, un proyecto de cartografía geomorfológica para la zonificación de amenazas, con criterios de rentabilidad social y económica para aportar conocimientos en beneficio del desarrollo sostenible del país.

Actualmente en el país no existe una cartografía geomorfológica integrada a escala 1:100.000, que a pesar de ser regional, aporta información importante para identificar sectores susceptibles a movimientos en masa ante detonantes de lluvia o sismo.

Para esta pasantía de investigación, la zona de estudio asignada corresponde a las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre (ver Figura 1), en el Departamento de Huila, Valle Superior del Magdalena.

Como fue mencionado anteriormente, el aumento en la magnitud de las últimas olas invernales desestabilizó el terreno en gran parte del país, y el Departamento de Huila no fue la excepción. Este trabajo se ubica en la en las Planchas 323–Neiva y 345– Campoalegre; la primera a pesar de ser en gran parte un área relativamente plana está bordeada por dos principales ríos, el río Ceibas y el río Magdalena; influenciada en gran magnitud por un ambiente morfoestructural (fallas y pliegues), que la hace bastante inestable (Ferreira et al., 1998); y la segunda plancha es una zona con mayores pendientes topográficas y como se ha encontrado en la literatura, las rocas que la componen se encuentran moderada a altamente meteorizadas y un sistema tectónico importante tanto en la cordillera

central como en el Valle Superior del Magdalena, pero predominantemente hacia la parte este comprendiendo el Batolito de Ibagué y parte del Macizo de Garzón.⁴

Como producto final se obtienen el mapa de geomorfología y el registro de los movimientos en masa, para cada una de dichas planchas, los cuales servirán como insumos para el mapa nacional de amenaza.

⁴ MORALES, C.; CAICEDO, J. C.; VELANDIA, F.; NÚÑEZ, A. 2001. Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 345 Campoalegre. Escala 1:100.000. Ingeominas, 11, 23, 61, 73 p. Bogotá

3. JUSTIFICACIÓN

La ley 1523 de 2012, *por la cual, se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*; menciona que es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano la gestión del riesgo, como un proceso social para la reducción del riesgo y el manejo de desastres, con el propósito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible del país.⁵

En el artículo 6 de dicha ley, se establecen tres procesos: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres; para optimizar las acciones y llegar al cumplimiento de la ley. Mediante el proceso de conocimiento del riesgo se identifican, evalúan y analizan las condiciones del riesgo a través de sus principales factores, sus causas y sus actores causales. Incluyendo el monitoreo de estos, así como, la comunicación del riesgo.⁶

El riesgo es el resultado directo en espacio y tiempo, de una amenaza de magnitud determinada por un elemento relativamente vulnerable a ella. Por ende el riesgo depende de la amenaza y del grado de vulnerabilidad.

De acuerdo con lo anterior es necesario determinar la probabilidad de la amenaza relativa, la cual se determina con base en varios insumos incluidos el mapa geomorfológico y la caracterización de movimientos en masa, que corresponde al tema de este proyecto.

⁵ VARGAS, R. A. 2012. Guía para la formulación del plan municipal del riesgo de desastres. Proyecto de asistencia técnica en gestión del riesgo a nivel municipal y departamental: UNGRD, consultada en http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/FormulariosPMGRD2012/Guia_PMGRD_2012_v1.pdf. Bogotá.

⁶ Ibid

Como un proyecto a nivel nacional, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) lleva a cabo en conjunto con las universidades que cuentan con el programa de geología e ingeniería geológica, una zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa en escala 1:100.000 con sus respectivas memorias. En el caso de la UIS, la Escuela de Geología ha firmado el Convenio 009/13 con el Servicio Geológico Colombiano, para realizar este proyecto en 20 planchas discriminadas así: 10 en el denominado “BLOQUE 4”, en parte de los departamentos de Tolima, Huila y Cauca (281,282, 283, 301, 302, 322, 323, 343, 345 y 364) y 10 planchas en el denominado “BLOQUE 5” en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá, Antioquia, Arauca y Casanare (109, 110, 111,119, 121, 133, 134, 136, 137 y 153). Este proyecto es realizado por profesores y profesionales del Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA), bajo el cual se lleva a cabo la pasantía de investigación.

La información generada a escala 1:100.000 servirá de base para futuros estudios detallados que sean base para la planeación de proyectos de infraestructura, mitigación del riesgo y manejo de desastres generados a partir de movimientos en masa que afecten el desarrollo sostenible de la región y del país. El levantamiento y registro de movimientos en masa (SIMMA) enriquecerá la base de datos a nivel nacional para el seguimiento y monitoreo de los deslizamientos que tienen impacto en la población y vías de acceso en cada una de las planchas objeto de este estudio. La cartografía geomorfológica que se realiza y se presenta en este informe es un insumo que ayuda a zonificar la amenaza de las zonas más susceptibles a movimientos en masa en las planchas 323-Nieva y 345-Campoalegre, que encierra la capital del departamento del Huila, Neiva con 352.859 habitantes.

En las planchas 323 y 345 se encuentran rocas cristalinas, ígneas del Jurásico y metamórficas del Precámbrico que presentan meteorización con distintos grados de intensidad, según se localicen hacia la parte baja o alta del Macizo de Garzón y

la Cordillera Central, lo cual implica generación de saprolito y regolito, éste último con alto potencial de generación de deslizamientos en alta pendiente en zonas húmedas. En el área también se han reportado fenómenos de remoción en masa en las unidades lodolíticas del Cretácico. Además de deslizamientos, en estas planchas se han identificado amenazas geológicas por flujos de escombros y erosión por socavación lateral, surcos y cárcavas.

Las unidades geológicas de la zona se encuentran afectadas por fallas inversas con tendencia general NE como la Falla de Chusma que define el flanco oriental de la Cordillera Central y la Falla de Potrerillos que marca el borde occidental del Macizo de Garzón, así como la Falla de Algeciras con importante componente de rumbo en el mismo macizo⁷. El levantamiento de campo permitió verificar o modificar estas relaciones generales con la litología y eventual influencia de las estructuras falladas en la generación de movimientos en masa.

⁷ FERREIRA, P., NÚÑEZ, A., RODRÍGUEZ, M. 1998. Geología de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá.

4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

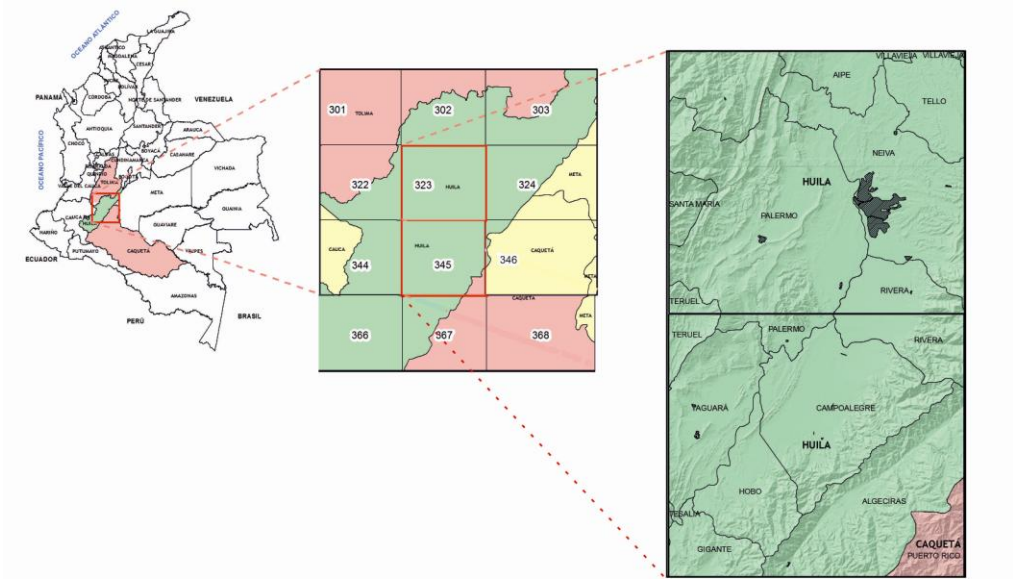
La zona de estudio comprende las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre (ver Figura 1), cada una, con 1,800 km² del valle superior de Magdalena hacia el norte y centro oeste del departamento del Huila, y la parte oriental del departamento del Caquetá, cubriendo un área total de 3,600 km².

De norte a suroeste comprende los municipios de Aipe, Tello, Neiva, Palermo, Teruel, Rivera, Yaguará, Campoalegre, Hobo, Gigante y Algeciras, del departamento del Huila, y Puerto Rico del departamento del Caquetá.

Esta referenciada según Datum Magna-Sirgas con origen Bogotá (Central), con coordenadas planas de 835.000 m E a 880.000m E y 760.000m N a 840.000m N.

Al suroriente se encuentra parte del flanco occidental de la Cordillera Oriental. Por el occidente aparecen las estribaciones y parte del flanco oriental de la cordillera central definido por la Falla de Chusma. La Falla Potrerillos marca el borde occidental del Macizo de Garzón, que se extiende hacia la parte sureste y es drenado por el río Neiva, el principal afluente del río Magdalena.

Figura 1. Localización de la zona de estudio comprendida por las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre.



Fuente: Autor

5. METODOLOGIA

El desarrollo de este proyecto de investigación consta de varias fases: compilación y análisis de información preliminar, trabajo de campo a cada una de las respectivas planchas, interpretación de resultados y presentación final del estudio realizado plasmado en este informe.

5.1 FASE I: COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.

La recolección de datos preliminar es la etapa inicial donde se busca información respecto al tema general del proyecto en las respectivas zonas de estudio. Se acude a diferentes fuentes, principalmente electrónicas, para obtener antecedentes sobre las características geológicas, descripción y análisis de unidades geomorfológicas y amenazas geológicas (erosión y movimientos en masa), de estudios previos realizados en los sitios de interés e interpretación de los diferentes insumos.

Para la variable morfodinámica, que trata de los movimientos en masa que se encuentran activos o que se pueden reactivar en el futuro. La base de datos SIMMA (ver Figura 2) del Servicio Geológico Colombiano, es la principal fuente para la obtención de información de manera gratuita. Los movimientos encontrados en dicha base de datos se tienen en cuenta para no ser reinventariados, puesto que, ya están registrados en dicha base. La tabla 1 muestra el registro de deslizamientos que sucedieron desde el año 1932 hasta 2012; se destaca el municipio, latitud, longitud, código de registro y sitio.

De igual modo se investigó otros posibles movimientos que se pudieran registrar a partir de información importante de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM); a través, de Planes de ordenamiento territoriales (POT) y Esquemas de

ordenamiento territorial (EOT), de los diferentes municipios presentes en la zona de estudio; así como, de estudios realizados directamente por la CAM.

También se realizó una búsqueda en Google Earth por medio de interpretación de imágenes satelitales Landsat. La documentación adquirida es revisada y comparada de acuerdo a tema planteado para compilar información suficiente y realizar un análisis del conocimiento sobre dicho tema.

Figura 2. Sistema de información de movimientos en masa (SIMMA).

Fuente: (<http://zafiro.ingegominas.gov.co/simma/>)

Tabla 1. Catalogo histórico reportado por el Servicio Geológico Colombiano en la base de datos del SIMMA.

Código Registro SIMMA	Evento	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Sitio
3944	24/11/1932	Huila	NEIVA	*	*	RIO FORTALEZA
3863	01/01/1937	Huila	NEIVA			RIO FORTALECILLAS
11828	10/11/1942	Huila	NEIVA			*
8704	05/01/1951	Huila	NEIVA		*	*
3855	25/11/1951	Huila	NEIVA	*	*	BARRIO LA TOMA
8705	09/04/1953	Huila	NEIVA		*	*
3856	01/03/1955	Huila	NEIVA	*		BARRIO SAN PEDRO - PUERTO DE LAS DAMAS
8706	04/04/1955	Huila	NEIVA		*	*
8707	01/02/1960 00:00	Huila	NEIVA		*	*
8708	19/09/1962	Huila	NEIVA		*	*
5737	05/02/1963	Huila	NEIVA		*	*
8710	16/06/1964	Huila	NEIVA		*	*
3851	19/02/1967	Huila	NEIVA	*	*	RIO MAGDALENA
3864	08/02/1970	Huila	NEIVA			SAN BARTOLO
3861	11/11/1970	Huila	NEIVA			EL OSO, LA PERLA, PIEDRAMAREADA, ELCEDRAL, MOTILON
3857	09/07/1971	Huila	NEIVA			BARRIOS LAGO, CARACOLI Y BOLIVIA
3862	28/11/1971	Huila	NEIVA			PUENTE QUEBRADA LA ARENOSA
3852	17/11/1979	Huila	NEIVA	*	*	RIO LAS CEIBAS
11240	08/06/1984	Huila	NEIVA			Vía Neiva - San Luis
11066	30/10/1984	Huila	NEIVA			*
3874	01/11/1984	Huila	NEIVA	*	*	VIA NEIVA-PITALITO
1604	09/11/1984	Huila	NEIVA			Vía Neiva-Pitalito
3917	24/01/1986	Huila	NEIVA	*	*	VIA SANTA ANA-NEIVA
2700	15/03/1989	Huila	NEIVA	*	*	Vía Neiva Florencia
3876	22/03/1989	Huila	NEIVA	*	*	VIA NEIVA-PLATANILLO-

Código Registro SIMMA	Evento	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Sitio
						BALSILLAS
2745	15/04/1989	Huila	NEIVA		*	*
2846	15/09/1989	Huila	NEIVA	*	*	Via Neiva-Baraya, en el sitio Fortalecillas
3047	10/11/1990	Huila	NEIVA			*
3150	10/08/1992	Huila	NEIVA			San Juan
3872	02/04/1993	Huila	NEIVA			VIA NEIVA-CASTILLA: SITIO EL PATA KM 56
3873	02/04/1993	Huila	NEIVA			VIA NEIVA-GARZON: SECTOR GIGANTE-HOBO KM 39
3877	08/05/1993	Huila	NEIVA	*	*	VIA NEIVA-SAN VICENTE KM 76
8714	07/06/1994	Huila	NEIVA		*	*
23810	05/07/1994	Huila	NEIVA	2,998333 33	-75,3044444	-
23811	06/07/1994	Huila	NEIVA	2,998333 33	-75,3044444	-
3464	27/10/1994	Huila	NEIVA		*	*
23812	27/10/1994	Huila	NEIVA	2,998333 33	-75,3044444	-
3850	25/03/1995	Huila	NEIVA	*	*	*
3775	16/03/1996	Huila	NEIVA	*	*	Bs. Guillermo Plazas, Alcid y José Eustasio Rivera
718	30/08/1997	Huila	NEIVA	2,939305 56	-75,2901583	Calle 18 con Cra, 37
4450	20/11/1998	Huila	NEIVA		*	Bs. San Antonio, Albert Galindo, Ventilador, 7 de Agosto, Obrero y Tenerife.
8716	20/11/1998	Huila	NEIVA		*	*
8717	07/12/1999	Huila	NEIVA		*	*
23813	07/12/1999	Huila	NEIVA	2,998055 56	-75,3044444	-
23809	15/11/2003	Huila	NEIVA	2,998333	-75,3041667	-

Código Registro SIMMA	Evento	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Sitio
				33		
6495	15/09/2004	Huila	NEIVA	*	*	Vía Neiva - San Vicente
8718	01/01/2005	Huila	NEIVA		*	*
7720	04/01/2006	Huila	NEIVA			*
7988	31/03/2006	Huila	NEIVA			Vía Neiva - Planadas
8720	14/04/2006	Huila	NEIVA		*	*
8051	17/04/2006	Huila	NEIVA			Cgto. San Luis, Vda. La Florida
9143	12/11/2007	Huila	NEIVA		*	B. Carlos Pizarro
9333	10/03/2008	Huila	NEIVA			Vía a Santa María
8721	20/11/2008	Huila	NEIVA		*	*
10219	20/11/2008	Huila	NEIVA			Asentamiento Las Palmas, II Etapa
23803	27/01/2009	Huila	NEIVA	2,9975	-75,3044444	.
26549	02/07/2009	Huila	NEIVA	2,860833 33	-75,2033333	CORREGIMIENTO LA JAGUA
15853	20/06/2010	Huila	NEIVA	2,93	-78,2852778	No
15854	19/10/2010	Huila	NEIVA	2,93	-78,2852778	No
15855	18/11/2010	Huila	NEIVA	2,93	-78,2852778	No
22156	04/12/2010	Huila	NEIVA	3,04	-75,34	--
22155	18/12/2010	Huila	NEIVA	2,94	-75,2	--
22154	06/01/2011	Huila	NEIVA	2,93	-75,27	--
22157	13/02/2011	Huila	NEIVA	2,87	-75,15	--
15856	05/03/2011	Huila	NEIVA	2,93	-78,2852778	No
15857	22/04/2011	Huila	NEIVA	2,93	-78,2852778	No
23802	24/01/2012	Huila	NEIVA	2,998055 56	-75,3044444	EL CHAPURO
23807	24/01/2012	Huila	NEIVA	2,998333 33	-75,3044444	-
23806	24/01/2012	Huila	NEIVA	2,945555 56	-75,2872222	RIO LAS CEIBAS
23805	24/01/2012	Huila	NEIVA	2,945555 56	-75,2872222	RIO LAS CEIBAS
23808	24/01/2012	Huila	NEIVA	2,998333	-75,3044444	-

Código Registro SIMMA	Evento	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Sitio
				33		
23804	24/01/2012	Huila	NEIVA	2,997777 78	-75,3044444	-
25301	27/01/2012	Huila	NEIVA	2,920833 33	-75,095	San Antonio
12187	01/05/1981	Huila	PALERMO	*	*	Carretera Palermo-Gaitania (Tolima)
11547	06/04/1982	Huila	PALERMO		*	San Luis, via a la region de Berlin
3888	01/11/1984	Huila	PALERMO	*	*	VIA PALERMO-GAITANIA, Km. 25,83
1605	09/11/1984	Huila	PALERMO			Via Palermo-Gaitania
1643	11/11/1984	Huila	PALERMO			*
3887	24/01/1986	Huila	PALERMO	*	*	VIA PALERMO-GAITANIA
2105	15/06/1986	Huila	PALERMO			Vía Fatima - Palermo, Palermo - San Luis
2229	20/10/1986	Huila	PALERMO	*	*	*
3785	18/02/1995	Huila	PALERMO	*	*	RIOS MAGDALENA Y DE LA PATRIA
6851	13/02/2005	Huila	PALERMO		*	Vdas. Florida y Nilo
6854	13/02/2005	Huila	PALERMO		*	Vda. El Diamante
7474	17/11/2005	Huila	PALERMO	*	*	*
15863	21/03/2011	Huila	PALERMO	2,888611 11	-75,4338889	No
15864	15/04/2011	Huila	PALERMO	2,888611 11	-75,4338889	No

Fuente: <http://zafiro.ingeminas.gov.co/simma/>

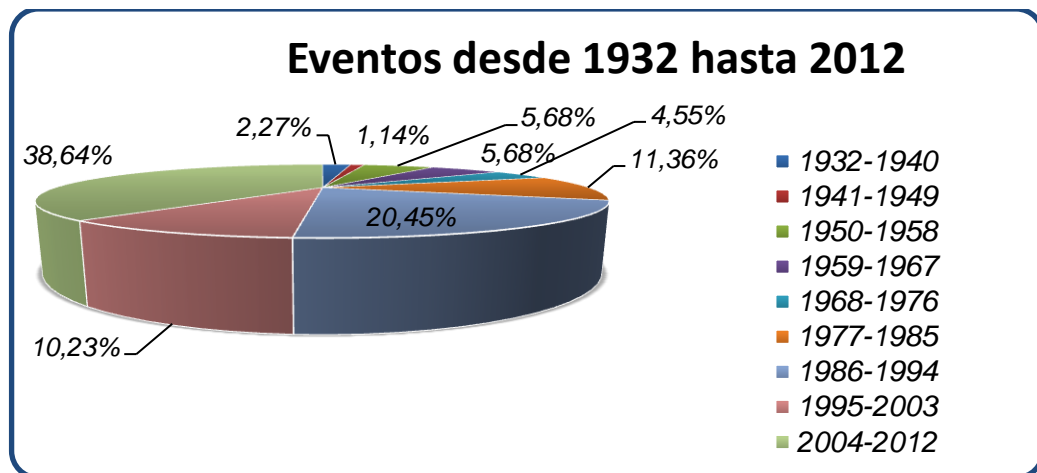
El número de eventos registrado fue relacionado con un periodo de cada 8 años de lo cual se realizó una estadística que definió con mayor porcentaje de eventos, el periodo de 2004 a 2012, y el menor porcentaje estuvo entre los años de 1941 a 1949 (ver Figura 3).

Tabla 2. Relación periodo-evento-porcentaje.

Década	Número de Eventos	Porcentaje (%)
1932-1940	2	2,27
1941-1949	1	1,14
1950-1958	5	5,68
1959-1967	5	5,68
1968-1976	4	4,55
1977-1985	10	11,36
1986-1994	18	20,45
1995-2003	9	10,23
2004-2012	34	38,64
TOTAL	88	100,00

Fuente. Autor

Figura 3. Esquema representativo de la relación evento-cada ocho años.



Fuente: Autor

Los estudios preliminares para el desarrollo de la variable morfogenética, consistieron básicamente en la interpretación de los diferentes insumos, correspondientes a los mapa topográficos mapa de pendientes, mapa de sombras, mapa geológico, mapa de rugosidad, mapa de cobertura y uso del suelo y; suministrados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y el instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); que ayudan a definir la forma del relieve a través del tiempo, que ha sido modelada por procesos de denudación, tectónica,

influencia fluvial, la mano del hombre, entre otros. Realizando un mapa preliminar de los diferentes ambientes y unidades geomorfológicas a escala 1:100.000 que se presentan en la zona de estudio. Esto se describe con mayor detalle en el marco teórico.

5.2 FASE II: TRABAJO DE CAMPO.

Con base en el conocimiento de descripción de unidades geomorfológicas, amenazas geológicas (erosión y movimientos en masa), y características generales geológicas de las zonas de interés, se procede con la siguiente etapa que consistió en dos comisiones de campo; la primera de 20 días y la segunda de 27 días, realizadas en las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre, en el departamento de Huila, Valle Superior del Magdalena.

En estas áreas, se efectúa un inventario de movimientos en masa primeramente, seguido por un análisis morfológico en donde se definen las unidades geomorfológicas presentes en las zonas, para la respectiva interpretación.

Para la variable morfodinámica se comprobó, identificó, describió y caracterizó los posibles movimientos obtenidos en la Fase I, y otros que se reconocieron en el recorrido de la zona de estudio, con la ejecución del trabajo de campo. Fueron registrados en el **“Formato Modificado para Inventario de Movimientos en Masa Versión 2012”** (ver Figuras 5 y 6). En la Plancha 323-Neiva se obtuvieron 36 tipos de movimientos y 18 para la Plancha 345-Campoalegre.

La descripción de los movimientos en masa se consigna en un formato generado por el SGC llamado, Formato Modificado para Inventario de Movimientos en Masa Vs 2012 y la descripción geomorfológica es citada en otro formato realizado por la UIS denominado, Tabla de Recolección de Datos de Morfometría para Cartografía Geomorfológica.

La variable morfogenética consistió principalmente en identificar, corroborar, caracterizar y describir las unidades geomorfológicas, definidas de acuerdo al ambiente morfogenético. Esta información es plasmada en un formato realizado por la UIS, ***“Tabla de Recolección de Datos para Cartografía Geomorfológica, versión 2013”*** (ver Figuras 7 y 8).

5.3 RESULTADOS, INTERPRETACIÓN E INFORME FINAL.

La interpretación y discusión de resultados consiste principalmente en analizar y relacionar las unidades geomorfológicas con los tipos de movimientos en masa encontrados en las zonas de interés.

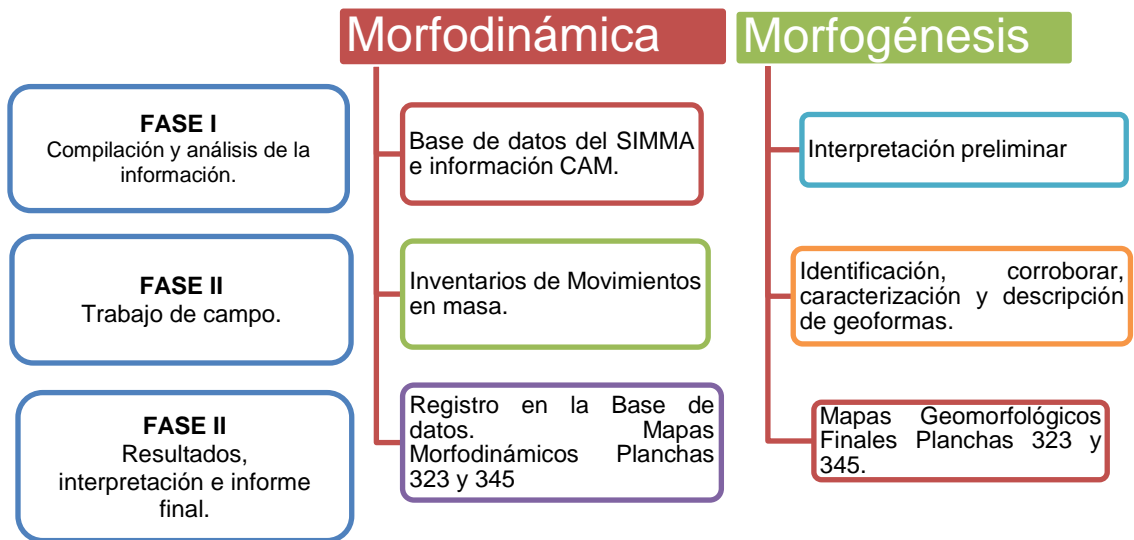
Se procede a registrar la información obtenida en campo en el aplicativo del Servicio Geológico Colombiano (SGC); Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA). Para acceder a dicha base es necesario estar registrado con un usuario.

De igual manera se obtiene el mapa final geomorfológico a escala 1:100.000, para cada una de las respectivas planchas que comprenden la zona de estudio.

La etapa final se basa en registrar toda la metodología empleada durante el desarrollo del proyecto, los resultados, su análisis e interpretación y las conclusiones respectivas. Para tal fin, se elabora el documento final en formato digital, y se lleva a cabo una revisión minuciosa de la ortografía y coherencia del mismo, para finalmente publicarlo y sustentarlo.


El mapa conceptual mostrado a continuación muestra gráficamente la metodología anteriormente descrita.

Figura 4. Mapa conceptual de la metodología.



Fuente: Autor.

Figura 7. Tabla de recolección de datos para cartografía geomorfológica (parte frontal)



Universidad Industrial de Santander

Tabla de Recolección de datos para Cartografía Geomorfológica Vs 2013

Fecha:

D	M	A
---	---	---

Plancha: _____ Estación: _____

Lugar

Posición Geográfica

Referente Geográfico:

Departamento: _____

Municipio: _____

Vereda: _____

Sitio: _____

X: _____

Y: _____

Z: _____

Proyección Magna: _____

Cobertura del Suelo (%)	
Veg. Herbácea	
Bosque/Selva	
Matorrales	
Cuerpos de Agua	
Cultivos	
Construcciones	
Pastos	
Sin Cobertura	

Uso del Suelo (%)	
Ganadería	
Agrícola	Z. Industrial
Recreación	
Vivienda	
Minería	Sin Uso
Area Protegida	
Vías	
Z. Arqueológica	

Morfogénesis	
Morfoestructural	
Volcánico	
Denudacional	
Fluvial - Deltaico - Lagur	
Marino - Costero	
Glaciar	
Eólico	
Kárstico	
Antropogenico / Biológico	

Morfología - Morfometría					
Tipo de Relieve	Índice de Relieve	Inclinación de Ladera	Longitud de la ladera	Forma de la Ladera	
Montañoso > de 400 m	Muy Bajo (< 50 m)	Plana a Suave < 5°	Muy Corta (< 50 m)	Rectilínea	
Colina 200 - 400 m	Bajo (50 - 250 m)	Inclinada (6° - 10°)	Corta (50 - 250 m)	Cóncava	
Loma 50 - 200 m	Moderado (250 - 500 m)	Muy Inclinada (11° - 15°)	Moderadamente Larga (250 - 500 m)	Convexa	
Montículo < 50 m	Alto (500 - 1000 m)	Abrupta (16° - 20°)	Larga (500 - 1000 m)	Irregular	
	Muy Alto (>1000 m)	Muy Abrupta (21° - 30°)	Muy Larga (1000 - 2500 m)	Compleja	
		Escarpada (31° -45°)	Extremadamente Larga (> 2500 m)		
		Muy Escarpada (> 45°)			

Forma de Canal	
En U Abierto	
En U Cerrado	
En V Abierto	
En V Cerrado	

Densidad de Drenaje	
Baja (<0,5 Km/Km2)	
Moderada (0,5 - 1,0)	
Alta (> 1,0)	

Frecuencia de Drenaje	
Muy Alta (> 40)	
Alta (20 - 40)	
Media (10 - 20)	
Baja (5 - 10)	
Muy Baja (> 5)	

Textura de Drenaje	
Gruesa	
Mediana	
Fina	
Muy Fina	

Patrón de Drenaje	
Detritico	
Subdetritico	
Paralelo	
Subparalelo	
Pinado	
Rectangular	
Radial	
Anular	
Multicuenca	
Contorsionado	
Otro: _____	

Tipo de Roca	
Ígnea Acida	
Ígnea Intermedia	
Ígnea Básica	
Ígnea Ultrabásica	
Volcánica Piroclástica	
Sedimentaria Cementada	
Sedimentaria Consolidada	
Sedimentaria Química	
Metamórfica Masiva	
Metamórfica Bandeada	
Metamórfica Bien Foliada	

Grado de Meteorización	
Fresca	
Meteorización Débil	
Meteorización Moderada	
Meteorización Alta	
Descompuesta	

Movimiento en Masa		
Tipo de Movimiento	Tipo de Material	Estado
Caída	Roca	Activo
Volcamiento	Detritos	Inactivo
Deslizamiento Rotacional	Suelo	Suspendido
Deslizamiento Translacional	Lodos	Reactivo

Tipo de Material	
Saprolito Grueso	
Saprolito Fino	

Reptación	
Flujos	
Propagación Lateral	
Avalancha	
Compuesto o Múltiple	

Turba	
-------	--

Fuente: UIS, 2013

Figura 8. Tabla de recolección de datos para cartografía geomorfológica (parte posterior)

Tipo de Suelo		Tipo de Erosión		Espaciamiento de Canales (m)		Notas:	Fotos:								
Aluvial		Laminar		(< 5)											
Lagunar		Surcos		(5 - 15)											
Deltaico		Barrancos		(15 - 50)											
Eólico		Cárcavas		(50 - 150)											
Glaciar		Socavación		(150 - 500)											
Volcánico		Tierras Malas		(> 500)											
Residual		Terracetas		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Intensidad de Erosión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Suave</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Moderada</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Severa</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Intensidad de Erosión				Suave		Moderada		Severa	
Intensidad de Erosión															
Suave															
Moderada															
Severa															
Coluvial		Eólica													
Flujo de Lodo		Glaciar													
Talus		Carstica													
Bloques		Marina													
Conos de Deyección															
Otro: _____.															

Diagramas	
Planta	Perfil
Observaciones:	Observaciones:

Fuente: UIS, 2013

6. MARCO TEORICO

La geomorfología se orienta en el estudio del relieve y su relación con los materiales y procesos geológicos involucrados en su origen. La geomorfología considera los procesos tanto endógenos (internos) como exógenos (externos) que han dado lugar a las diferentes geoformas (morfogénesis), la descripción de los principales elementos geométricos y cuantitativos del paisaje terrestre (morfología); así como, tiene en cuenta los procesos de denudación como factor determinante para el comportamiento de los materiales frente procesos geodinámicos externos (morfodinámica).

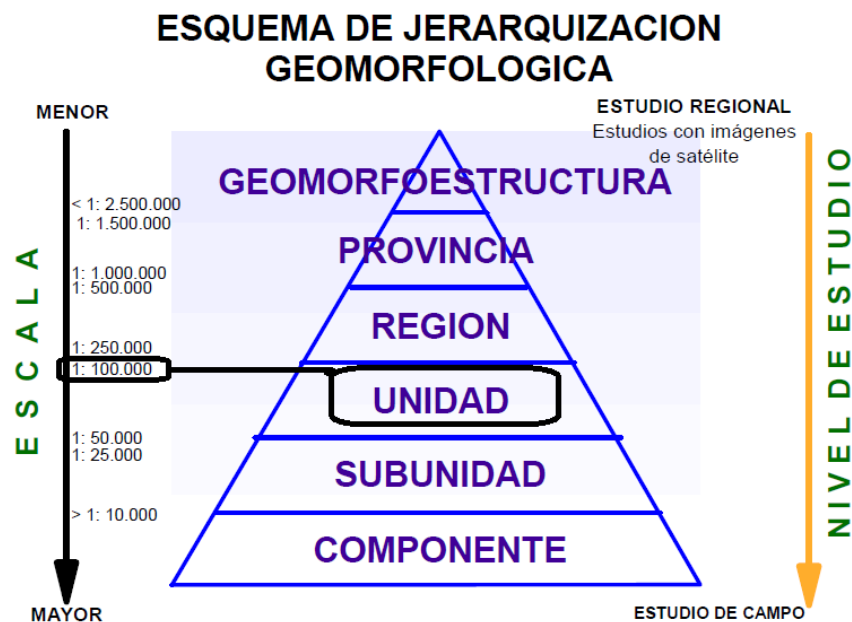
Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio, capaces de obtener, transportar y depositar los productos provenientes de la meteorización y de la sedimentación, se conocen como agentes morfodinámicos. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, ya sea degradándola o bien construyendo nuevos paisajes.⁸

Para llevar a cabo la cartografía geomorfológica se siguieron determinados parámetros para la obtención de información que conllevaron a la generación del mapa geomorfológico a escala 1:100.000. Para tal fin, en el presente informe se siguieron los lineamientos presentes en el: “Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:100000. Versión 2, 2012” y la “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza, escala 1:100.000, 2012”, documentos de referencia provistos por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

⁸ LEIVA. MOYA. TREJOS. CARVAJAL. Op. Cit.

Carvajal, 2008 en Leiva et al (2012), 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 (ver Figura 4), en la cual relaciona las escalas de trabajo con las jerarquías geomorfológicas, donde la base regional está fundamentada en la génesis geológica de las geoformas y los ambientes morfogenéticos, y el detalle basado en los ambientes morfogenéticos, expresión morfológica, litología y procesos morfodinámicos

Figura 9. Esquema modificado de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS.



Fuente: Carvajal 2008, en SGC 2012).

6.1 MORFOGÉNESIS

La Morfogénesis implica la definición del origen de las formas del terreno, es decir, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje. El origen del paisaje depende de los procesos endogenéticos y la modificación de los agentes

exogenéticos (agua, viento, hielo), que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempos geológicos, modelando el terreno.

Para el análisis a escala 1:100.000 y la jerarquización propuesta por Carvajal, 2008 en Leiva et al (2012), este trabajo se enmarca en la definición de UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS, como unidad básica de la cartografía geomorfológica.

6.1.1 Insumos. Para la ejecución de los mapas geomorfológicos pertenecientes a las planchas que constituyen la zona de estudio (323-Neiva y 345-Campoalegre), se hizo uso de algunos insumos básicos y temáticos.

Se aclara que, algunos de los insumos descritos a continuación, no fueron utilizados por el autor del presente informe; la interpretación de esta información correspondió al geólogo encargado del Bloque 4.

6.1.1.1 Planchas cartografía básica IGAC escala 1:100.000: Cartografía básica en formato análogo y digital realizada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, contiene información sobre relieve, hidrografía, vías, construcción, puntos de control y vegetación. Esta cartografía se encuentra en formato análogo, referida al sistema de Proyección Transversa de Gauss, elipsoide de referencia Internacional 1924 y orígenes locales 1,2,3, y 4. El territorio colombiano se encuentra distribuido en 601 planchas escala 1:100.000, que cubre en su mayoría la parte continental, Leiva et al (2012) (ver Figura 8). Las planchas cartográficas utilizadas en la zona de estudio corresponden a la 323-Neiva y 345-Betania, denominadas así por el IGAC (ver Figuras 10 y 11)

6.1.1.2 Modelo digital de elevación (DEM): Los modelos digitales de elevación (DEM) son capas “raster” donde la elevación es representada como pixeles cubriendo un área rectangular específica a una determinada escala. Los modelos

digitales de elevación se utilizan para elaborar mapas del relieve del terreno y modelos de sombras en tres dimensiones, la resolución más reconocida es la de pixeles cuadrados de 30 x 30 metros (Calvache et al, 2012). Las Figuras 12 y 13 contienen los mapas de sombras a escala 100.000 de las planchas 323 y 345.

6.1.1.3 Mapa de pendientes: El mapa de pendientes es una variable cuantitativa y continua, derivada del modelo digital de elevación (DEM). Los rangos de pendientes que se emplean en esta variable corresponden a los rangos de inclinación de laderas propuestos por Carvajal (2008), (ver Tabla 3). Sin embargo de acuerdo con las condiciones del terreno investigado, se pueden ajustar con el fin de visualizar, detallar o discriminar los rasgos asociados a los movimientos en masa. En las Figuras 14 y 15 se encuentran los mapas de pendientes de las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre.

Tabla 3. Rangos de pendientes para estudios geomorfológicos, propuesto por Carvajal (2008), en Leiva et al, 2012.

INCLINACIÓN (Grados)	DESCRIPCIÓN
0-5°	Plana a suavemente inclinada
5,000000001 - 10°	Inclinada.
10,000000001 - 15°	Muy Inclinada.
15,000000001 - 20°	Abrupta.
20,000000001 - 30°	Muy abrupta.
30,000000001 - 45°	Escarpada.
45,000000001 - 89,9999999	Muy Escarpada.

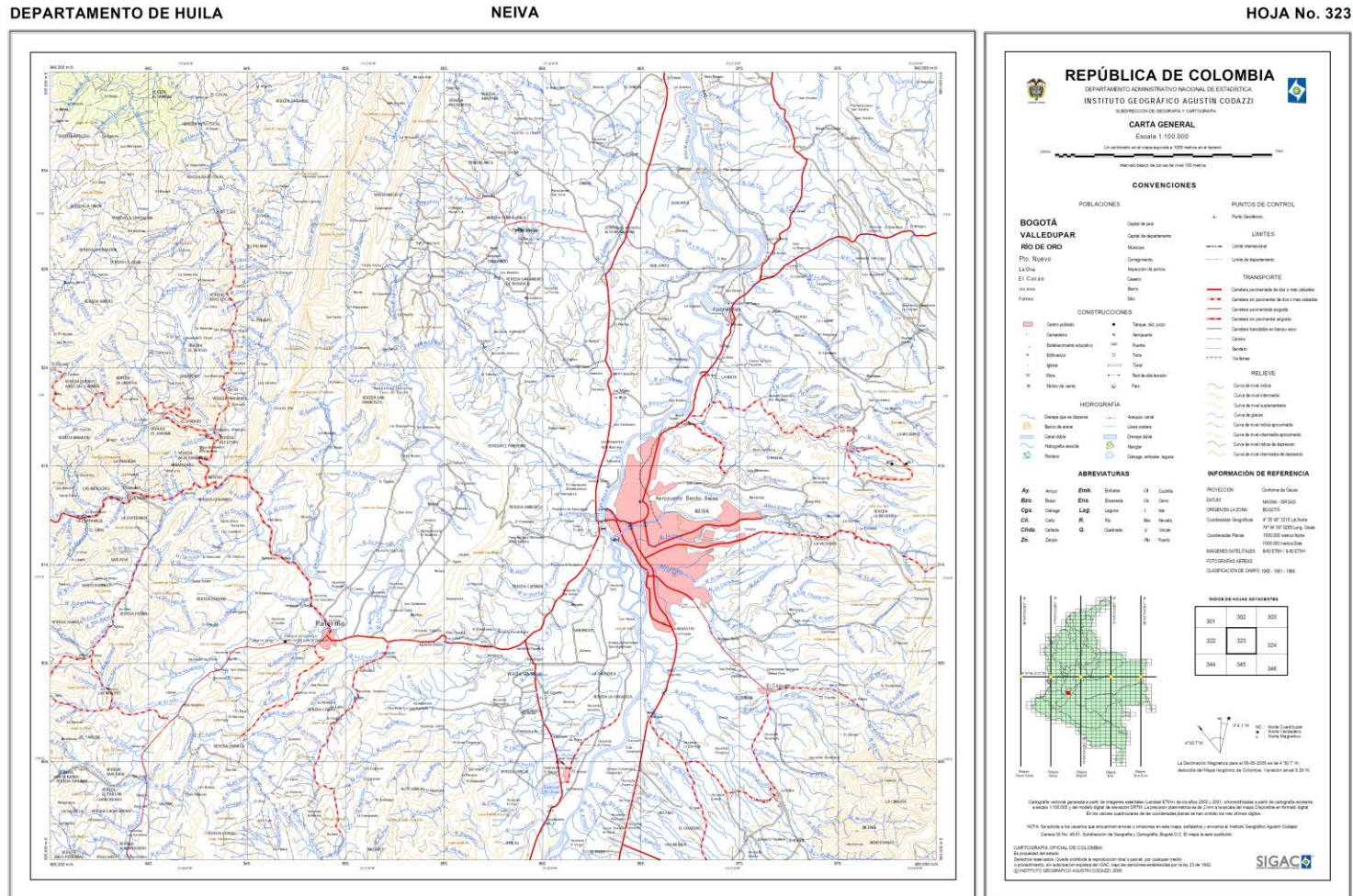
Fuente: Carvajal (2008) en Leiva et al, 2012.

6.1.1.4 Mapa geológico INGEOMINAS escala 1:100.000: Los mapas geológicos realizados por INGEOMINAS en general contienen información litológica a nivel de formación y estructural convencional, que permiten la caracterización litoestratigráfica de las unidades cartografiables a la escala del estudio. Dentro de una Formación la distribución espacial de los tipos litológicos es uniforme y

generalizada; sin embargo, en algunos casos muestran el estado o condición física de los materiales. En ese sentido se hace necesaria la litología (tipos de roca o sedimentos del área), para lo cual, el mapa geomorfológico es fundamental como documento integrador y estructurante de otros tipos de información temática⁹. Las Figuras 16 y 17 muestran los mapas geológicos de las planchas 323-Neiva y 345.Campoalegre a escala 1:100.000, de la zona de estudio.

⁹ Ibid

Figura 10. Mapa topográfico de la Plancha 323-Neiva

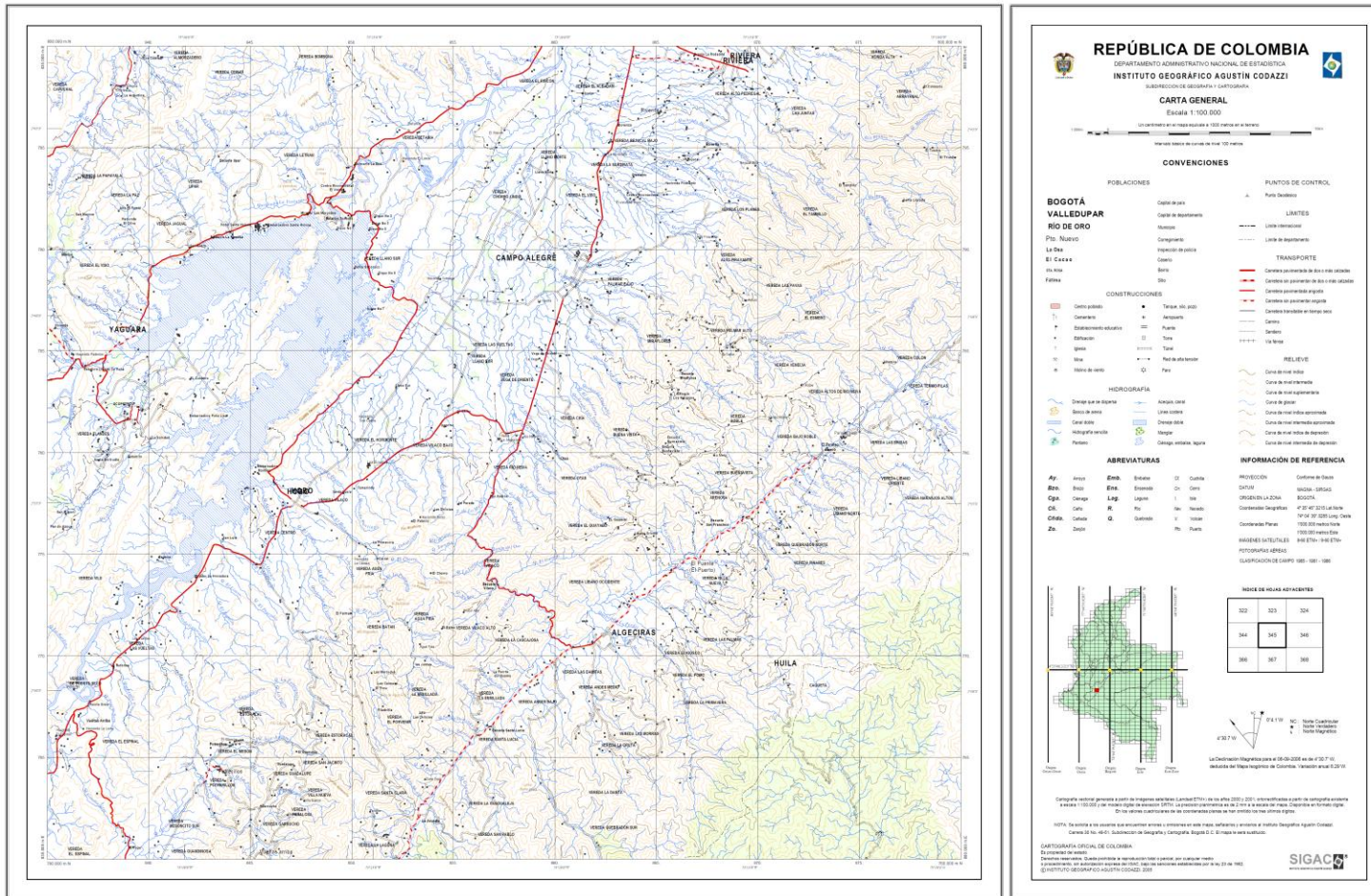


Fuente: IGAC, 2005

Figura 11. Mapa topográfico de la Plancha 345-Betania

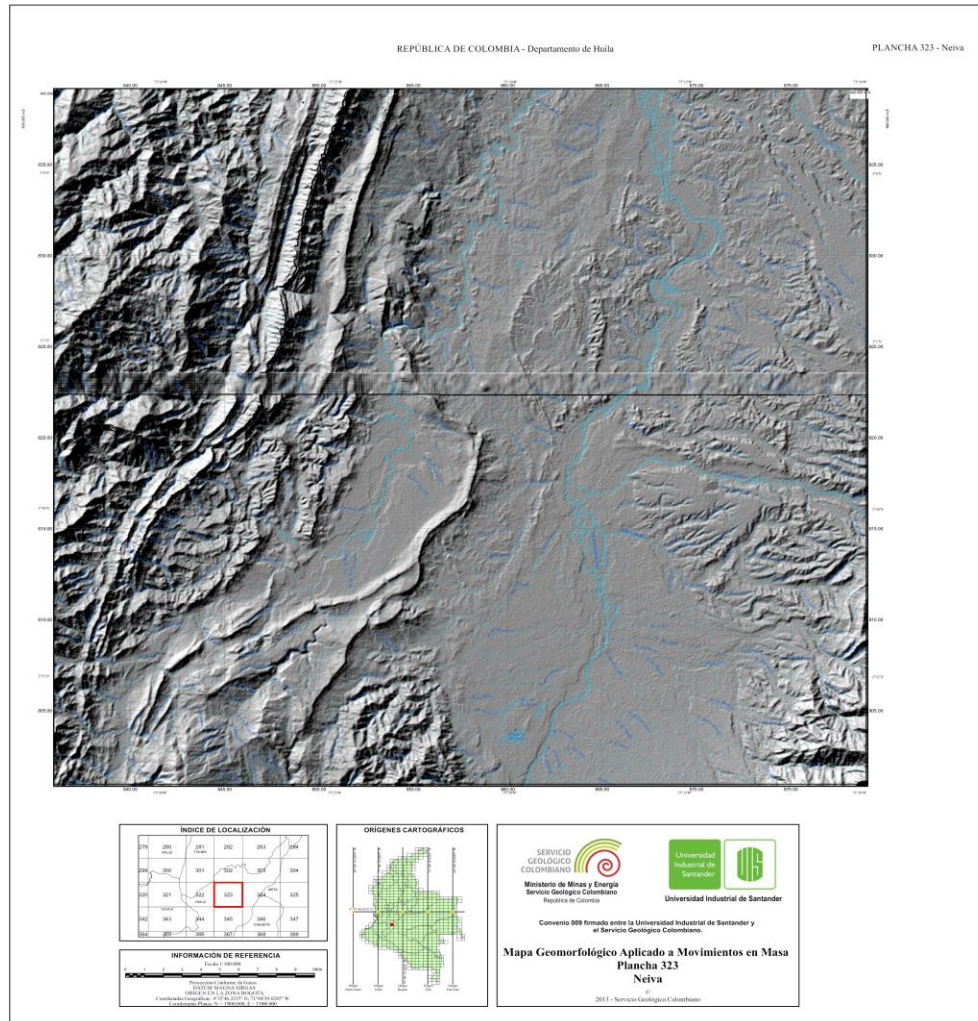
DEPARTAMENTO DE HUILA

BETANIA



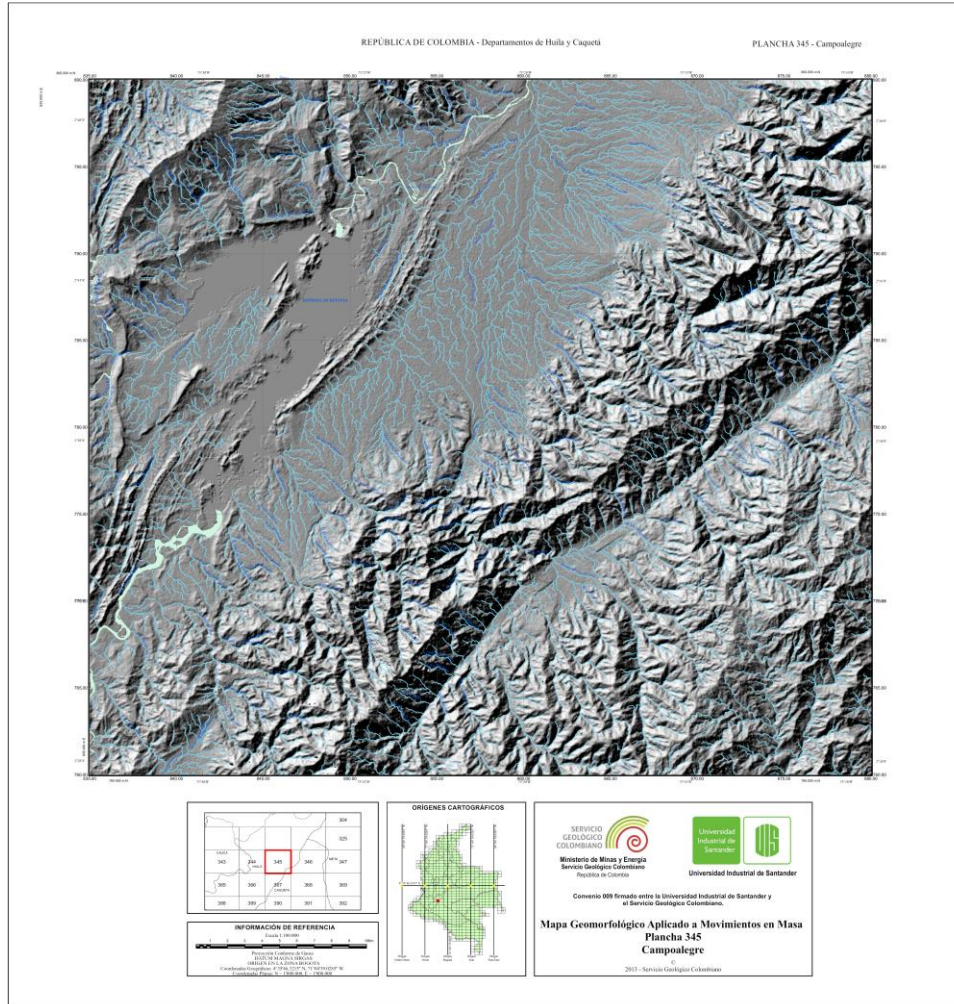
Fuente: IGAC, 2005

Figura 12. Mapa de sombras de la Plancha 323-Neiva



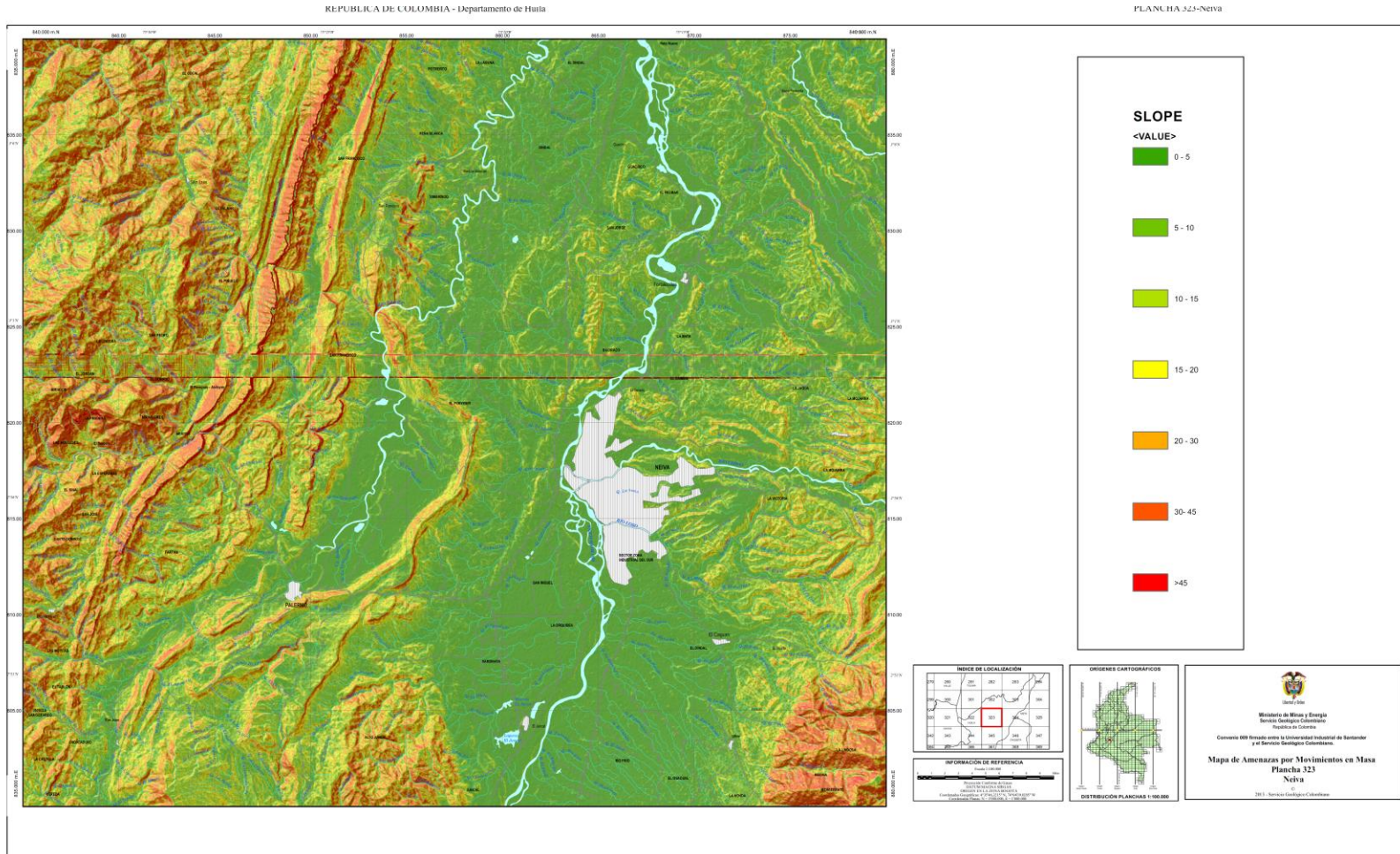
Fuente: SGC, 2013

Figura 13. Mapa de sombras de la Plancha 345-Campoalegre



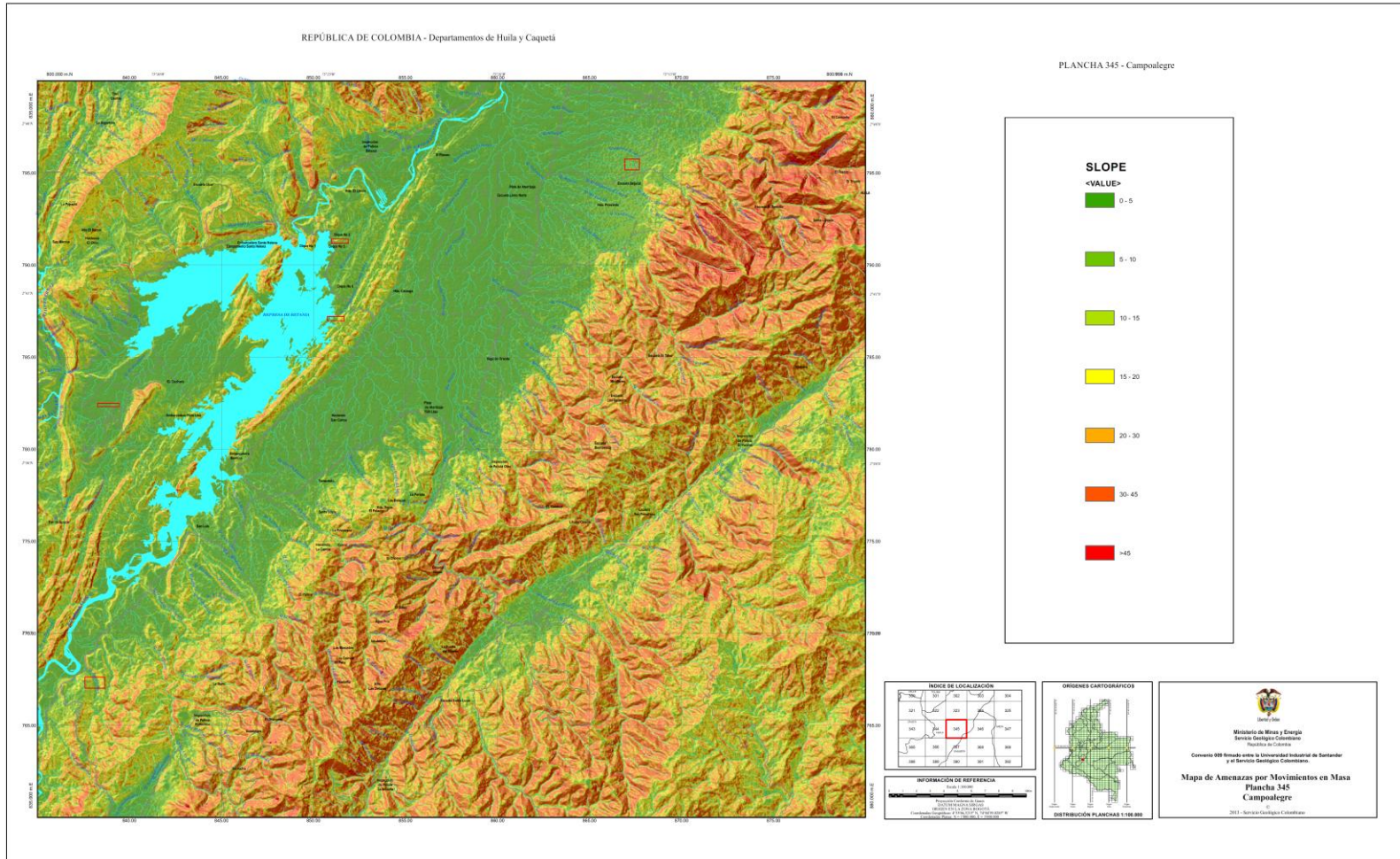
Fuente: SGC, 2013

Figura 14. Mapa de pendientes de la Plancha 323-Neiva



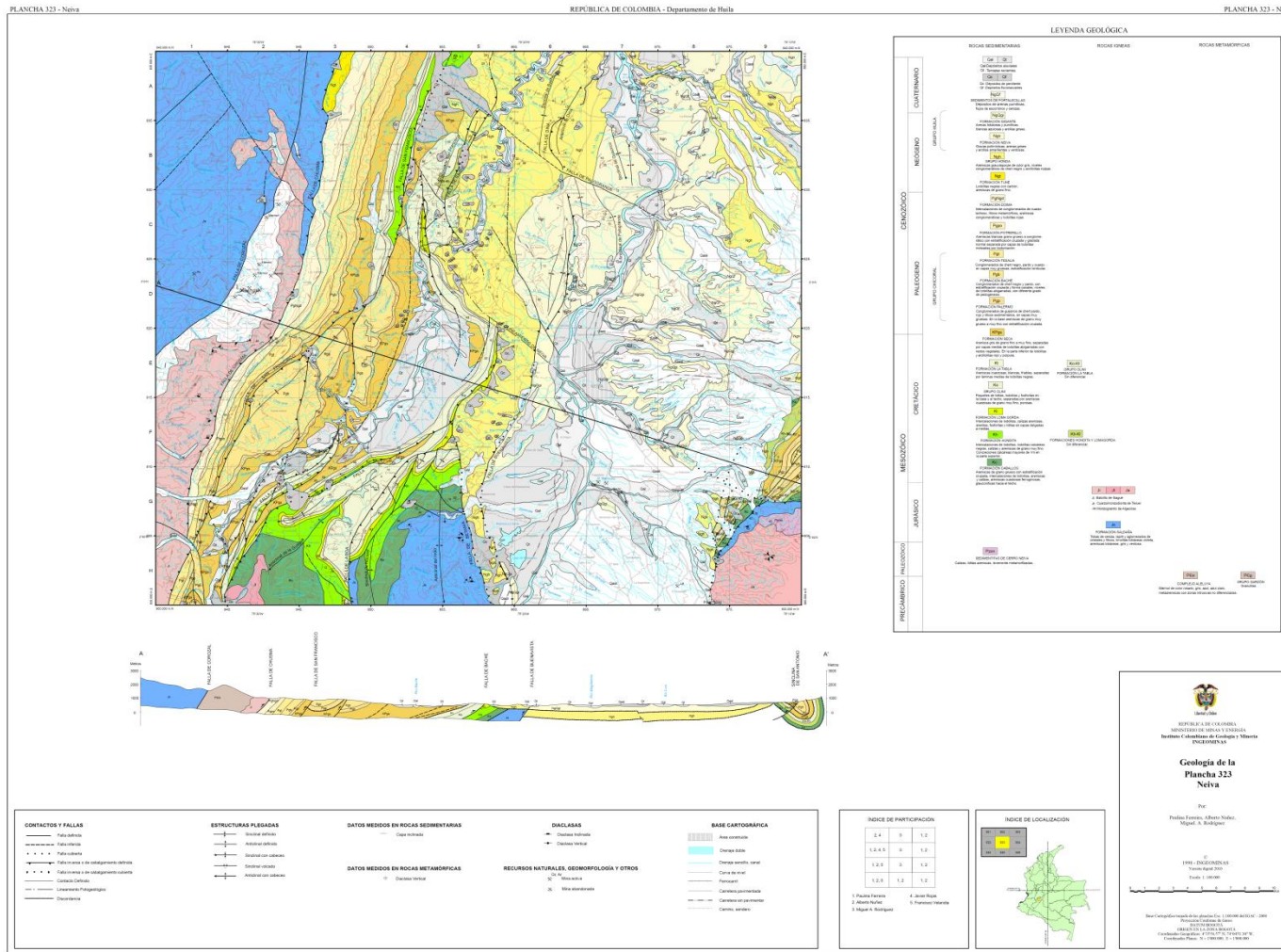
Fuente: SGC, 2013

Figura 15. Mapa de pendientes de la plancha 345-campoalegre



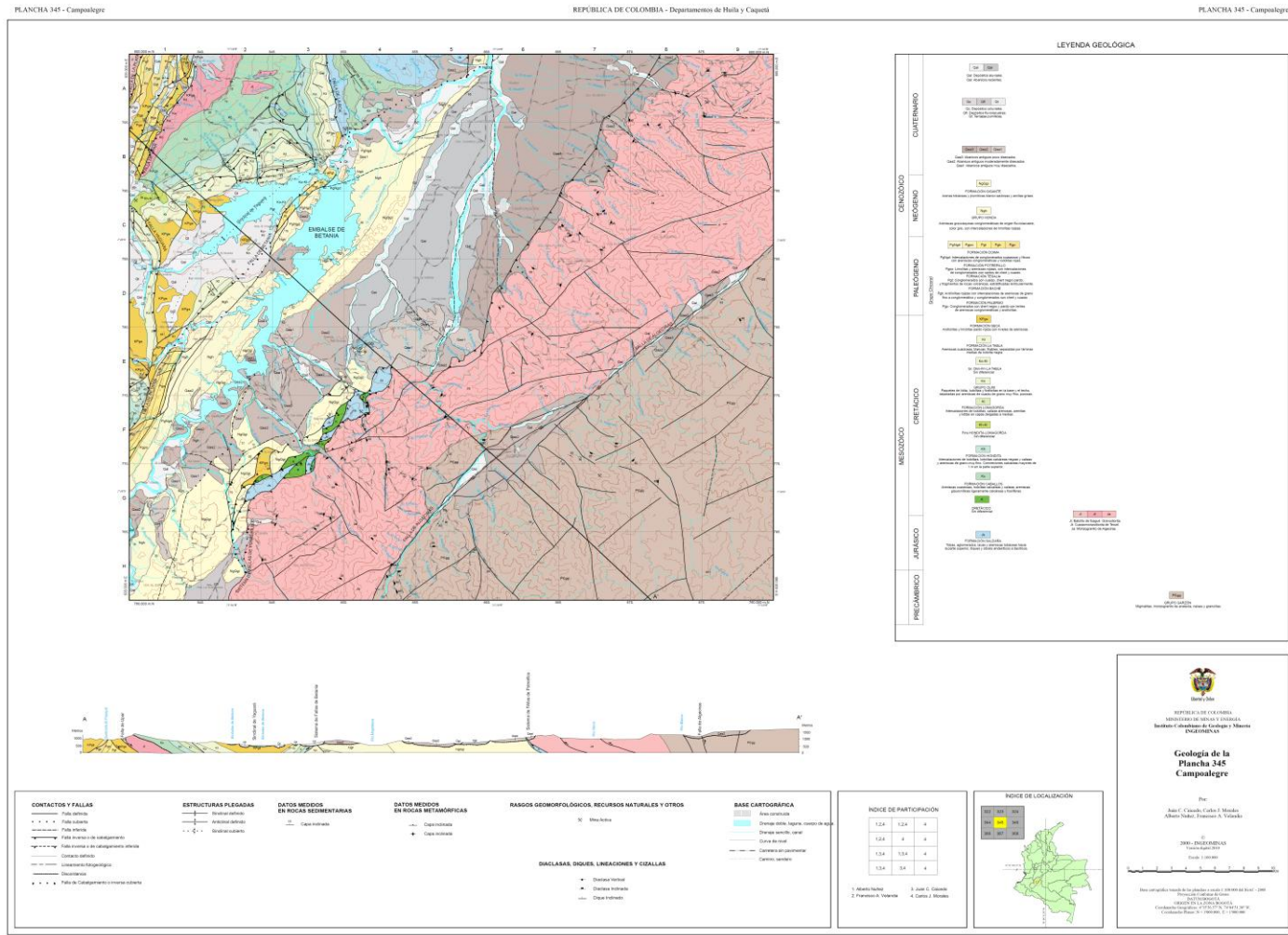
Fuente: SGC, 2013

Figura 16. Mapa geológico de la Plancha 323-Neiva



Fuente: Ferreira et al, 1998.

Figura 17. Mapa geológico de la Plancha 345-Campoalegre



Fuente: Velandia et al, 1999

6.1.2 Unidades geomorfológicas (Escala 1:50.000 a 1:100.000). Definidas como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destructivo de un ambiente geomorfológico particular. Corresponde a los elementos básicos que componen un paisaje o modelo geomorfológico, los cuales están definidos con criterios genéticos, morfológicos y geométricos en función de la escala el proceso natural que lo conformó.¹⁰

El análisis se fundamenta básicamente en la génesis geológica de las geoformas individuales genéticamente homogéneas y en el ambiente morfodinámico dominante formadas en un ambiente geomorfológico particular

Un **Ambiente morfogenético**, agrupa condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se formaron las geoformas. Se determina con base en la expresión e interpretación de los procesos geomorfológicos registrados en el terreno, que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las geoformas¹¹. A continuación se citan los tipos de ambiente categorizados en el documento de Leiva et al, 2012, presentes en la zona de estudio que comprende las Plancha 323-Neiva y Plancha 345-Campoalegre

- **Ambiente morfoestructural:** corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos. Incluye el ambiente neotectónico (geoformas originadas por la actividad tectónica activa y que se ha prolongado durante el Cuaternario).

¹⁰ Ibid

¹¹ Ibid

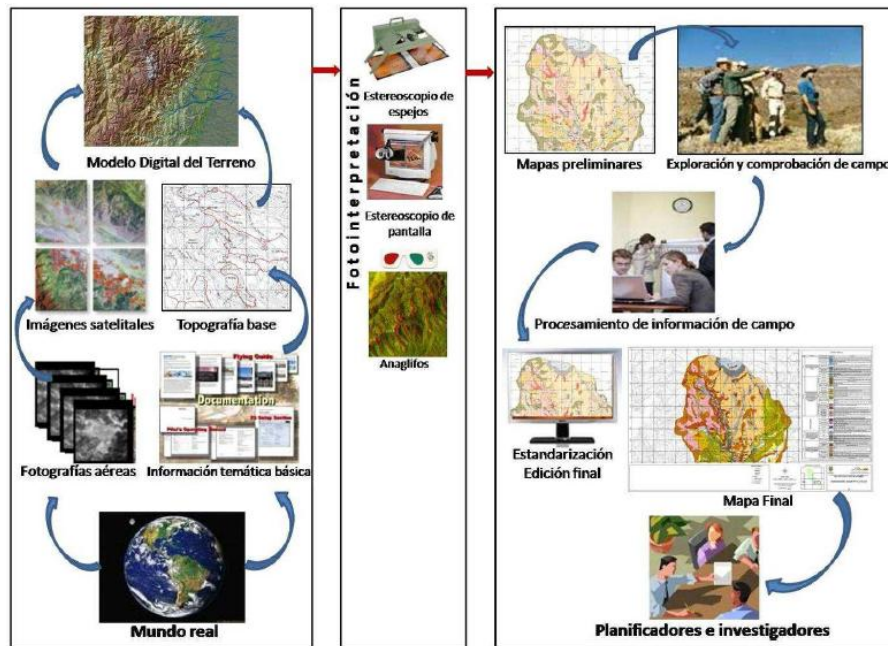
- **Ambiente denudacional:** determinado por la actividad de procesos de meteorización, y predominantemente de procesos erosivos hídricos y de fenómenos de transposición o de remoción en masa actuantes sobre geoformas pre-existentes.
- **Ambiente fluvial:** corresponde a las geoformas generadas por los procesos relacionados con la actividad fluvial.
- **Ambiente volcánico:** asociado en las regiones donde predominan los procesos que generan geoformas volcánicas por la extrusión de materiales fundidos procedentes del interior de la tierra.
- **Ambiente antropogénico y/o biológico:** morfologías formadas por la actividad del hombre que modifica la superficie del terreno.

En la elaboración de este mapa geomorfológico de escala 1:100.000 se caracterizan las unidades geomorfológicas a partir de atributos morfológicos y morfométricos observados en campo y mediante imágenes satelitales que se describen en el documento metodológico es decir, sus parámetros principales descritos en la estandarización de los elementos componentes del terreno.¹²

Utilizando estos insumos se buscan áreas con más susceptibilidad a inestabilidad del terreno, esta información es procesada y se obtienen modelos digitales del terreno, este proceso se resumen en la Figura 7

¹² Carvajal et al, 2008 en MPA-GEMMA, 2012

Figura 18. Esquema de proceso metodológico para la elaboración de un Mapa Geomorfológico.



Autor: Mendivelso (2009) en Leiva, et al, 2012.

De este procesamiento sale un mapa preliminar con unidades geomorfológicas que sirven de base a la posterior etapa de campo donde se hace control, caracterización de las unidades propuestas en el mapa preliminar y observación de datos morfométricos, litológicos y estructurales.

Los ambientes geomorfológicos se valoran a través de atributos cuantificables en cuanto a la susceptibilidad y predisposición a generar movimientos en masa. Esto permite disminuir la subjetividad de las conclusiones. En este documento no se va a calificar, simplemente, se va a definir cualitativamente.

6.1.3 Atributos para descripción de las unidades. A continuación se describen algunos conceptos necesarios para la recolección de datos para cartografía geomorfológica contenidos en el formato y definidos en Leiva et al, 2012 y sintetizada en la Tabla de Recolección de Datos para Cartografía Geomorfológica UIS (2013), anteriormente nombrada.

- **Contraste de relieve o relieve relativo: [índice de relieve].**

Hace referencia a la diferencia de altitud de la geoforma entre la parte más alta y más baja de ésta (ver Tabla 4), independiente de la altura absoluta o el nivel del mar. Es un atributo que indica la energía potencial de un sistema de drenaje y los materiales constitutivos de la geoforma.

Tabla 4. Rangos de Intervalos de altura o relieve relativo

	DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE	RESISTENCIA RELATIVA DEL MATERIAL
< 50m	Muy bajo.	Materiales muy blandos y erosionables.
50 – 250 m	Bajo.	Blando erosionable.
250 – 500 m	Moderado.	Moderadamente blando y erosión alta.
500 – 1000 m	Alto.	Resistente y erosión moderada.
1000 – 2500 m	Muy alto.	Muy resistente y erosión baja.
> 2500 m	Extremadamente alto.	Extremadamente resistente y erosión muy baja.

Fuente: Leiva et al, 2012.

- **Inclinación de la ladera.**

Es el ángulo que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal. La inclinación de la ladera está relacionada con el tipo de material que conforma la unidad morfológica y con la susceptibilidad de dicha unidad a la formación de movimientos en masa (ver Tabla 5).

Tabla 5. Rangos de inclinación de la ladera.

INCLINACION (Grados)	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL Y COMPORTAMIENTO
< 5	Plana a suavemente inclinada.	Muy blanda y muy baja susceptibilidad a movimientos en masa (MM).
6 – 10	Inclinada.	Blanda y baja MM.
11 – 15	Muy Inclinada.	Moderadamente Blanda y Moderada susceptibilidad a MM.
16 – 20	Abrupta.	Moderadamente Resistente y Moderada susceptibilidad a MM.
21 – 30	Muy abrupta.	Resistente y Alta susceptibilidad a MM.
31 - 45	Escarpada.	Muy Resistente y Alta susceptibilidad a MM.
> 45	Muy Escarpada.	Extremadamente Resistente, baja susceptibilidad a MM.

Fuente: Leiva et al, 2012.

- **Longitud de la ladera.**

Es un indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geofomas; puede determinar una mayor superficie para el desarrollo de los procesos morfodinámicos (ver Tabla 6).

Tabla 6. Rangos de longitud de la ladera.

LONGITUD (metros)	DESCRIPCION
< 50m	Muy corta.
50 – 250 m	Corta.
250 – 500 m	Moderadamente larga.
500 – 1000 m	Larga.
1000 – 2500 m	Muy larga.
> 2500 m	Extremadamente larga.

Fuente: Leiva et al, 2012

- **Forma de la ladera.**

Refleja la homogeneidad en la resistencia de los materiales, y la presencia o control de estructuras geológicas. También condiciona los tipos de movimientos en masa que pueden desarrollarse en una ladera. Es común relacionar movimientos rotacionales a pendientes cóncavas y convexas y movimientos planares a pendientes rectas controladas estructuralmente o movimientos complejos a pendientes irregulares. La Tabla 7 muestra la relación carteristas-movimientos, que definen el tipo de forma.

Tabla 7. Rangos de forma de la ladera.

CLASE	CARACTERISTICAS MATERIAL	MOVIMIENTOS EN MASA ASOCIADOS
RECTA	Alta resistencia y disposición estructural a favor de la pendiente.	Movimiento Traslacional.
CONCAVA	Material blando y disposición estructural no diferenciado.	Deslizamiento Rotacional.
CONVEXA	Materiales blandos y disposición estructural casi horizontal.	Predomina Meteorización y Erosión. Pequeños Deslizamientos Rotacionales.
IRREGULAR O ESCALONADA	Materiales con resistencia variada. Disposición estructural en contra de la pendiente.	Caída de Bloques. Erosión Diferencial.
COMPLEJA	Mezcla de materiales. Disposición estructural no definida.	Deslizamientos Complejos.

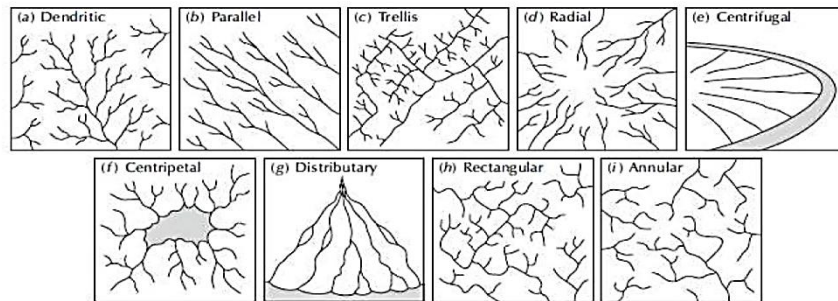
Fuente: Leiva et al, 2012

- **Patrón de drenaje.**

Es la distribución de todos los canales de drenajes superficiales en un área que esté ocupada o no por aguas permanentes. El patrón de drenaje está controlado por la inclinación del terreno, tipo y estructura geológica de la roca subyacente,

densidad de vegetación y las condiciones climáticas. La Figura 8 muestra los principales tipos de drenaje.

Figura 19. Patrón de drenaje controlado por estructura o pendiente.



Fuente: Huggett (2007) en Leiva et al, 2012.

• **Forma de crestas y valles.**

Las divergencias entre las formas características que presenta el relieve se considera como un parámetro de agrupamiento establecido en la apariencia superficial de la geoforma. Crestas agudas de cimas bien definidas con laderas de pendientes abruptas, contrastan con cimas anchas de laderas de pendiente inclinada; conjuntamente la presencia de valles con una forma definida y crestas alineadas que describen una orientación típica, sugieren un tipo de control estructural o de competencia de los materiales que recubren la geoforma. Este parámetro adquiere relevancia en las observaciones realizadas en campo para la caracterización de unidades geomorfológicas a escalas detalladas y escalas medias. La Tabla 8 muestra la relación forma de cresta-forma de valle.

Tabla 8. Forma de crestas y valles

Forma de Cresta	Forma de Valle
Aguda	Artesa
Redondeada	Forma de V
Convexa amplia	Forma de U
Convexa Plana	

Forma de Cresta	Forma de Valle
Plana	
Plana disectada	

Fuente: Leiva et al, 2012.

- **Morfoestructura y Litología.**

Indica el modelaje del relieve, según composición, disposición y dinámica interna de la tierra. La morfoestructura incide en el modelaje del paisaje según: Condición pasiva que analiza las formas resultantes de los procesos o deformaciones tectónicas (activas o inactivas) expresadas en el relieve de la superficie terrestre, con dimensiones y configuraciones variables; y la condición activa que corresponde a los procesos morfogenéticos endógenos asociados tanto a la deformación y al fracturamiento tectónica.¹³

6.2 MORFODINÁMICA

La morfodinámica es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geformas o Unidades de terreno (Leiva et al, 2012).

La caracterización morfodinámica permite identificar y definir la evolución de los procesos denudativos (erosión y movimientos en masa), que han ocurrido en un área determinada y permiten dilucidar el futuro, particularmente en términos de estabilidad de un terreno. En el proceso de caracterización de los movimientos en masa en la zona de estudio, se plantea el empleo de la clasificación de los movimientos en masa del PMA-GEMMA en el 2007 (ver Tabla 9). En ella se

¹³ LEIVA. MOYA. TREJOS. CARVAJAL. Op. Cit.

destacan los principales los movimientos de tipo caídas, volcamiento, deslizamiento de roca o suelo, propagación lateral, flujo y reptación.

A continuación se hace una breve descripción de las características generales de cada tipo de movimiento.

6.2.1 Caídas. Se distinguen tres subtipos, caídas de rocas, caídas de detrito y caídas de suelos. Todas las caídas se inician con un desprendimiento de suelo o roca de una ladera muy empinada, a lo largo de una superficie en la que poco o ningún desplazamiento cortante se desarrolla. El material desciende en caída libre, saltando o rodando. Solo cuando la masa desplazada es socavada, las caídas son precedidas por pequeños deslizamientos o movimientos de basculamiento que separan el material de la masa no perturbada, Cruden & Varnes (1996) en Leiva et al, 2012.

6.2.2 Basculamiento o volcamientos. Un basculamiento es la rotación hacia adelante (afuera) de una masa de suelo o roca, alrededor de un punto o eje bajo el centro de gravedad de la masa desplazada. El basculamiento algunas veces es causado por el empuje del material localizado ladera arriba y otras veces por el agua presente en las grietas del macizo, Cruden & Varnes (1996) en Leiva et al, 2012.



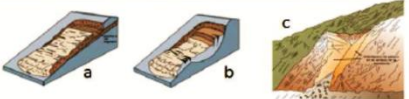

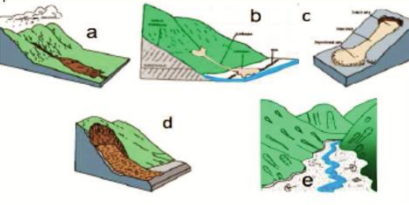

6.2.3 Deslizamientos. Se definen tres subtipos, deslizamientos rotacional, traslacionales y en cuña. Un deslizamiento es un movimiento ladera abajo de una masa de suelos o rocas, que ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de ruptura o zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante. Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente a lo largo de lo que, será la superficie de ruptura; el volumen de material desplazado se incrementa a partir de un área de falla local. Muchas veces, los primeros signos de movimiento son grietas en la superficie original del terreno, a lo largo de lo que más tarde será el escarpe principal del deslizamiento, Cruden & Varnes (1996) en Leiva et al, 2012.

6.2.4 Propagación lateral. La separación lateral se define como una extensión de una masa cohesiva de suelo o roca, combinada con la subsidencia del material fracturado en un material subyacente más blando (Cruden & Varnes, 1996 en Leiva et al, 2012)

6.2.5 Flujos. Es un movimiento continuo en el cual las superficies de corte son efímeras (short-lived), estrechamente espaciada y por lo general no preservadas. La distribución de las velocidades en la masa desplazada se asemeja a la de un líquido viscoso. Es decir, existe una gradación desde deslizamientos a flujos, dependiendo del contenido de humedad, la movilidad y la evolución del movimiento (Cruden & Varnes, 1996 en Leiva et al, 2012). Se distinguen varios subtipos, los cuales se pueden apreciar en la Tabla 13.

6.2.6 Reptación. La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo. Dentro de este movimiento se incluyen la *solifluxión* y la *gelifluxión*, La reptación de suelos y la solifluxión son importantes en la contribución a la formación de delgadas capas de suelo coluvial a lo largo de laderas de alta pendiente (PMA-GEMMA, 2007).

Tabla 9. Tipos de Movimientos en Masa.

Tipo	Subtipo	Esquema
Caídas	Caída de rocas (detritos o suelo)	
Volcamiento	Volcamiento de roca (Bloque). Volcamiento Flexural de roca o del macizo rocoso	
Deslizamiento roca o suelo	Deslizamiento traslacional (a) Deslizamiento rotacional (b) Deslizamiento en cuña (c)	
Propagación lateral	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)	
Flujo	Flujo de detritos (a) Crecida de detritos Flujo de lodo (b) Flujo de tierra (c) Flujo de turba Avalancha de detritos (d) Avalancha de rocas (e) Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (arena, limo, detritos, roca fracturada)	
Reptación	Reptación de suelos (a) Solifluxión (b) Gelifluxión (en permafrost)	

Fuente: Tomado y modificado de PMA-GEMMA (2007).en Leiva et al, 2012.

7. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

7.1 CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS

Con base en información de IGAC (1995) en Ferreira et al, 1998, se establece que el clima del área es ecuatorial con variación entre cálido y templado debido a las diferencias de altura.

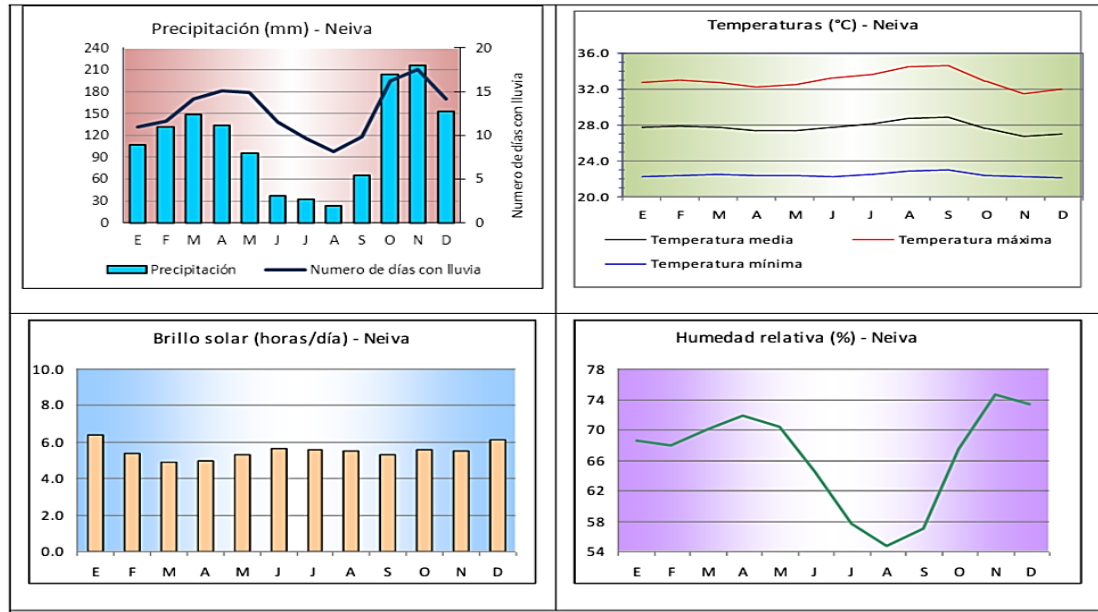
El clima de Neiva es cálido – seco. El promedio de lluvia total anual es de 1346 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de junio, julio y agosto, son los más secos del año. Las temporadas de lluvia se extienden desde febrero hasta finales de abril y de octubre a diciembre.

A principios de año se presenta una disminución de lluvias en enero, tras lo cual, nuevamente comienzan a incrementarse. En los meses secos de mediados de año, llueve entre 6 y 10 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover de 15 a 17 días/mes. La temperatura promedio es de 27 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 32 y 35°C. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 54 y 74 %, siendo mayor en la época lluviosa del segundo semestre (ver Figura 9), (IDEAM, 2013).

Para el municipio de Campoalegre, de acuerdo con los reportes obtenidos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, se nota que los períodos más lluviosos se enmarcan en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, marzo y los menos lluviosos junio, julio, agosto y septiembre, con valores medios mensuales de 214.9 mm para el mes más lluvioso (noviembre)

y 21.8 mm para el mes (agosto) menos lluvioso; presentando así un régimen de lluvia bimodal, escogidas entre las dos estaciones¹⁴

Figura 20. Características climatológicas



Fuente: Tomado de IDEAM, 2013

7.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Los suelos localizados en la plancha 345, se caracterizan por su drenaje natural variable desde excesivos hasta pobremente drenados, muy superficiales y moderadamente profundos, de reacción ácida y fertilidad baja en las zonas húmedas, mientras que en las zonas secas tienden a ser ligeramente alcalinos y neutros con fertilidad natural media y alta. Los suelos de esta región presentan bajo a muy alto desarrollo pedogenético.

¹⁴ REPÚBLICA DE COLOMBIA. DEPARTAMENTO DEL HUILA. MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE. Ajuste del plan básico de ordenamiento territorial DEL Municipio de Campoalegre. Disponible en: http://www.campoalegre-huila.gov.co/apc-aa-files/31306636643361643539633763323731/PLAN_BASICO_DE_ORDENAMIENTO_TERRITORI AL.pdf

Para la Plancha 323-Neiva dominan los órdenes Andisoles, Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles y Molisoles.

En la Plancha 345-Campoalegre se encuentran, Andisoles, Entisoles, Inceptisoles, Histosoles, Molisoles, Alfisoles y Oxisoles.

Las texturas dominantes en esta región constituida son moderadamente finas (FAr, FArA, FArL) y finas (Ar, ArL, ArA), con algunos sectores moderadamente gruesos (FA), en especial donde predominan Granodioritas.

8. MARCO GEOLOGICO

La descripción de la unidades litológicas para la región se centraliza en la forma que están dispuestas en el terreno dado que la morfología de la región describe como ha sido la afectación directa de estas mismas, es por ende, que se puede hacer una análisis por sectores de la zona de estudio para describir la litología.

En las planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre se encuentran rocas metamórficas del Precámbrico y rocas cristalinas, ígneas del Jurásico que presentan meteorización con distintos grados de intensidad, según se localicen hacia la parte baja o alta del Macizo de Garzón y la Cordillera Central, lo cual implica generación de saprolito y regolito, éste último con alto potencial de generación de deslizamientos en alta pendiente en zonas húmedas. Las unidades geológicas de la zona se encuentran afectadas por fallas inversas con tendencia general NE como la Falla de Chusma que define el flanco oriental de la Cordillera Central y la Falla de Potrerillos que marca el borde occidental del Macizo de Garzón, así como la Falla de Algeciras con importante componente de rumbo en el mismo macizo.¹⁵

A continuación se hace una breve descripción de las unidades geológicas presentes en la zona de estudio, tomada de las Memorias Explicativas del Levantamiento Geológico en las Planchas 323-Neiva (Ferreira, et al, 1998) y 345-Campoalegre.¹⁶

¹⁵ FERREIRA. NÚÑEZ. RODRÍGUEZ. Op. Cit.

¹⁶ MORALES, C.; CAICEDO, J. C.; VELANDIA, F.; NÚÑEZ, A. 2001. Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 345 Campoalegre. Escala 1:100.000. Ingeominas, 11, 23, 61, 73 p. Bogotá

8.1 ESTRATIGRAFÍA

8.1.1 Precámbrico. En el precámbrico afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, así como, depósitos volcano-sedimentarios.

8.1.1.1 Complejo Aleluya (Pea): Las rocas que conforman el Complejo Aleluya dan topografía abrupta con escarpes muy inclinados; eventualmente se distingue paisaje kárstico. La unidad está compuesta de mármoles, metareniscas, cuarcitas y rocas ígneas que intruyen las rocas metamórficas sin relación ordenada que afloran al occidente de la zona. Los mármoles más comunes son de color blanco y gris, y los más escasos azul, verde, rosado y pardo. Se encuentran bien cristalizados, con tamaño de grano medio a grueso con predominio del último.

Las cuarcitas y metareniscas presentan color gris oscuro, con brillo rojizo, estratificadas en bancos potentes entre 3 y 5m de espesor.¹⁷

8.1.1.2 Grupo Garzón (Pégg), (Kroonenberg, 1982 en Morales et al, 2001): El Grupo Garzón aflora al este y sureste de la zona de estudio, en lo que geográfica y geológicamente se conoce con el nombre de Macizo de Garzón. Está constituido por rocas de medio a alto grado de metamorfismo, intruidas por cuerpos graníticos a granodioríticos. Las rocas migmatíticas se encuentran cortadas por diques dacíticos; además se presentan neises cuarzo feldespáticos y neises con biotita y granate; pórfidos dacíticos; granulitas; pegmatitas, anfibolitas con pirita masiva diseminada y granates.

8.1.2 Paleozoico. Las rocas se presentan sobre la Cordillera Oriental en la carretera Neiva-Caguán-Cerro Neiva.

¹⁷ FERREIRA, NÚÑEZ, RODRÍGUEZ. Op. Cit.

8.1.2.1 Lodolitas de Cerro Neiva (Pzcn), Ferreira et al, 1998: Esta unidad aflora en la parte suroriental de la Plancha 323-Neiva. La secuencia que se encuentra expuesta consta de aproximadamente 450 m de espesor. Constituida por intercalaciones de Lodolitas calcáreas, areniscas y calizas con leve metamorfismo de contacto, que aflora al suroeste de Neiva, en el cerro del mismo nombre. Las lodolitas de Cerro Neiva están afectadas por leve metamorfismo de contacto, que evidencia el contacto intrusivo con el Monzogranito de Algeciras.

8.1.3 Mesozoico. El mesozoico está conformado por rocas intrusivas del Jurásico, unidades volcano-sedimentarias del Triásico-Jurásico y sedimentarias del Cretácico que afloran en las Cordilleras Central y Oriental.

8.1.3.1 Formación Saldaña (Js), (Cediel et al., 1980,1981 en Ferreira et al, 1998): La unidad aflora en tres áreas de la zona de estudio. Hacia el noroeste presenta una gran extensión, hacia el centro y noreste. La Formación Saldaña esta intruida por el Batolito de Ibagué y el Monzogranito de Algeciras con desarrollo de leve metamorfismo de contacto. De otra parte, la Formación Caballos la cubre discordantemente. La litología de la Formación Saldaña es variada, predominan las rocas ígneas efusivas, especialmente piroclásticas, flujos de lava y algunos cuerpos hipoabisales. Presenta predominio de rocas piroclastitas indicando que el vulcanismo de la unidad fue, principalmente, de tipo explosivo que dio origen a depósitos volcánicos de diferente tipo.¹⁸

Se destacan tobas, como rocas piroclásticas, que cuando se meteorizan dan lugar a suelos caoliníticos de color blando. De otra parte cerca al puente Las Mariposas, en la vía San Luis Aipecito, esta roca presenta microfallas; el desplazamiento es de 5-8 cm. Los aglomerados volcánicos tienen un espesor mayor a 70 m. Las lavas presentan de moderada a alta meteorización, que se transforma en suelos arcillosos.

¹⁸ Bayona et al., 1994 en Ferreira et al, 1998

8.1.3.2 Monzogranito de Algeciras (Ja): Esta unidad aflora en la parte oriental de la zona de estudio.

Litológicamente está compuesta por roca monzogranítica con contenido de xenolitos de rocas granulíticas, y en menor proporción granodiorita con cristales de tamaño medio, granitos de feldespato alcalino y dioritas biotíticas. Así como, diorita biotítica fina, con textura holocristalina, inequigranular. En varias zonas se encuentra intensamente meteorizada, con desarrollo de suelos areno-arcillosos profundos. El Plutón intruye las Lodolitas paleozoicas y las rocas volcano-sedimentarias de la Formación Saldaña y contiene xenolitos de rocas granulíticas proterozoicas. Se encuentra en relación fallada con sedimentitas paleógenas y neógenas, y depósitos cuaternarios lo cubren discordantemente.¹⁹

8.1.3.3 Batolito de Ibagué (Ji): Esta unidad aflora en el sector occidental de la zona de estudio hacia el noroeste del municipio de Yaguará. Está constituida por rocas ígneas intrusivas que se encuentran entre moderada y completamente meteorizadas, y con desarrollo de suelo areno arcilloso muy deleznable. El Batolito de Ibagué intruye al Complejo Aleluya. Por el oriente se presenta en relación fallada de tipo inverso, con conglomerados de la Formación Tesalia. Las rocas más comunes son de color gris medio, ocasionalmente rosado por teñido con óxidos de hierro, faneríticas gruesas a medias, constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda y biotita; de composición variable entre monzogranito, cuarzomonzonita, cuarzomonzodiorita y granodiorita.²⁰

8.1.3.4 Cuarzomonzodiorita de Teruel (Jt): Esta unidad aflora al noreste del municipio de Teruel. La formación presenta composición cuarzomonzonítica a cuarzomonzodiorítica, es fanerítica de grano grueso, con cuarzo, feldespato potásico en menor proporción plagioclasa, hornblenda y biotita; además es

¹⁹ MORALES, CAICEDO, VELANDIA, NÚÑEZ. Op. Cit.

²⁰ FERREIRA, NÚÑEZ, RODRÍGUEZ, Op. Cit.

holocristalina, de color rosado a gris. La mayoría de las rocas presentan un alto grado de meteorización a nivel de regolito y saprolito, y de fracturamiento.²¹

8.1.3.5 Formación Caballos (Kc). (Beltrán & Gallo, 1968 en Ferreira et al, 2002): La unidad aflora hacia el noroccidente de la zona de estudio, comprendiendo la cuchilla de Upar; constituida por conglomerados y arenitas cuarzosas arcósicas, con estratificación cruzada; intercaladas con lodolitas, shales y láminas de arenita de grano fino; y en la vía Yaguará - Inspección de Betania; se presentan conglomerados y arenitas cuarzosas de grano fino intercaladas con pequeños niveles de shale grises, con intercalaciones de lodolitas silíceas.

8.1.3.6 Formación Hondita (Kh) (De porta, 1965 en Ferreira et al, 2002): La unidad aflora hacia la parte suroeste de la Plancha 323-Neiva y noroeste en la Plancha 345-Campoalegre. En la mayor parte del área cubierta, se encuentra plegada y fallada.

De base a techo está compuesta por 37 m de calizas negras lodosas que hacia el techo se vuelven arenosas; 15,4 m de lodolitas con lentes de arena de grano muy fino; 10 m de areniscas de cuarzo, de grano muy fino, con estratificación ondulosa no paralela y flaser, bioturbadas; los 93,6 m restantes están parcialmente cubiertos.²²

8.1.3.7 Formación Loma Gorda (KI), (De Porta, 1965 en Morales et al, 2001): Esta unidad aflora hacia la parte noroeste de la Plancha 345-Campoalegre y suroccidente en la Plancha 323-Neiva.

²¹ MORALES, CAICEDO, VELANDIA, NÚÑEZ. Op. Cit.

²² FERREIRA, NÚÑEZ, RODRÍGUEZ, Op. Cit.

Se encuentra constituida por lutitas, lodolitas silíceas y chert estratificados en capas delgadas a medias. La base de la unidad está caracterizada por presentar lodolitas calcáreas laminadas y algunas intercalaciones de calizas micríticas negras. También presentan shales con moderada resistencia a la meteorización.

8.1.3.8 Grupo Olini (Ko), (De Porta, 1965 en Morales et al, 2001): Este grupo aflora al oeste y noroeste de la zona de estudio. Se compone de dos niveles silíceos llamados Lidita Inferior y Lidita Superior, divididos por un nivel de lutitas. Definiendo una secuencia de lodolitas silíceas con foraminíferos, limolitas blancas grisáceas fuertemente resistentes a la meteorización, niveles de chert color crema en el tope y shales grises oscuros poco resistentes a la meteorización, intercalados con arenitas de grano fino a medio en la parte media de la secuencia.

8.1.3.9 Formación La Tabla (Kt), De Porta (1965) (Ferreira et al, 2002): La unidad aflora en la parte suroeste de la Plancha 323-Neiva continuando en la Plancha 345-Campoalegre y en la zona central de la primera.

Presenta 150 m de espesor donde hacia la base; está constituida por areniscas de grano fino a muy fino cuarzosas, bien cementadas, blancas, con laminación paralela de tono; estratificada en capas planas paralelas y en cuñas. En la parte media se observaron intercalaciones de limolitas y arcillolitas caoliniticas blancas, estratificados en capas delgadas, planas paralelas con algunas niveles fosfáticos. La parte superior se caracteriza por bancos potentes de areniscas blancas, cuarzosas a arcillosas, de grano fino a muy fino, afectadas por bioturbación y con icnofósiles bien preservados; ocasionalmente estas capas están separadas por láminas delgadas a medias de lodolitas carbonosas.

8.1.3.10 Formación Seca (KPgs) (De Porta, 1965 en Ferreria et al, 2002): La unidad aflora en la zona central de la Plancha 323-Neiva. Tiene aproximadamente tiene 400 m de espesor. En la parte inferior presenta predominio de arcillolitas y

limolitas rojizas con espesor estimado de 300 m, y hacia la parte superior se observan intercalaciones de areniscas y lodolitas rojizas, en capas hasta de 5 m de espesor, con contactos planos a levemente ondulados. Las areniscas son de grano fino a medio, granocreciente, color negro, compuestas de granos de chert y matriz arcillosa y con espesor aproximado de 100 a 150 m.

De igual modo, se extiende hacia el sur y oeste del campo petrolero Los Mangos, y hacia el norte del municipio de Yaguará. En la Plancha 345-Campoalegre se encuentra constituida por arenitas líticas, lentes de conglomerados con cantos de chert y rocas volcánicas. También se presentan intercalaciones de niveles de arcillolitas rojizas y moteadas.

8.1.4 Cenozoico. En el Cenozoico se presenta un predominio de rocas de origen sedimentario, con edades que varían entre el Paleógeno y el Cuaternario.

8.1.4.1 Grupo Chicoral – Grupo Gualanday (Beltrán & Gallo, 1968 en Ferreira et al, 1998): El grupo está constituido por tres formaciones denominadas, de base a tope, Palermo, Baché y Tesalia. Aflora en casi toda la franja occidental de la zona de estudio, contemplando la Plancha 323-Neiva y 345-Campoalegre. Presenta pendientes pronunciadas y cimas mamelonares.

Constituida por unidades conglomeráticas y lodosa arenosa. Los contactos entre las formaciones Palermo, Baché y Tesalia son netos a transicionales y están marcados por cambios bruscos en litología y morfología, lo que implica cambios en los regímenes de sedimentación.

8.1.4.2 Formación Palermo (Pgp): La unidad aflora en la parte occidental y oriental en la Plancha 323-Neiva; y hacia el oeste en la Plancha 345-Campoalegre. Constituida por conglomerados de chert pardo, rojo, negro y líticos

sedimentarios, dispuestos en capas muy gruesas, en cuña y lenticular. En la base arenisca de grano muy grueso a muy fino con estratificación cruzada.²³

8.1.4.3 Formación Bache (Pgb): La unidad aflora en la parte occidental de la zona de estudio, al noroeste de Yaguará por donde fluye el río Tuné. Comprende 505 m de espesor y está constituida por intercalaciones de lodolitas rojizas predominantemente y conglomerados en capas muy gruesas. Las lodolitas poseen laminación muy delgada no paralela, con lentes conglomeráticos, algunos con límites poco definidos o transicionales y otros a manera de lentes muy definidos en forma de pequeños canales.²⁴

8.1.4.4 Formación Tesalia (Pgt): La unidad aflora en la parte occidental de la Plancha 323 continuando en la Plancha 345. Constituida por conglomerados de chert negro, pardo y cuarzo pero predominan líticos de tobas antiguos y rocas intrusivas en capas muy gruesas, estratificación lenticular. Algunas capas presentan estratificación grada normal hasta areniscas de grano medio, cuarzosas, con minerales pesados y matriz arcillosa.²⁵

8.1.4.5 Formación Potrerillo (Pgpo): La formación aflora sobre la parte occidental de la zona de estudio comprendiendo las planchas 323 y 345. Constituida por un predominio de lodolitas de color rojizo y violáceo, y arcillolitas. También se presenta una alternancia de areniscas grises, rojas y amarillas de grano fino a ligeramente conglomerático, con gradación normal, conglomerados bien cementados, constituidos por guijos finos y medios.²⁶

²³ Ibid

²⁴ Ibid

²⁵ MORALES, CAICEDO, VELANDIA, NÚÑEZ, Op. Cit.

²⁶ FERREIRA, NÚÑEZ, RODRÍGUEZ, Op. Cit.

8.1.4.6 Formación Doima (Pgd): La formación aflora hacia el costado occidental de la zona de estudio, comprendiendo las planchas que la constituyen. Comprende un espesor aproximadamente de 170 m y está constituida por conglomerados masivos con lentes arenosos irregulares. Los conglomerados tienen cantos entre 1 y 5 cm de diámetro, de chert pardo y negro, cuarzo y líticos, con predominio del cuarzo y del chert negro; la matriz es arenosa sublítica.²⁷

8.1.4.7 Formación Tuné (Ngt): Esta unidad fue mencionada por Stirton (1953) en Ferreira et al, 1998, quien la describe como una secuencia de capas rojas predominantes que contienen restos fósiles de invertebrados y vertebrados. Aflora en la parte noroccidental de la Plancha 323-Neiva. Está compuesta por lodolitas rojizas con laminación muy delgada no paralela, con algunos niveles de carbón y zonas ricas en materia orgánica. Presenta intercalaciones de areniscas de grano muy fino, arcillosas de color rojizo. El espesor de la formación estimado es 100 m.

8.1.4.8 Grupo Honda (Ngh): El grupo aflora desde la parte central hacia la parte occidental con dirección N-S la zona de estudio. Compuesta litológicamente por una frecuente intercalación de capas de 3 a 6 m de espesor de areniscas de color gris verdoso con estratificación cruzada y arcillolitas de color gris, verde y rojo con lentes delgados de conglomerados de color pardo con oxidación.²⁸

8.1.4.9 Formación Neiva (Ngn): Esta unidad aflora al nororiente de la Plancha 323-Neiva. Está compuesta, de base a techo, por conglomerados con cantos y bloqueados hasta de 10 cm de diámetro, clastosoportados, de rocas extrusivas y metamórficas, con intercalaciones menores de areniscas conglomeráticas y subordinadamente lodolitas. Las areniscas son arcósicas y líticas, estas últimas

²⁷ Ibid

²⁸ Ibid

volcánicas. Los conglomerados y areniscas conglomeráticas son masivos con superficies internas de erosión²⁹

8.1.4.10 Formación Gigante (NgQg): La formación Gigante en la Plancha 323-Nieva aflora hacia la parte centro oriental continuando en la Plancha 345-Campoalegre con tendencia occidental.

En su litología se pueden diferenciar, a grandes rasgos, tres niveles; en la parte inferior predominan areniscas tobáceas que pueden alcanzar 60 m de espesor; encima siguen capas tobáceas de grano fino y cenizas volcánicas de unos 80 m de espesor, y en la parte superior afloran tobas y areniscas tobáceas con morfología tabular, casi siempre subhorizontales, de unos 120 m de espesor. Las areniscas tobáceas son generalmente blancas a grises, de granos finos a muy finos, muy livianas constituidas principalmente por plagioclasa y fragmentos de pumitas. Las lodolitas son blancas y grisáceas, y algunas veces se encuentran dentro de ellas restos de madera fosilizada.³⁰

Así mismo, en la Plancha 345 dichas areniscas están intercaladas por arcillolitas, con niveles de piroclastitas y epiclastitas; hacia la base se presentan capas muy gruesas de gravas polimícticas, constituidas por cantos y bloques de rocas volcánicas de la Formación Saldaña y de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, redondeados a subredondeados y algunas capas lenticulares de arenitas conglomeráticas³¹

8.1.4.11 Sedimentos de Fortalecillas (NgQf), (Ferreira et al, 2002): Esta unidad aflora al este y sureste del corregimiento Fortalecillas. La unidad está situada paraconformemente sobre la Formación Gigante a manera de cubierta dispuesta

²⁹ FERREIRA, P., NÚÑEZ, A., RODRÍGUEZ, M. 2002. Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. Ingeominas, 11, 25, 67, 68, 85, 86, 87 p. Bogotá.

³⁰ Ibid

³¹ MORALES, CAICEDO, VELANDIA, NÚÑEZ. Op. Cit.

horizontalmente. Se diferencia de la Formación Gigante por el mayor contenido de fragmentos de rocas volcánicas, especialmente pumitas. Esta secuencia se caracteriza por presentar depósitos de arenas y gravas con alto contenido de pumita, de tamaño de grano arena gruesa a conglomerática medio y redondeado; niveles de ceniza y niveles laháricos o flujos de escombros,

Los sedimentos de Fortalecillas constituyen cerros bajos, aislados y separados, que son relictos de una cubierta que fue erodada fácilmente, debido a la escala compactación y cementación de los depósitos que la constituyen.

8.1.5 Depósitos Cuaternarios. En el área que ocupa la Plancha 323-Neiva se definen arios depósitos cuaternarios de composición sedimentaria, de origen fluvial a fluviotorrencial y por efecto de la gravedad.³²

Las acumulaciones cuaternarias de la Plancha 345- Campoalegre son extensas; algunas están medianamente consolidadas; otras aún están en período de formación. Son originadas por la acción de los principales ríos y quebradas que drenan la zona.³³

8.1.5.1 Abanicos antiguos (Qaal) (Morales et al 2001): Ferreira et al, 1998 los define como terrazas o remanentes relativamente altos y con notable disección, que de acuerdo a su grado Morales et al, 2001 dividen la unidad en Qaa1, Qaa2 y Qaa3, nombrados en la Plancha 345-Campoalegre, serán descritos más adelante. Se localiza en el sector oriental de la Plancha 323-Neiva. Tratándose de una serie de abanicos coalescentes que se han interdigitado, cuando los más nuevos han cubierto los remanentes de los más antiguos.

³² FERREIRA, NÚÑEZ, RODRÍGUEZ, 2002. Op. Cit.

³³ MORALES, CAICEDO, VELANDIA, NÚÑEZ. Op. Cit.

Los materiales que conforman estos abanicos son depósitos caóticos de origen fluvio torrencial, que consta de fragmentos y bloques subredondeados a subangulares clasto soportados y matriz soportados, de rocas metamórficas, y en menor proporción, ígneas intrusivas de las unidades litológicas expuestas en la Cordillera Oriental, eventualmente bloques de la Formación Saldaña y de las unidades sedimentarias cretácicas y paleógenas

Los depósitos están clasificados en tres niveles de acuerdo con su grado de disección. El nivel Qaa1 son los depósitos más antiguos, localizados al sur y noreste de El Hobo; el nivel Qaa2 se distribuye desde Puerto Seco hasta el norte de El Hobo. El nivel Qaa3 cubre desde el sur de Campoalegre hasta Rivera en el límite norte de la plancha.

8.1.5.2 Depósitos Fluviolacustres (Qfl): Estos depósitos se ubican en áreas montañosas de la Cordillera Oriental y en las partes altas del valle del río.

Los materiales que componen los depósitos fluviolacustres evidencian la ocurrencia sucesiva de episodios de flujos de escombros que pueden variar hasta hiperconcentrados (niveles delgados de arcillas).³⁴

8.1.5.3 Depósitos Coluviales (Qc): Morales et al (2001), describe esta unidad que aflora en el río Neiva entre Algeciras y Campoalegre donde las coladas de lodo interactúan con los coluviones, produciendo continuas alteraciones en la estabilidad de la zona mencionada.

Ferreira et al (1998), los denomina depósitos de pendientes, conformados por gravas y grandes bloques de areniscas, hasta de 15 m, derivados del Grupo Olini y la Formación Tabla; así como, se identifican arcillolitas y calizas de las Formaciones Seca y Hondita, respectivamente. Se caracterizan por presentar

³⁴ Velandia, 1995 y Moreno, 1989 en morales et al, 2001

matriz arcillosa proveniente de los sedimentos que conforman las formaciones Seca y Loma Gorda. También es común encontrar grandes bloques sueltos sin matriz. Presentes en el piedemonte del filo Cerro Chiquito.

8.1.5.4 Terrazas recientes (Qt): Ferreira et al (2002), las describe como gravas y arenas sueltas, constituidas por fragmentos de arenas tobáceas y cantos redondeados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias traídos y depositados en estos ríos. Localmente hacia la parte superior de dichos niveles, se presentan sedimentos finogranulares, arcillas y limos hasta de un metro de espesor, que representan depósitos de inundación; aflorando en cercanías de los cauces de los ríos Baché, Aipe y Magdalena.

Morales et al, describe una secuencia de arenitas arcillosas pumíticas desde finas a gruesas con intercalaciones de aglomerados con cantos compuestos de vulcanitas, plutónicas, cuarzo, calizas, arenitas de grano fino a medio y otros. Se les asume como acumulaciones de los ríos Magdalena, Yaguará y Pedernal, a partir de la erosión de materiales volcánicos presentes en los abanicos antiguos. Estos afloran sobre las márgenes de dichos ríos; principalmente sobre el Yaguará.

8.1.5.5 Abanicos Recientes (Qar): Se presentan en una amplia distribución en la Plancha 345-Campoalegre. El abanico principal se da por el río Neiva en su salida hacia el valle del río Magdalena al sur de Campoalegre. También hay pequeños abanicos que se desprenden de la contrapendiente de la cuchilla de Upar.

Su composición varía dependiendo de su ubicación; se presentan cantos de rocas ígneas y metamórficas, bloques de la Formación Saldaña y algunas rocas del Cretácico y Paleógeno.³⁵

³⁵ VELANDIA, F.; MORALES, C.; CAICEDO, J.; NÚÑEZ, A. 1999. Geología de la Plancha 345 Campoalegre. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá

8.1.5.6 Depósitos Aluviales (Qal): Depósitos aluviales que comprenden los sedimentos actuales transportados como material de arrastre y las terrazas más bajas asociadas a las corrientes principales de la Plancha 345, como son los ríos Magdalena, Neiva, Blanco, Yaguará, Pedernal, Tuné y las quebradas Las Vueltas, La Boa, El Piñal, El Medio, Caraguaja, El Hobo, El Hobito y El Pescador. Estos depósitos y materiales fluviales varían en granulometría y composición, de acuerdo con la dinámica de la corriente y las unidades geológicas que drenan.³⁶

8.1.6 Geología estructural. La zona de estudio se encuentra localizada en la parte norte de la subcuenca de Neiva del Valle Superior del Magdalena; dicho valle corresponde a una depresión de origen estructural de edad Neógeno, relacionada con el levantamiento de las cordilleras Central y Oriental, generado por la acción de fuerzas compresivas que actuaron en dos fases principales ocurridas durante el Oligoceno y Mioceno – Cuaternario.³⁷

El Límite con la Cordillera Central está dado por el Sistema de Fallas de Chusma en la Plancha 323-Neiva; que corresponde a una serie de fallas apiladas que originan el cinturón de deformación con vergencia oriental registrado en la parte central del área y, por la Falla de La Plata en la Plancha 345-Campoalegre asociada a la anteriormente nombrada. Separa las rocas ígneas del Batolito de Ibagué y origina el cabalgamiento de las rocas cristalinas de la región tectónica sobre las sedimentitas del valle del río Magdalena³⁸

El límite con la Cordillera Oriental está definido por fallas con vergencia occidental, asociadas al Sistema de Fallas Garzón-Suaza en la Plancha 323-Neiva y por el

³⁶ MORALES, CAICEDOVELANDIA, NÚÑEZ, Op. Cit.

³⁷ FERREIRA, NÚÑEZ, RODRÍGUEZ, Op. Cit.

³⁸ MORALES, CAICEDO, VELANDIA, NÚÑEZ, Op. Cit.

Sistema de Fallas de Potrerillos prolongándose hacia el norte que divide las rocas duras del Monzogranito del Algeciras de las rocas sedimentarias del valle de los ríos Neiva y Magdalena y, la Falla de Algeciras que limita con la parte occidental del Macizo de Garzón, con desarrollo de zonas de cataclasis y cizallamiento en la Plancha 345-Campoalegre.

La parte norte de la zona presenta un denso plegamiento de anticlinales y sinclinales; entre los que se destacan por sus dimensiones, los anticlinales de La Guagua, El Indio, San Francisco, Dina, Palogrande y San Antonio y los sinclinales, de Bache, Nazaret y Guacirco, derivado de la acción de esfuerzos compresivos y extensivos, que actuaron desde el Oligoceno y más ampliamente durante el Mioceno tardío. Este plegamiento presenta una vergencia hacia el oriente.

Dichas estructuras ayudan a definir algunas de las geoformas presentes en la zona de estudio.

9. MORFODINAMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

En el área de estudio comprendida por las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre, los movimientos en masa que predominan son deslizamientos traslacionales, deslizamientos rotacionales y caída de rocas y detritos, en menor proporción flujos de tierra.

Para la Plancha 323-Neiva se registraron 36 movimientos y 18 para la Plancha 345-Campoalegre, para un total de 54 movimientos en masa.

Se presenta una alta densidad de concentración hacia la parte noroeste en las vías Palermo–San Luis y Palermo-Santa María, y hacia la parte suroeste sobre una vía secundaria que comunica los municipios de Hobo y Gigante y las vías principales Hobo-Gigante y Algeciras-Gigante.

A continuación se hace una descripción más detallada de las zonas con más desarrollo de movimientos, interpretando de igual manera la magnitud de la amenaza; de otra manera se nombran algunos de los cuales presentan grandes dimensiones de morfometría.

9.1 DESCRIPCIÓN POR SECTORES

- Zona noroeste

La zona noroeste presenta amenaza media a alta por movimientos en masa siendo la de mayor predominio de movimientos en masa.

Sobre la vía que del municipio de Palermo (Huila) se comunica con el corregimiento de San Luis (Huila), en las Veredas de El Piñuelo, Sector Versalles, Vereda Piravante, Vereda Aleluyas; y el municipio de Planadas (Tolima) en las

veredas de El Dorado, El Jordán, La Lindosa, predominan deslizamientos traslacionales (ver Figura 21) y caída de rocas y detritos (ver Figuras 22 y 23) y flujos de tierra. Lo anterior evidencia la alta inestabilidad del terreno, debido a alta meteorización de los cuerpos ígneos pertenecientes al Batolito de Ibagué, las rocas volcanosedimentarias de la Formación Saldaña y baja compactación de los Depósitos Cuaternarios Aluviales; así como, alta intensidad de las lluvias como factor detonante, principalmente en época invernal y contribuyente como erosión pluvial, la deforestación y ausencia de vegetación. Esto genera un alto riesgo para la comunidad que se encuentra en la zona ya que estos movimientos se dan sobre la carretera y es altamente transitable por pasajeros y transporte de carga.

Sobre la vía que del municipio de Palermo (Huila) conduce al municipio de Santa María (Huila), en las veredas Mesitas, La Esperanza, la vía alterna que comunica el sector La Esperanza con el casco urbano del municipio de Palermo en la vereda Fátima y Las Moyitas y la vía que comunica a Neiva con el municipio de Palermo, predominan deslizamientos traslacionales, flujos de tierra y de detritos. Dichos movimientos se encuentran constituidos por materiales y suelo residual de las Formaciones Olini, Doima y el Batolito de Ibagué, que han sido afectados por meteorización física por épocas de alta intensidad de lluvia.

En general la densidad de movimientos es baja, lo que indica, alta estabilidad del área, y baja susceptibilidad a movimientos en masa.

Figura 21. Deslizamiento traslacional ubicado en la vereda La Lindosa, Sector: El Espejo.; vía alterna que comunica al Cgto. San Luis (Huila) con el municipio de Planadas (Tolima).



Figura 22. Caída de rocas ubicado en el margen derecho de la carretera que comunica el municipio de Palermo con el Corregimiento de San Luis.



Figura 23. Caída de rocas ubicado en el margen izquierdo de la carretera que comunica el municipio de Palermo con el Corregimiento de San Luis en la Vda. El Piñuelo.



- Zona suroeste

La zona suroeste entre las vías principales Hobo-Gigante y Algeciras-Gigante, y la vía secundaria Hobo-Gigante, presenta 13 movimientos en masa de tipo caída y deslizamiento; predominando caídas de detritos y deslizamientos traslacionales, como subtipos. El Monzogranito de Algeciras es la unidad litológica que presenta moderada a alta meteorización, donde se han generado la mayor cantidad de movimientos

En la carretera secundaria que comunica los municipios de Gigante y Hobo, se presenta un deslizamiento traslacional reactivado, único y avanzado. Se observa en la Figura 24.

Del mismo modo, sobre la vía que comunica a Palermo con el municipio de Teruel se presenta una caída de detritos de estado reactivado, estilo único y distribución avanzada (ver Figura 25).

En la vereda La Paz se presenta un flujo de detritos identificado por la inclinación de los postes de energía. El estado del movimiento es reactivado, de estilo único y se distribuye en una sola dirección (avanzado).

Con base en lo anterior, la zona es morfodinámicamente inestable; por causa principal de la alteración de los materiales, principalmente por meteorización física en épocas de alta intensidad de lluvia. Por consiguiente, se determina alta importancia de amenaza por movimientos en masa.

La Tabla 10 muestra los 54 movimientos registrados con sus principales características, como localización, subtipo de movimiento, actividad del movimiento y causas del movimiento.

En los Anexos A y B se muestran los mapas morfodinámicos para cada una de las planchas.

Figura 24. Deslizamiento traslacional ubicado sobre la vía secundaria Gigante – Hobo.



Figura 25. Caída de detritos observado en el margen derecho de la vía Palermo-Teruel.

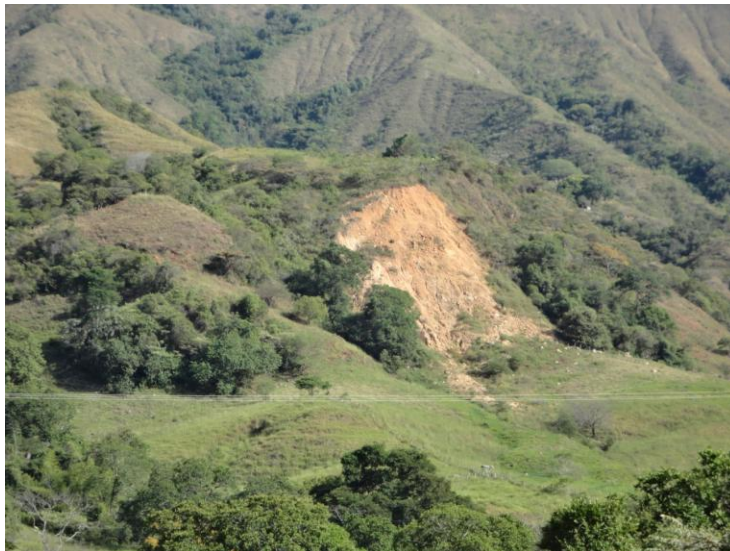


Tabla 10. Características de los movimientos registrados en la zona de estudio.

z	COORDENADAS			SUBTIPO DE MOVIMIENTO	ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION	CAUSAS		
	X	Y	Z					INHERENTES	DETONANTES	CONTRIBUYENTES
PLANCHAS 323 - NEIVA	877281	877281	603	Deslizamiento en cuña	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Socavación para del talud por corriente de agua	Erosión Fluvial
	877164	817041	602	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Socavación para del talud por corriente de agua	Erosión Fluvial
	877261	816425	623	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Ensanchado	Material Meteorizado Físicamente	Socavación para del talud por corriente de agua	Erosión Fluvial
	879354	814741	712	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Compuesto	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	875215	821754	573	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Múltiple	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Deforestación o ausencia de vegetación
	874594	821621	551	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Ensanchado	Material Meteorizado Físicamente	Socavación para del talud por corriente de agua	Erosión Pluvial
	874817	808181	741	Deslizamiento rotacional	Activo	Único	Avanzado	Material Colapsible	Lluvias	Erosión Pluvial
	878706	806332	1248	Flujo de detritos	Activo	Complejo	Avanzado	Material Colapsible	Lluvias	Erosión Pluvial
	878778	806633	1219	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Complejo	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	871039	812082	604	Deslizamiento traslacional	Activo	Complejo	Avanzado	Material Colapsible	Lluvias	Erosión Pluvial
	871046	812173	573	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Creciente	Material Colapsible	Lluvias	Erosión Pluvial
	874299	800744	1302	Deslizamiento traslacional	Activo	Complejo	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
868660	815440	505	Deslizamiento	Activo	Compuesto	Creciente	Material	Lluvias	Erosión Pluvial	

z	COORDENADAS			SUBTIPO DE MOVIMIENTO	ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION	CAUSAS		
	X	Y	Z					INHERENTES	DETONANTES	CONTRIBUYENTES
				traslacional				Meteorizado Físicamente		
	868890	815509	528	Deslizamiento rotacional	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	868996	815628	549	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	862238	819751	453	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	868725	819417	539	Deslizamiento rotacional	Activo	Compuesto	Creciente	Material Sensible	Lluvias	Erosión Pluvial
	868939	821564	493	Deslizamiento rotacional	Activo	Complejo	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	lluvias	Deforestación o ausencia de vegetación
	854706	811368	617ac	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	843763	823871	1159	Deslizamiento traslacional	Activo	Múltiple	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	843989	823477	1186	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	843649	822704	1153	Deslizamiento traslacional	Activo	Complejo	Ensanchado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	843641	821486	1078	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	843312	821145	1109	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	837744	823713	1992	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	841312	822969	1583	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	lluvias	Erosión Pluvial

z	COORDENADAS			SUBTIPO DE MOVIMIENTO	ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION	CAUSAS		
	X	Y	Z					INHERENTES	DETONANTES	CONTRIBUYENTES
	840689	822461	1364	Deslizamiento traslacional	Activo	Complejo	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Socavación pata de talud por corriente de agua
	837181	817431	1072	Deslizamiento traslacional	Activo	Compuesto	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	840259	816773	896	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Compuesto	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	839173	813467	1026	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Compuesto	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	838823	807412	829	Deslizamiento en cuña	Reactivo	Compuesto	Retrogresivo	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	844470	827385	1321	Caída de roca	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	844209	824762	1210	Deslizamiento traslacional	Activo	Sucesivo	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	842996	818952	889	Caída de roca	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	
	843615	818966	790	Caída de roca	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	
	844464	819381	718	Caída de roca	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
PLANCHAS 345 - CAMPOALEGRE	869139	777534	1430	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	869326	777405	1403	Deslizamiento traslacional	Activo	Múltiple	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	853038	761710	1394	Caída de detritos	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial

z	COORDENADAS			SUBTIPO DE MOVIMIENTO	ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION	CAUSAS		
	X	Y	Z					INHERENTES	DETONANTES	CONTRIBUYENTES
	849544	771149	1381	Caída de detritos	Activo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	859890	772241	878	Deslizamiento traslacional	Activo	Complejo	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	856429	775412	721	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Socavación pata de talud por corriente de agua
	848803	769566	1385	Deslizamiento rotacional	Activo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	848934	769225	1429	Deslizamiento rotacional	Activo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	847684	767565	1405	Deslizamiento rotacional	Reactivo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	847946	770873	964	Caída de detritos	Reactivo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	847613	770886	944	Deslizamiento traslacional	Activo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Socavación pata de talud por corriente de agua
	841677	792106	641	Flujo de detritos	Reactivo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	838095	797246	850	Caída de detritos	Reactivo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	838055	771571	828	Deslizamiento rotacional	Reactivo	Único	Ensanchado	Material Sensible	Lluvias	Erosión Pluvial
	838153	762035	881	Deslizamiento en cuña	Reactivo	Único	Creciente	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Socavación pata de talud por corriente de agua
	844579	760001	1599	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial
	843581	765302	974	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Único	Avanzado	Material Meteorizado	Lluvias	Erosión Pluvial

z	COORDENADAS			SUBTIPO DE MOVIMIENTO	ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION	CAUSAS		
	X	Y	Z					INHERENTES	DETONANTES	CONTRIBUYENTES
								Físicamente		
	845178	765722	1063	Deslizamiento traslacional	Reactivo	Único	Avanzado	Material Meteorizado Físicamente	Lluvias	Erosión Pluvial

9.2 INDICADORES ESTADÍSTICOS

A continuación se muestra las estadísticas de los mecanismos predominantes de los movimientos en masa inventariados para los 54 movimientos registrados en la zona de estudio (Planchas 323 y 345).

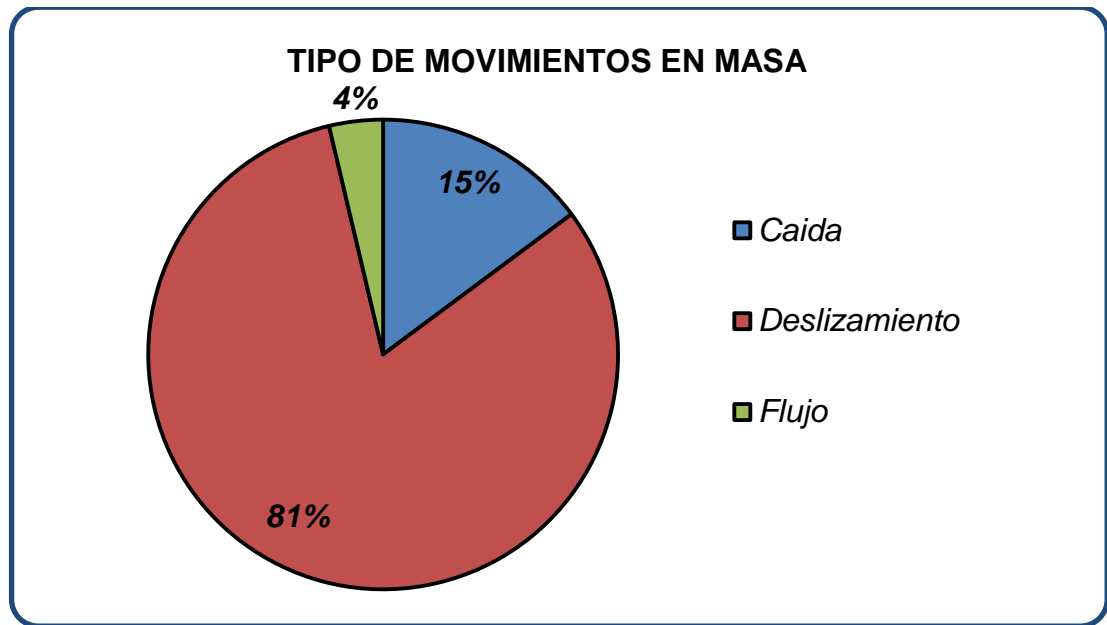
9.3 CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO

El deslizamiento fue el tipo de movimiento que más prevaleció en la zona de estudio, con un 81,48%; y estuvo uniformemente distribuido se destaca el tipo, deslizamiento traslacional (ver Tabla 11 y Figura 26).

Tabla 11. Clasificación del movimiento.

TIPO DE MOVIMIENTO EN MASA	PORCENTAJE (%)
Caída	14,81%
Deslizamiento	81,48%
Flujo	3,70%

Figura 26. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su tipo o mecanismo.



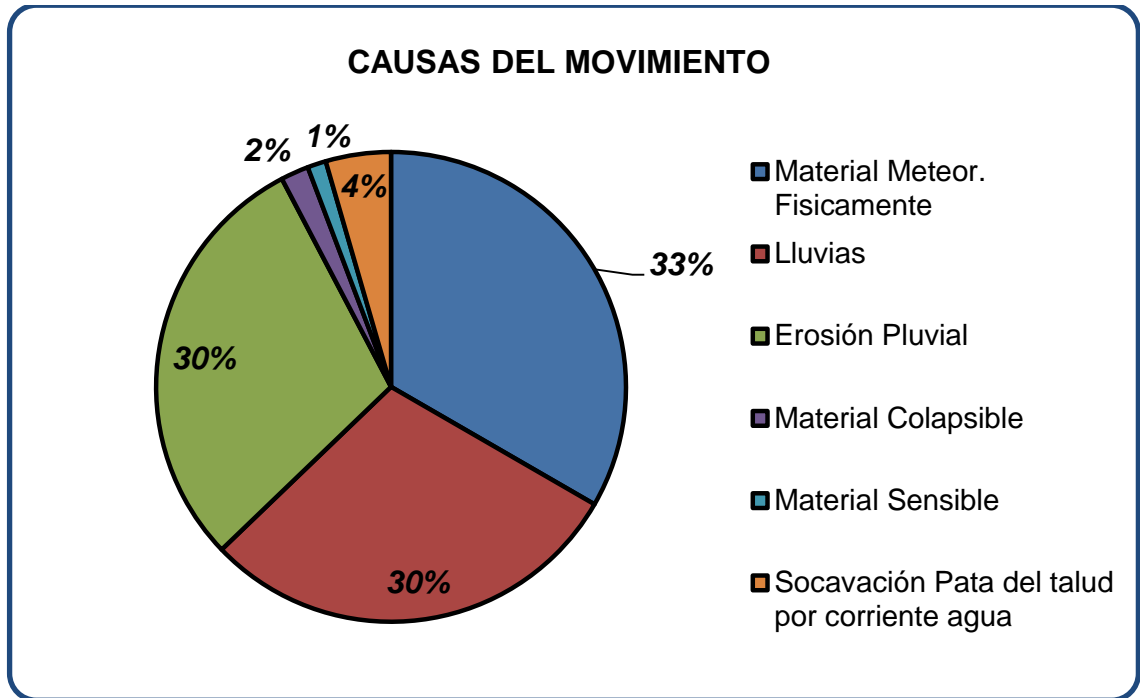
9.4 CAUSAS DEL MOVIMIENTO.

El agente predominante a la generación de movimientos fue el material meteorizado físicamente, seguido por el material colapsible y las lluvias (ver Tabla 12 y Figura 27), lo anterior está muy relacionado a la época invernal.

Tabla 12. Causas del movimiento.

CAUSAS DEL MOVIMIENTO	PORCENTAJE (%)
Material Meteor. Físicamente	33,33%
Lluvias	29,49%
Erosión Pluvial	29,49%
Material Colapsible	1,92%
Material Sensible	1,28%
Socavación Pata del talud por corriente agua	4,49%

Figura 27. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según sus causas.



9.5 FORMACIÓN GEOLÓGICA

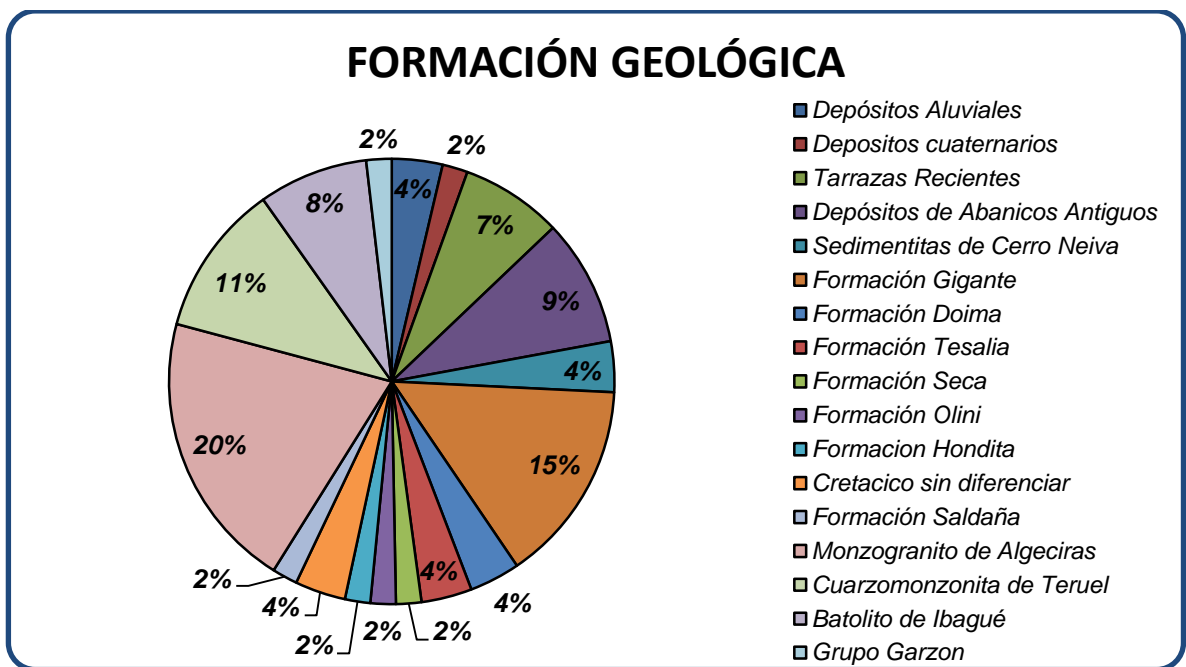
La unidad geológica que estuvo más involucrada con los movimientos en masa fue la unidad Monzogranito de Algeciras (ve Tabla 13 y Figura 28); primero porque abarca gran parte de la zona y segundo porque está altamente meteorizada.

Tabla 13. Tabla porcentual de las unidades geológicas asociadas a los movimientos en masa.

FORMACIÓN GEOLÓGICA	PORCENTAJE
Depósitos Aluviales	3,70%
Depositos cuaternarios	1,85%
Tarrazas Recientes	7,41%
Depósitos de Abanicos Antiguos	9,26%
Sedimentitas de Cerro Neiva	3,70%
Formación Gigante	14,81%

FORMACIÓN GEOLÓGICA	PORCENTAJE
Formación Doima	3,70%
Formación Tesalia	3,70%
Formación Seca	1,85%
Formación Olini	1,85%
Formacion Hondita	1,85%
Cretacico sin diferenciar	3,70%
Formación Saldaña	1,85%
Monzogranito de Algeciras	20,37%
Cuarzomonzonita de Teruel	11,11%
Batolito de Ibagué	8,00%
Grupo Garzon	1,85%

Figura 28. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según su unidad geológica



10. GEOMORFOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio (Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre) se caracteriza por presentar geoformas asociadas a cinco ambientes geomorfológicos - geoformas de origen denudativo distribuidas hacia el noroeste y sureste, siendo la Sierra denudada (Dsd), Sierra residual (Dsr) y Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo) asociadas a rocas del Paleozoico y Jurásico - geoformas de origen morfoestructural definidas por la importante influencia tectónica, con predominio de espolones y espolones faceteados - geoformas de origen fluvial y lagunar asociadas a la extensa red hídrica que recorre la zona, resaltando la unidad abanico fluviotorrencial - geoformas de origen volcánico, asociadas a material volcánico presente en depósitos cuaternarios, con presencia de dos unidades y - geoformas de origen antropogénico, relacionadas principalmente por la ejecución de la mano del hombre, como el Embalse de Betania.

Los anexos C y D contienen los mapas geomorfológicos de las planchas anteriormente nombradas, respectivamente.

El porcentaje de distribución de las geoformas por ambiente comprende un área de 1099,48 Km² y 31,12 % para las geoformas de origen denudacional, 1413,63Km² y 40,01% para las geoformas de origen estructural, 924,24 Km² y 26,16% para las geoformas de origen fluvial 35,04 Km² y 1,72% para las unidades de origen volcánico y 60,93 Km² y 1,32% para unidades antropogénicas.

En la Tabla 14 se muestra el porcentaje y el área de todas las unidades geomorfológicas presentes en los tres ambientes.

Tabla 14. Área y porcentaje de las unidades geomorfológicas presentes en los cinco ambientes.

AMBIENTE	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	CÓDIGO	ÁREA (Km2)	PORCENTAJE (%)
AMBIENTE DENUDECACIONAL	Cerro remanente o relicto	Dcrem	1,39	0,04
	Cerro residual	Dcrs	0,70	0,02
	Colina remanente disectada	Dcred	41,89	1,19
	Colina remanente muy disectada	Dcremd	8,50	0,24
	Cono flujo de detritos	Dfe	1,75	0,05
	Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional	Ddtr	2,88	0,08
	Cono o lóbulo coluvial y de soliflucción	Dco	44,73	1,27
	Cono o lóbulo de flujo de detritos	Dlfd	2,75	0,08
	Escarpe de erosión mayor	Deem	13,47	0,38
	Glacis	Dg	18,52	0,52
	Loma denudada	Dld	6,64	0,19
	Loma residual	Dlor	40,42	1,14
	Lomeríos indiferenciados	DI	60,83	1,72
	Lomeríos disectados	Dldi	3,09	0,09
	Montículo y ondulaciones denudacionales	Dmo	218,50	6,18
	Pedimentos de acumulación	Dpa	18,37	0,52
	Pedimentos de erosión	Dpe	3,28	0,09
	Planicie colinada denudada	Dpcd	172,50	4,88
	Sierra denudada	Dsd	403,37	11,42
	Sierra residual	Dsr	22,18	0,63
Superficie de erosión o aplanamiento	Dsa	13,73	0,39	
AMBIENTE MORFOESTRUCTURAL	Barra homoclinal	Sbh	33,19	0,94
	Cerro estructural	Sce	3,68	0,10
	Escarpe de línea de falla	Slfe	103,04	2,92
	Espolón	Ses	203,58	5,76
	Espolón facetado	Sefc	156,99	4,44
	Espolón festoneado	Sefes	44,31	1,25

AMBIENTE	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	CÓDIGO	ÁREA (Km2)	PORCENTAJE (%)	
	Faceta triangular	Sft	13,27	0,38	
	Ladera de contrapendiente de cuesta	Sclc	148,10	4,19	
	Ladera de contrapendiente de espinazo	Selc	43,28	1,22	
	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Sshlc	95,21	2,69	
	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal	Ssslc	16,54	0,47	
	Ladera Erosiva	Del	50,86	1,44	
	Ladera escalonada	Sles	35,44	1,00	
	Ladera estructural cuesta	Scle	142,21	4,02	
	Ladera estructural de espinazo	Sele	7,49	0,21	
	Ladera estructural de sierra anticlinal	Ssale	64,21	1,82	
	Ladera estructural de sierra homoclinal	Sshle	42,71	1,21	
	Ladera estructural de sierra sinclinal	Sssle	21,89	0,62	
	Lomo de falla	Slf	30,40	0,86	
	Sierra anticlinal	Ssan	0,27	0,01	
	Sierra homoclinal	Ssh	3,28	0,09	
	Sierras anticlinales	Ssan	74,98	2,12	
	Sierras y lomos de presión	Sslp	59,57	1,69	
	Gancho de flexión	Sgf	19,14	0,54	
	AMBIENTE FLUVIAL - LAGUNAR	Abanico fluvio-torrencial	Faa	522,98	14,80
		Barra compuesta	Fbc	5,34	0,15
Barra longitudinal		Fbl	1,79	0,05	
Cauce aluvial		Fca	26,22	0,74	
Cono de deyección		Fcdy	2,32	0,07	
Plano o llanura de inundación		Fpi	194,62	5,51	
Terraza de acumulación		Fta	87,89	2,49	
Planicie aluvial confinada		Fpac	14,63	0,41	
Terraza de acumulación antigua		Ftan	65,59	1,86	
Terraza de erosión		Fte	2,88	0,08	

AMBIENTE	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	CÓDIGO	ÁREA (Km2)	PORCENTAJE (%)
AMBIENTE VOLCANICO	Cono Lahárico	Vcl	3,71	0,11
	Flujo lahárico aterrazado	Vfla	31,33	0,89
			35,04	0,99
AMBIENTE ANTROPOGÉNICO	Embalse	Aemb	60,44	1,71
	Presa	Ap	0,49	0,01
	TOTAL		3533,33	100

10.1 GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL

Se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas preexistentes y además crean nuevas por acumulación de sedimentos.

10.1.1 Cerro remanente o relicto (Dcrem). Prominencia topográfica de morfología colinada a alomada que sobresale de la topografía circundante de cimas agudas a redondeadas (ver Figura 29), con laderas de longitud corta, con pendiente muy inclinadas y planas a suaves, y forma irregular, con presencia de un solo drenaje que desemboca en el río Guaroco.

Esta unidad es bastante estable por lo cual no se observó movimientos en masa. Se encuentra en el extremo noreste de la zona de estudio continuando al este en la Plancha 324-Tello y al norte en la Plancha 302-Aipe; además atraviesa una parte del río Guaroco. Presenta intensidad de erosión moderada a alta ya que es

esta sobre parte la parte más árida de la zona de estudio en cercanías al desierto de La Tatacoa. Se desarrolla sobre rocas de la Formación Neiva compuesta por gravas, arenas y arcillas. Laderas cubiertas principalmente de bosque, vegetación herbácea, matorrales y un porcentaje sin cobertura; y ganadería como principal uso del suelo.

Figura 29. Panorámica de la unidad Cerro remanente o relicto (Dcrem), ubicada en la esquina noreste de la plancha, continuando al norte con la plancha 302 y al este con la plancha 324-Tello.



10.1.2 Cerro residual (Dcrs). Esta unidad se desarrolla al noroeste de la zona de estudio continuando en la Plancha 322-Santa María, limitada por la quebrada El Tambillo al norte y la quebrada La Danta al sur, y al sureste distribuye sobre el Embalse de Betania de una mínima extensión. Hacia la parte noroeste se define como una prominencia topográfica sobresaliente de morfología colinada, de laderas escarpadas, largas, rectas y convexas. El patrón de drenaje es dendrítico que desemboca en el río Baché y la intensidad de erosión alta debido al intenso estado de meteorización del material. Litológicamente se desarrolla sobre la formación Batolito de Ibagué constituido por roca ígnea intrusiva moderadamente meteorizada con desarrollo de suelo arenoso. No se asocian movimientos en masa sobre la geoforma. Presenta predominio de cobertura tipo matorrales y pastos. Los cerros distribuidos en el Embalse de Betania (ver Figura 30) se encuentran casi en su totalidad cubiertos y; eventualmente suelen ser inundables en temporada de lluvias. No se define patrón de drenaje y tampoco se le asocian movimientos en masa.

Figura 30. . Panorámica de la unidad Cerro residual (Dcrs) en contacto con Laderas estructurales de cuesta (Selc). Se observan los cerros que sobresalen en el Embalse de Betania.



10.1.3 Colina remanente disectada (Dcred). Geoforma definida como prominencia topográfica aislada con una altura aproximada de 270 metros sobre su nivel base local, de morfología colinada, con cimas redondeadas a agudas, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas; con índice de relieve bajo a moderado. Su génesis está asociado a procesos intensos de denudación y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección de drenajes.

Esta unidad se presenta hacia la parte suroeste y sureste de la zona de estudio. En ambos sectores predomina un patrón de drenaje dendrítico y subdendrítico, suelo residual, erosión de tipo terracetas con alta intensidad. Hacia la parte sureste se encuentra sobre el municipio de Algeciras, limitando con la unidad Glacis (Dg) e intervenido por el río Neiva. Se desarrolla sobre depósitos cuaternarios de tipo abanicos aluviales y depósitos aluviales, no consolidados; sin embargo, no se asocian movimientos en masa sobre la unidad. Presenta cobertura de tipo pasto y matorral. Laderas de abruptas, largas y de forma irregular. En la parte suroeste predominan drenajes dendríticos de muy baja densidad y frecuencia en la parte suroeste. El suelo se encuentra cubierto en mayor proporción de matorrales y pastos en muy bajo porcentaje; siendo la ganadería su principal uso (ver Figura 31). En términos de movimientos en masa, se observó algunas caídas de roca de material ígneo de tipo cuarzomonzonítico de la unidad Cuarzomonzonita de Teruel, con menos de 50*50 m de longitud y ancho de superficie de ruptura, que no genera ningún tipo de afectación y riesgo.

Figura 31. Imagen de la unidad Colina remanente disectada (Dcred), donde se muestra cimas redondeadas y cobertura tipo matorrales y pastos.



10.1.4 Colina remanente muy disectada (Dcremd). Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 380 metros sobre su nivel de base local, con cimas agudas a redondeadas y estrechas, de laderas extremadamente largas, pendientes inclinadas, de forma irregular, con índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V abiertos. Se desarrollan en la parte central oeste comprendiendo las dos planchas que conforman la zona de estudio limitando con la falla de San Francisco en la Plancha 323-Neiva. Presentan un patrón de drenaje subparalelo que, desemboca en el río Tuné con intensidad y frecuencia moderada a alta que, favorece su alta disección. Erosión de tipo terracetos y surcos localmente (ver Figura 32). En términos de cobertura y uso del suelo, se desarrollan matorrales bordeando los drenajes y pastos sobre las laderas y un área de la unidad no presenta cobertura. Su principal uso es para ganadería. Litológicamente se desarrolla sobre la formación Batolito de Ibagué constituida de roca ígnea intrusiva de composición variable con desarrollo de suelo arenoso. No se asocian movimientos en masa sobre la geoforma.

Figura 32. Se muestra varias colinas remanentes muy disectadas (Drcremd), con algunos puntos de erosión, erosión de tipo surcos y cobertura de matorrales y pastos.



10.1.5 Cono flujos de detritos (Dfe). Geoforma en forma de lóbulo de morfología alomada ubicada hacia el margen noroeste de la zona de estudio continuando en la Plancha 322-Santa María. De laderas de longitudes cortas, con pendientes muy abruptas a escarpadas y canales en forma de U. Presenta baja densidad de drenaje por lo cual no se define patrón; sin embargo, se presentan dos líneas de drenaje subparalelos, definidas por las Quebradas El Tigre y Algodonal. Litológicamente la unidad se desarrolla sobre el Batolito de Ibagué. No se asocian movimientos en masa sobre la geoforma, a pesar, de que el Batolito se encuentra moderadamente meteorizado. Desarrolla cobertura de tipo matorrales y pastos; y cierta parte de la geoforma no presenta cobertura.

10.1.6 Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco). Esta geoforma se presenta en forma de conos y lóbulos alomados bajos distribuyéndose a lo largo de la zona central y oeste. Se originan por procesos de transporte y depositación de materiales sedimentarios neógeno-cuaternario sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales. Hacia la parte noroeste comprende el municipio de Palermo (ver Figura 33). El patrón de drenaje predominante es dendrítico con moderada densidad y frecuencia que desemboca en los ríos Bache en la parte central y Magdalena hacia el oeste.

De morfología alomada, laderas cortas de forma cóncava y recta, de relieve muy bajo. Se asocia un movimiento en masa de tipo deslizamiento traslacional, en la parte suroeste de la zona, en la vereda El Mesón del municipio de Gigante (Huila), con 80 m de ancho, 100 m de longitud y 1 m de espesor de la masa desplazada. Presentan alta intensidad de erosión.

Figura 33. . Panorámica de la unidad que se desarrolla sobre el municipio de Palermo. Está cubierta por alta vegetación boscosa. Al fondo se observan dos geoformas estructurales que la limitan, Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Sshlc) y Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale); y, hacia el este se presenta la llanura de inundación asociada al río Baché.



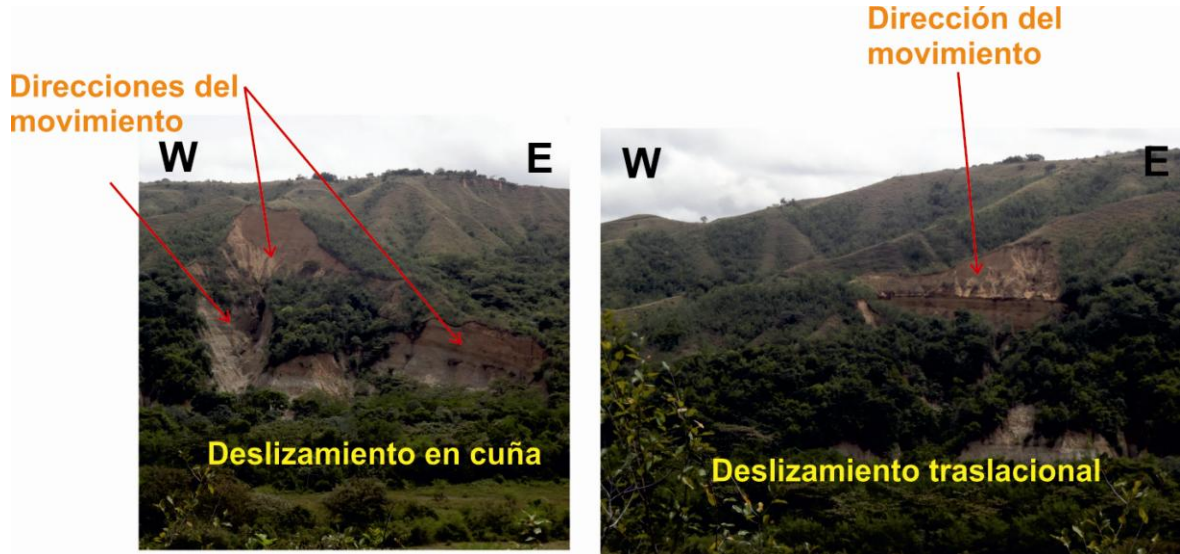
10.1.7 Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (Ddtr). Unidad en forma de lóbulo de morfología suavemente ondulada, definida a partir de un movimiento de masa. Se presenta a hacia la parte de sureste de la zona de estudio paralela al río Ceibas. Se observó un deslizamiento en cuña y un deslizamiento traslacional (ver Figura 34). El primero muestra un estado activo, ya que, sigue habiendo socavamiento por el cauce del río; exhibe un estilo único, pues solo ocurre un tipo de movimiento, y la superficie del movimiento se extiende en más de una dirección, por lo cual, su distribución es creciente

El material desplazado es detritos y lodos principalmente de depósitos cuaternarios de la unidad litológica Depósitos de abanicos antiguos); aproximadamente tiene una longitud de la masa desplazada de 200 m, un ancho de la masa desplazada de 150 m, tiene 0,5 m de espesor una longitud total de 350 m. El segundo movimiento presenta un estado activo, ya que, el material sigue desplazándose; muestra un estilo único, pues solo ocurre un subtipo de movimiento, y su distribución es avanzada, lo que indica que la superficie de ruptura se extiende en la dirección del movimiento. El material desplazado corresponde a depósitos cuaternarios de terraza, constituidos por gravas y arenas sueltas principalmente; el ancho de la masa desplazada es de 200 m, la longitud de la masa desplazada es 180 m, dicha masa desplazada tiene 0,8 m y 270 m de longitud total. Los dos movimientos presentan a su alrededor cobertura de tipo pastos y matorrales.

La principal afectación que puede generar es taponamiento del cauce del río Ceibas, por ser la fuente abastecedora del acueducto de la ciudad de Neiva que alberga cerca del 30% de la población departamental <<http://www.cuencariolasceibas.org/>>.

Así mismo, en la parte oeste se presenta un movimiento de morfología alomada baja, de longitud corta y de formas convexas localmente escalonadas, laderas muy inclinadas. El patrón de drenaje es paralelo que desemboca en el Embalse de Betania. Presenta cobertura de tipo pasto y matorral; su principal uso es para ganadería.

Figura 34. A la izquierda se muestra es deslizamiento en cuña con las diferentes direcciones de movimiento. A la derecha en el deslizamiento traslacional se observa una sola dirección de movimiento.



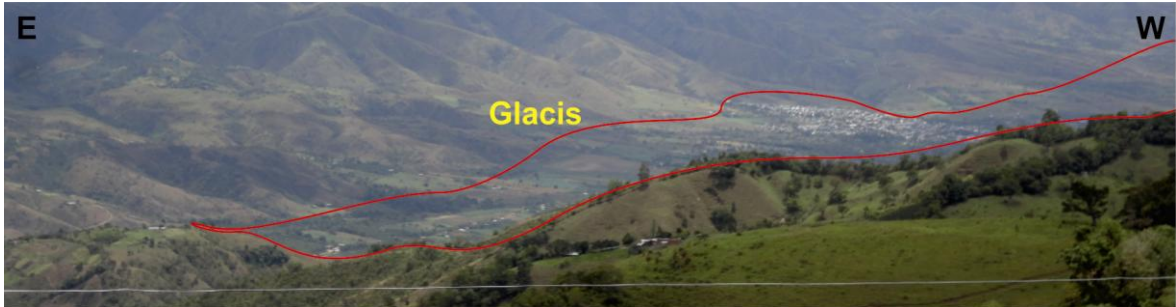
10.1.8 Escarpe de erosión mayor (Deem). Esta unidad se ubica al sureste de la zona de estudio limitando con una Sierra desnuda (Dsd) limitando con unidades estructurales, con predominio de lineamientos, debido a la intensidad tectónica presente en el área; además continua en la Plancha 346-Rovira (Cerro Neiva). Se define como un escarpe de morfología colinada, de laderas de longitud larga, de forma convexa y recta; y pendientes escarpadas (ver figura 35). El patrón de drenaje es subdendrítico de baja densidad y frecuencia. Litológicamente se asocia al Monzogranito de Algeciras; que a pesar de estar moderada a altamente meteorizada, hacia esta área no se asocian movimientos es masa puesto que la intensidad de meteorización es baja.

Figura 35. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013). Se muestra el escarpe de erosión menor de morfología colinada, laderas escarpadas y largas; en contacto con la Sierra desnuda (Dsd).



10.1.9 Glacis (Dg). La unidad se ubica hacia el sureste de la zona de estudio comprendiendo el municipio de Algeciras (ver Figura 36). Definida como una superficie de erosión suavemente inclinada de longitud muy larga y forma cóncava. Presenta patrón de drenaje dendrítico de moderada frecuencia y densidad que desemboca en el río Neiva. Litológicamente se asocia a depósitos cuaternarios de abanicos aluviales de material que fue arrastrado por dicho río. No se relacionan movimientos en masa sobre esta unidad.

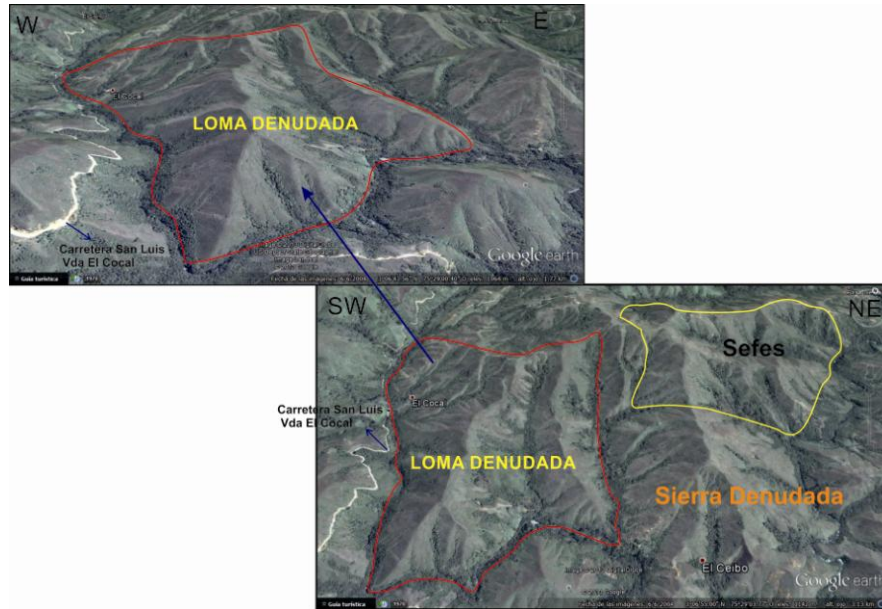
Figura 36. Panorámica de la unidad Glacis (Dg). Esta unidad comprende el municipio de Algeciras, Huila. Se observan pendientes con suave inclinación.



10.1.10 Loma denudada (Dld). La unidad se localiza en dos partes de la zona de estudio, hacia el noroeste (ver Figura 37) y el suroeste. En la primera situación esta unidad se caracteriza por presentar índice de relieve bajo a medio, con patrón de drenaje paralelo, pendientes muy inclinadas a abruptas y prominencia topográfica aproximada de 150 m. No se registró movimientos en masa, aunque se desarrolla sobre la Formación Saldaña, la cual, presenta moderada a alta meteorización. Desarrolla cobertura de tipo matorrales y pastos principalmente, y secundaria de tipo bosque hacia los límites de la geoforma.

En la segunda situación esta unidad presenta morfología alomada, laderas muy abruptas a escarpadas de forma convexa, de corta longitud. El patrón de drenaje es subdendrítico de muy baja densidad y frecuencia. Litológicamente se encuentra sobre el Grupo Olini y la Formación Tabla con un grado de meteorización bajo. No se asocia ningún tipo de movimiento en masa sobre esta unidad.

Figura 37. Panorámica de la unidad Loma Denuadada (Dld) que se encuentra sobre la Vereda El Cocal (noroeste), en contacto con una Sierra Denuadada (Dsd) y cercana a un Espolón Faceteado (Sefes).



10.1.11 Loma residual (Dlor). Esta geoforma presenta elevaciones del terreno menores a 200 metros con morfología alomada a colinada y alargada, laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y eventualmente cóncava e índice de relieve bajo a muy bajo. Se presenta hacia la zona noroeste continuando en la Plancha 322-Santa María y suroeste continuando en la Plancha 344-Tesalia. Hacia el noroeste la unidad está dispuesta generalmente sobre materiales afectados por meteorización diferencial intensa (ver Figura 38) de la Formación Saldaña constituida por material volcanosedimentario de tipo tobas y mármol y, metaareniscas del Complejo Aleluya principalmente.

Desarrolla un drenaje denso dendrítico asociado a los ríos Yaya y Baché. Tectónicamente es intervenida por la Falla Corozal. Se presentan dos movimientos en masa, de tipo deslizamiento traslacional; uno de ellos con una longitud total de 80 m, 50 m de ancho de la masa desplazada, 80 m de longitud de la masa desplazada y un espesor de 0,8 m de la masa desplazada, y el otro

movimiento, tiene una longitud total de 55 m, 115 m de masa desplazada y 3 m de espesor de la masa desplazada. Estos movimientos presentan gran afectación, puesto que se encuentra sobre la única carretera que comunica el municipio de Palermo con el corregimiento San Luis (Huila). Hacia el suroeste la unidad presenta patrón de drenaje dendrítico, el cual desemboca en el Embalse de Betania (ver Figura 39), con baja frecuencia y densidad, y textura fina. Está formada sobre depósitos cuaternarios aluviales y rocas de la Formación Seca. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad.

Figura 38. Panorámica de la unidad Loma Residual (Dlor), localizada hacia el noroeste de la plancha. Se encuentra en contacto con la Sierra Denucada (Dsd). Se destaca hacia el fondo una falta de cobertura por procesos de erosión.

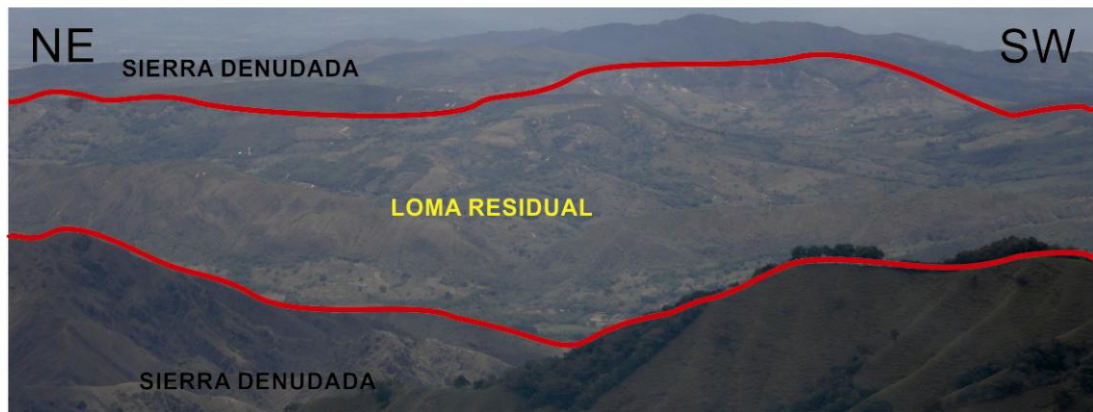
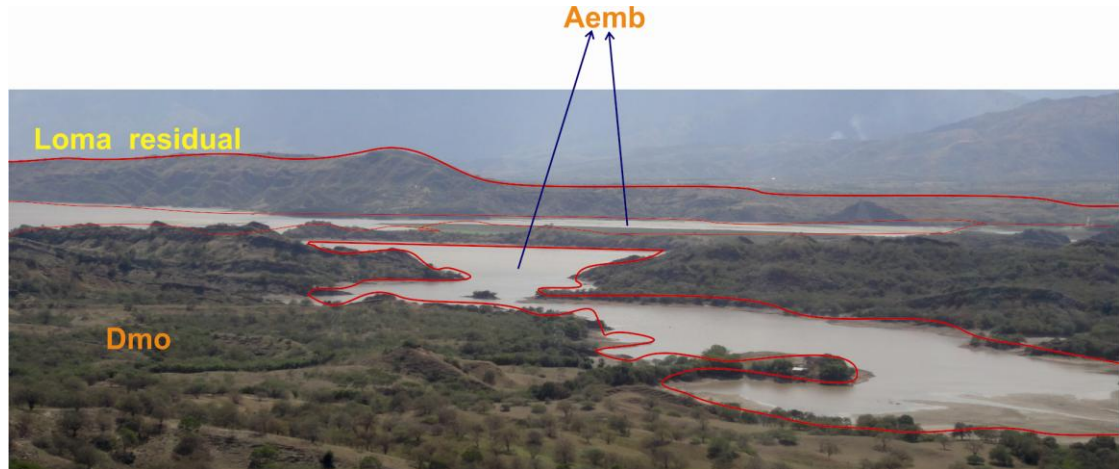


Figura 39. Imagen de la unidad Loma residual (Dlor). Se observa el contacto con el Embalse de Betania (Aemb) y los Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo).



10.1.12 Lomeríos indiferenciados (DI). Porción de terreno extensa de morfología alomada, caracterizada por una repetición de colinas redondas y alargadas, con cumbres de alturas variables, separadas por una red hidrográfica moderadamente densa y vallecitos coluvio-aluviales.

Se distribuyen hacia la parte noroeste, sureste y este central. Al noroeste limita con una gran sierra denudativa sobre la Formación Saldaña y el Complejo Aleluya; presenta un patrón de drenaje dendrítico frecuencia media y textura fina. Laderas cortas, muy abruptas con moderada a alta erosión de tipo terracetas principalmente (ver Figura 40). No se asocia movimientos en masa sobre la unidad. Hacia la esquina sureste, limita con unidades denudativas, fluviales y estructurales, que indica una variación en la topográfica de la zona y la influencia tectónica que se presenta. Con patrón de drenaje subdentrítico con frecuencia y densidad media, y textura fina. Presenta un índice de relieve bajo, de morfología alomada, laderas cortas, muy abruptas con moderada o alta erosión influenciada por el desarrollo tectónico de estructuras de fallas cubiertas e inversa, esta última, limitando la unidad. Desarrolla cobertura de tipo pastos y matorrales. Formados

sobre depósitos cuaternarios y unidades sedimentarias neógenas y cretácicas que van desde areniscas grauváquicas (Formación Honda), pasando por areniscas cuarzosas (Formación Tablas), paquetes de liditas o lodolitas (Formación Hondita), hasta intercalaciones de areniscas de grano grueso, lodolitas y calizas negras (Formación Caballos). Hacia el este central el patrón de drenaje predominante es dendrítico con frecuencia y densidad media. La intensidad de erosión es moderada a alta, debido a la influencia tectónica por fallas inversas que afectan la unidad; por lo cual, se asocia un movimiento en masa, hacia la parte inferior de la geoforma, presentándose en la vía que comunica al municipio de Hobo con Gigante; sobre la pata del movimiento pasa la quebrada Puerto seco; de subtipo deslizamiento en cuña, con 1 m de ancho masa desplazada, 10 m de longitud de la masa desplazada y 4 m de espesor de masa desplazada. No genera ningún tipo de afectación. Litológicamente se encuentra sobre la Formación Gigante, constituida por arenas tobáceas y arcillas grises.

Figura 40. Panorámica de Lomeríos Indiferenciados observado desde la carretera Palermo – San Luis en la parte noroeste de la zona de estudio sobre la sierra denudada. Se destaca alta intensidad de erosión de tipo terracetos, debido, a la influencia de ganadería en la zona.



10.1.13 Lomeríos disectados (Dldi). Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma rectas, cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, con índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano.

10.1.14 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo). Elevación del terreno con una altura menor de 50 metros sobre su nivel de base local, de morfología colinada. Estas formas se asocian a procesos de meteorización y erosión por influencia fluvial. Se distribuyen con una gran extensión hacia la parte noreste (ver Figura 41), así como, en menor dimensión hacia el sector central oeste y una pequeña franja al suroeste de la zona de estudio. Hacia la parte este desarrolla drenaje dendrítico de baja a media frecuencia y textura fina que desemboca en el río Magdalena; las laderas son muy cortas, irregulares e inclinadas. Geológicamente esta unidad se desarrolla sobre depósitos aluviales, depósitos de la Formación Sedimentos de Fortalecillas y la Formación Neiva; la intensidad de erosión es severa de tipo laminar y terracetas. En el sector central-oeste de la Plancha 323-Neiva se observan algunos procesos de remoción, la densidad de estos indica alta inestabilidad en la unidad o detonantes de tipo geológico como la litología que presumiblemente presenta baja compactación o competencia. Hacia el suroeste la unidad se encuentra en contacto con unidades morfoestructurales influenciadas por las fallas de Betania y Yaguará, y con el Embalse de Betania (ver Figura 42). Disectada por drenajes de patrón dendrítico de baja frecuencia y densidad. Definida sobre rocas de la Formaciones Seca y Tabla moderadamente meteorizadas; sin embargo, no se asocian movimientos en masa sobre esta unidad.

Se registraron 4 movimientos en masa, tres de tipo deslizamiento traslacional, en 3 veredas del municipio de Neiva, La Jagua, Amborco y Neiva; se destaca que no generan afectación de gran magnitud, principalmente pérdida de pasto para ganadería; a excepción de uno, en el cual sobre la corona del movimiento de encuentran postes de energía. En términos de morfometría presentan dimensiones aproximadamente entre 100 y 150 m de ancho de la masa desplazada; 70 a 80 m de longitud de la masa desplazada y un espesor de la masa desplazada de 5 m. El otro movimiento corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional, ubicado sobre la vereda Neiva, con 110 m de ancho de la masa desplazada, 120 m de longitud de la masa desplazada y 0,2 m de espesor de la masa desplazada. Su principal afectación que genera, es pérdida de pasto para ganadería.

Figura 41. Panorámicas de la unidad que se presentan hacia la parte noreste de la plancha; (b) y (c) tomadas sobre la vía Neiva-Villa Vieja; la panorámica (a) se localiza en el margen izquierdo del Río Magdalena al centro de la plancha.

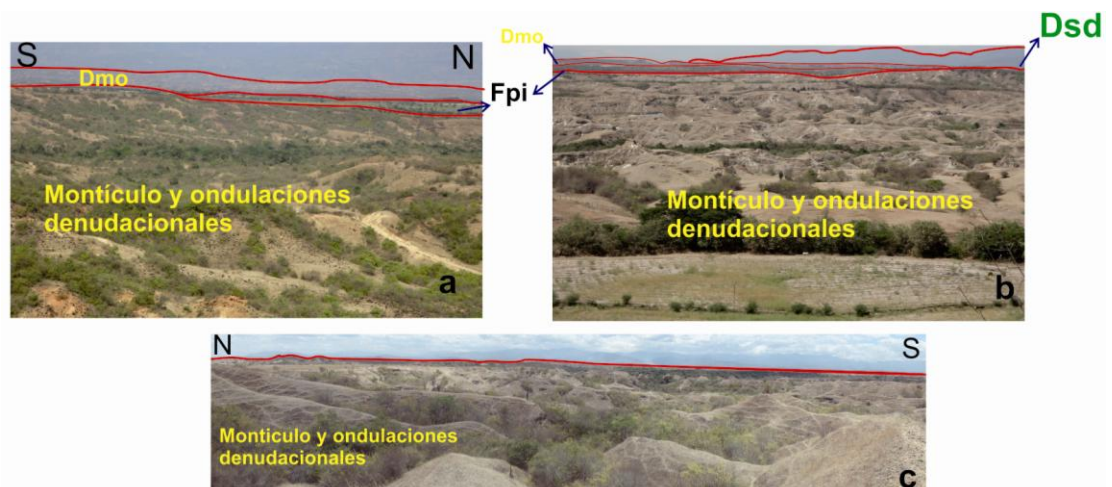


Figura 42. La imagen superior muestra el detalle de los montículos en contacto con el Embalse de Betania. La imagen inferior es una panorámica de la unidad Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo).



10.1.15 Pedimentos de acumulación (Dpa). Superficie de acumulación de sedimentos, de longitudes moderadamente largas con formas de montículos redondeados con laderas planas a suaves. Su génesis se asocia a la acumulación del material fino procedente del desgaste por procesos de erosión intensa de rocas de origen sedimentario. Hacia la parte central norte de la zona de estudio la define las unidades Grupo Honda y la Formación Loma Gorda, y hacia el noroeste donde también se presenta esta unidad, está constituida por la Formación Seca. En los dos sectores presenta patrón de drenaje subdendrítico que desembocan en los ríos Magdalena (parte central norte) y Baché (parte noroeste). Presentan erosión de tipo terracetas y laminar con intensidad severa; sin embargo, no se asocian movimientos en masa. Paralelamente a la Falla de La Boa se acumulan sedimentos procedentes de las Formaciones Tabla, Seca, y Depósitos cuaternarios. Predomina patrón de drenaje de tipo dendrítico de baja densidad y frecuencia, y textura fina. No se asocian movimientos en masa. Desarrolla cobertura de suelo de tipo pasto y matorral.

10.1.16 Pedimentos de erosión (Dpe). Se presenta como una superficie de erosión con forma de montículo, laderas inclinadas de bajo relieve, longitud corta y forma cóncava. Se ubica al noroeste de la Plancha 323-Neiva, en contacto con la extensa sierra denudada y unidades morfoestructurales producidas a lo largo de una falla inferida. Con patrón de drenaje subdendrítico, desarrollada por desgaste de material volcanosedimentario de la Formación Saldaña producto de la influencia tectónica de fallamiento. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad. También se encuentran algunos pedimentos hacia la parte central oeste de la zona de estudio, con patrón de drenaje dendrítico de frecuencia y densidad moderada. Estructuralmente se encuentra paralela a la Falla de Baché la cual desgasta el material sedimentario de la Formación Seca y define las unidades morfoestructurales con las que están en contacto. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad. Predomina cobertura de suelo tipo pasto y matorrales (ver Figura 43).

Figura 43. Imagen de la unidad Pedimentos de erosión (Dpe). Se muestra en contacto con la unidad Ladera escalonada (Sles).



10.1.17 Planicie colinada denudada (Dpcd). Superficies suavemente onduladas de paisaje colinado a topográficamente plano, con índice de relieve muy bajo. Presenta laderas cortas de forma recta a cóncava. Comprende de norte a centro la zona de estudio. Define gran parte de la zona de topografía baja del Valle Superior del Magdalena. La planicie define las dos márgenes del río Baché con predominio de drenaje dendrítico; e intensidad de erosión alta, debido a la influencia del sistema fluvial; por lo cual, presenta baja cobertura del suelo. También se encuentra hacia la parte suroeste de la zona de trabajo, en contacto con unidades morfoestructurales definidas por la Falla de Betania y el Embalse de Betania. Desarrolla patrón de drenaje de tipo dendrítico que desemboca en dicho embalse. Presenta una intensidad de erosión moderada por la influencia del río Magdalena que se encuentra paralela a la unidad. No se asocian movimientos en masa asociados a esta unidad.

10.1.18 Superficie de erosión o aplanamiento (Dsa). Esta unidad se presenta hacia el noreste de la Plancha 323-Neiva limitado con la Plancha 302-Aipe al norte y con la Plancha 324-Tello al este. Corresponde a un área plana, como resultado del trabajo prolongado e intenso de los procesos denudacionales y degradacionales. Estas superficies topográficamente tienen un índice de relieve muy bajo. No se definen laderas que se puedan caracterizar de acuerdo a su inclinación, longitud y forma. Presenta un patrón de drenaje subparalelo e intensidad de erosión alta. Geológicamente la componen rocas de la Formación Honda relativamente inestables; sin embargo no se asocian movimientos en masa sobre la unidad. Desarrolla cobertura del suelo típica de ambientes áridos.

10.1.19 Sierra denudada (Dsd). Se distribuye a lo largo de la zona de estudio al de noreste a sureste.

Es una de las geoformas predominantes en la zona, modelando las unidades geológicas metamórficas (Grupo Garzón), ígneas (Batolito de Ibagué y Monzogranito de Algeciras) y volcanosedimentarias (Formación Saldaña). Presenta prominencias topográficas de morfología montañosa y elongada, de relieve mayor a 400 metros, de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas, convexas e irregulares, drenaje dendrítico, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión como terracetas (“patas de vaca”) (ver Figura 44), y de movimientos en masa acentuados como los que se presentan hacia la parte oeste de la Plancha 323-Neiva, identificando un predominio de Deslizamientos traslacionales y Caídas de Roca, con una densidad de ocho movimientos observados sobre la unidad. Su origen se asocia a procesos de erosión acentuada en el sustrato rocoso homogéneo ígneo. En el extremo noroeste se observan algunos procesos de remoción (ver Figura 45), cuya ubicación y densidad indican la acción de un lineamiento. Por la acción de este se puede caracterizar esta unidad como una geoforma susceptible a fenómenos de movimientos en masa Mientras que hacia la parte sureste con tendencia noroeste-sureste, modela las rocas del Grupo Garzón y el Monzogranito de Algeciras, este último, compuesto por rocas ígneas intrusivas; moderada a altamente meteorizadas, donde se observó otros dos movimientos en masa determinados como flujo de detritos y deslizamiento traslacional; este último tiene 84 m de ancho de la masa desplazada, 65 m de longitud de masa desplazada y 1 m de espesor de la masa desplazada. Estos movimientos no generan gran afectación; se encuentran sobre la vía que comunica la ciudad de Neiva con el sitio llamado Cerro Neiva; el suelo no presenta un uso importante, como ganadería o cultivos que pueda afectar. Se presentan otros siete movimientos hacia la parte sureste generando afectación de tipo vial principalmente.

Figura 44. Panorámicas tomadas desde la vereda La Unión del municipio Aipecito, mostrando la Sierra Denuada (Dsd) descrita anteriormente que se ubica hacia el noreste de la plancha. La imagen de la izquierda muestra algunos procesos de movimientos en masa sobre las laderas de la unidad.

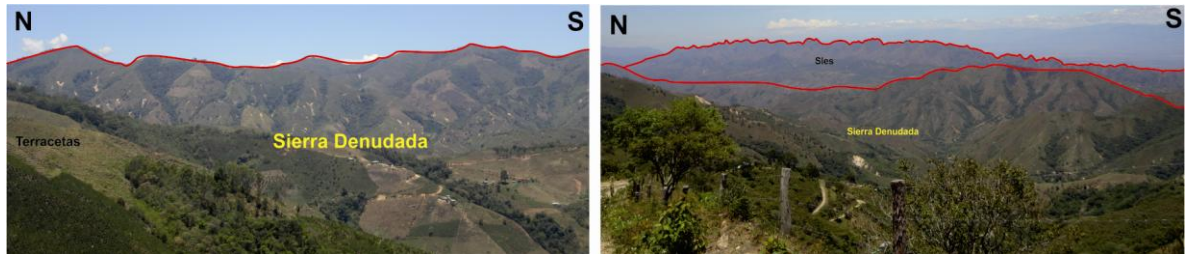
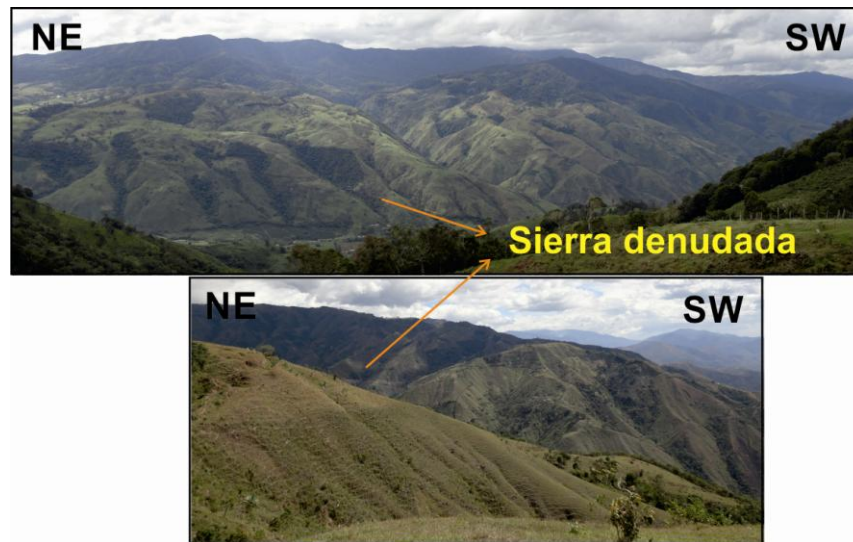


Figura 45. La imagen superior muestra una panorámica de la unidad Sierra denuada (Dsd) se muestra la morfología montañosa con pendientes abruptas e irregulares. La imagen inferior es un detalle de la unidad y se observa la erosión de tipo terracetos.



10.1.20 Sierra residual (Dsr). Se ubica en la esquina sureste de la zona en contacto con la sierra denuada (Dsd). De morfología montañosa, laderas largas, de forma recta y cóncavas, pendientes muy abruptas a escarpadas.

Su origen está asociado a meteorización intensa (ver Figura 46) de las rocas metamórficas del Grupo Garzón, debido a la influencia de tectónica de fallas definidas, con un espesor de suelo residual mayor a 3 m. El patrón de drenaje típico es dendrítico de alta frecuencia y densidad. No se asocian movimientos en masa asociados a esta unidad.

Figura 46. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013). Se observa que el material se encuentra moderada a altamente meteorizado y presenta gran desarrollo de suelo. Además el contacto con la Sierra denudada (Dsd) y otras unidades cercanas.



10.2 GEOFORMAS DE ORIGEN MORFOESTRUCTURAL

El ambiente tectónico que es generado por la dinámica de la tierra también define la forma del relieve, que determina geoformas; principalmente las que están asociadas a fallamiento y plegamiento, cuya expresión morfológica está definida por la litología y disposición estructural de las rocas superiores de la corteza terrestre.

A continuación se describen y caracterizan las unidades morfoestructurales presentes en la zona de estudio.

10.2.1 Barra homoclinal (Sbh). Geoforma ubicada en dos áreas de la zona de estudio. Hacia la parte oeste central, presenta morfología colinada, laderas de longitud larga a muy larga, con pendientes muy abruptas a escarpadas. Su origen está asociado a la influencia de la Falla de Upar que se encuentra paralela y sobre la unidad. El patrón de drenaje predominante es dendrítico de moderada frecuencia y densidad. Se asocia un movimiento en masa de tipo Caída de Detritos. También se presenta hacia el suroeste, en contacto con el río Magdalena en la parte inferior de la unidad; presentando morfología alomada, de bajo relieve, laderas de longitud corta con pendientes muy abruptas (ver Figura 47). El patrón de drenaje típico es dendrítico de baja frecuencia y densidad. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad, pero la intensidad de erosión es alta.

Figura 47. Panorámica de la unidad Barra homoclinal (Sbh). Se muestran las laderas con tendencia escalonada. Además la alta intensidad de erosión.



10.2.2 Cerro estructural (Sce). Unidad definida como una prominencia topográfica aislada de morfología colinada, con laderas de longitud corta (ver Figura 48), de forma convexa, poco disectada, con pendientes muy inclinadas a abruptas; la cual, ha sido aislada parcialmente de la zona montañosa en la parte suroeste de la Plancha 323-Neiva hacia la parte noroeste de la Plancha 345-Campoalegre, por influencia tectónica de las fallas de Upar y de la Plata.

No se asocian movimientos en masa relacionados con el material litológico que modela la geoforma de la Formación Caballos o suelo residual; sin embargo, presenta intensidad de erosión moderada.

Figura 48. Panorámica de la unidad Cerro estructural (Sce). Se destaca la cobertura de matorrales y pastos; además las laderas de longitud corta y forma recta y pendientes abruptas



10.2.3 Escarpe de línea de falla (Slfe). Geoforma definida como un escarpe cuya ladera es corta a muy corta, de pendiente abrupta, originado por erosión acentuada a lo largo de una línea de falla definida por el truncamiento de estructuras topográficas y geológicas.

La unidad se presenta hacia el noroeste de la Plancha 323-Neiva. La geoforma definida al noroeste se origina por erosión acentuada entre 2 líneas de falla, una inferida y otra definida; presenta un patrón de drenaje paralelo. No se asocian movimientos en masa. Se desarrolla sobre la Formación Saldaña, compuesta por roca volcano-sedimentaria con baja meteorización. Los escarpes identificados hacia el sureste de la plancha se presenta paralela a la Falla de la Boa (ver Figura 49); con un patrón de drenaje dendrítico predominantemente; se asocia movimientos en masa, como principal, deslizamiento traslacional y secundario, caída de detritos; ubicado en la vía principal que comunica a Neiva con el

municipio de Palermo; el movimiento presenta afectación para la vía, puesto que se ha desplazado gran cantidad de material y bloques grandes del mismo, que pueden taponar la vía y restringir su paso. El material desplazado tiene aproximadamente 85 m de ancho, 90 m de longitud y 3m de espesor.

Así mismo, en la Plancha 345-Campoalegre, se muestra un predominio altamente extenso hacia la parte este, debido, a la influencia tectónica por gran densidad de fallamiento; mostrando en la parte noreste una sucesión de escarpes de línea de falla. Modelando las rocas metamórficas del Grupo Garzón e ígneas del Monzogranito de Algeciras, las cuales presentan moderada a alta meteorización. Presenta morfología montañosa con laderas escarpadas, de longitud larga y forma convexa a recta (ver Figura 50). El patrón de drenaje típico es dendrítico de moderada frecuencia y densidad. Se asocia un movimiento en masa de tipo caída de detritos, en el corregimiento La Arcadia, de material moderadamente meteorizado de la unidad Monzogranito de Algeciras.

Figura 49. Panorámica de la unida Escarpe de línea de falla (Slfe) definida por la falla La Boa en contacto con la unidad Cornisa Estructural (Scor).



Figura 50. La imagen superior es una imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013); se muestra la unidad Escarpe de línea de falla (Slfe) y su origen asociado a un lineamiento. Hacia la esquina inferior derecha se muestra el municipio de Algeciras.



10.2.4 Espolón (Ses). Saliente de morfología montañosa, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, asociada a la Falla de Chusma, Falla de Corozal y una falla inferida. Se identifican varios espolones en la parte noroeste y suroeste de la Plancha 323-Neiva. Hacia la parte noroeste se encuentran limitados por drenajes subparalelos; desarrollada sobre rocas volcanosedimentarias de la Formación Saldaña moderada a altamente meteorizadas; sin embargo, no se observó movimientos en masa. Hacia el suroeste se encuentran definidos por una falla inversa, modelando rocas de la Formación Bache y la Falla de Chusma sobre material ígneo del Batolito de Ibagué; con presencia de drenaje dendrítico. No se relacionan movimientos en masa sobre esta unidad. La intensidad de erosión es baja. En la Plancha 345- esta geoforma se distribuye de centro a oeste sobre la Sierra denudada (Dsd) (ver Figura 51); asociada a rocas duras, metamórficas e ígneas del Grupo Garzón y el Monzogranito de Algeciras. Se definen perpendicularmente a los lineamientos presentes en el área y a la falla de Algeciras. Presenta morfología montañosa, laderas escarpadas debido a la influencia tectónica, de longitud larga y forma cóncava y convexa. El patrón de drenaje predominante es dendrítico cortado por una falla paralela a la unidad de moderada frecuencia y densidad.

No se asocian movimientos en masa asociados a esta unidad, sin embargo una intensidad de erosión moderada.

Figura 51. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013). Se observa el contacto perpendicular con un lineamiento. Además esta bordeada por la Sierra desnuda (Dsd).



10.2.5 Espolón facetado (Sefc). Saliente natural que en conjunto conforma lomeríos que se desprenden de una sierra desnuda de gran extensión. Se definen varios espolones en la parte noreste y sureste de la zona de estudio.

En la base de estos se definen algunas facetas triangulares, descritas más adelante, que los caracterizan. Hacia la parte noroeste presentan morfología colinada con laderas de pendiente inclinada a abrupta; patrón de drenaje paralelo e intensidad de erosión moderada. A dichos espolones se les asocia un movimiento en masa, de tipo deslizamiento traslacional en el sitio Monserrate, del municipio de La Ulloa (Huila), el material moderadamente meteorizado que se

desplazó perteneciente a la unidad litológica, Monzogranito de Algeciras; presenta 80 m de ancho, 90 de longitud y 0,5 m de espesor; no genera ningún tipo de afectación de tipo infraestructura, económico o ambiental. Se definen otros espolones en la parte sur de lo zona. Estos presentan morfología montañosa, laderas de longitud larga, con pendientes muy abruptas a escarpas, de forma cóncava y convexa (ver Figura 52).

No se asocian movimientos en masa. Litológicamente modelan la rocas del Monzogranito de Algeciras (Ja). El patrón de drenaje predominante es dendrítico con baja frecuencia y densidad. Desarrolla cobertura de tipo boscosa y pasto principalmente.

Figura 52. Panorámica de la unidad Espolón faceteado (Sefc). Se observan la tendencia de las laderas con forma de Faceta triangular (Sft).



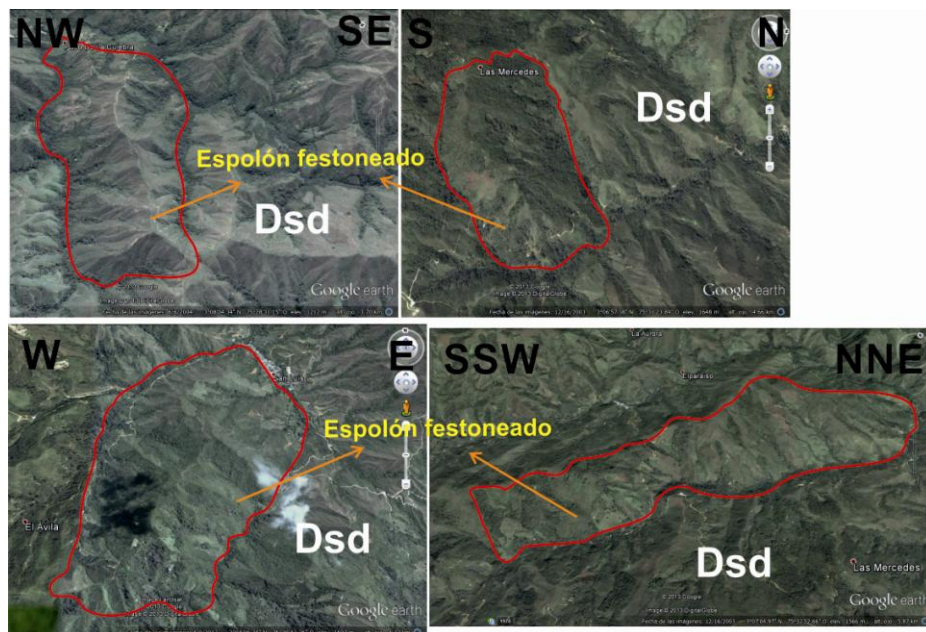
10.2.6 Espolón festoneado (Sefes). Geoforma con laderas y crestas simétricas, de morfología alomada cimas redondeadas dispuestas perpendicularmente al rumbo lineamientos inferidos y definidos, que definen salientes cortas y largas.

Estos espolones se ubican al noroeste y centro sur de la zona de estudio. El índice relativo de relieve es bajo. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas rectas y cóncavas. Los espolones presentes hacia el noroeste (ver Figura 53) están conformadas por material volcánico-sedimentario de

la Formación Saldaña, así como material rocoso ígneo del Batolito de Ibagué. Esta unidad no presenta meteorización suficiente que desestabilice el terreno y así genere movimientos en masa. El patrón de drenaje es paralelo asociado al río Chiquilla. El tipo de erosión que predomina es laminar y terracetas (“patas de vaca”), en términos de intensidad es moderada a baja.

Los espolones dispuestos en la parte centro sur modelan las rocas ígneas del Monzogranito de Algeciras, que a pesar, de presentar moderada a alta meteorización no se asocian movimientos en masa.

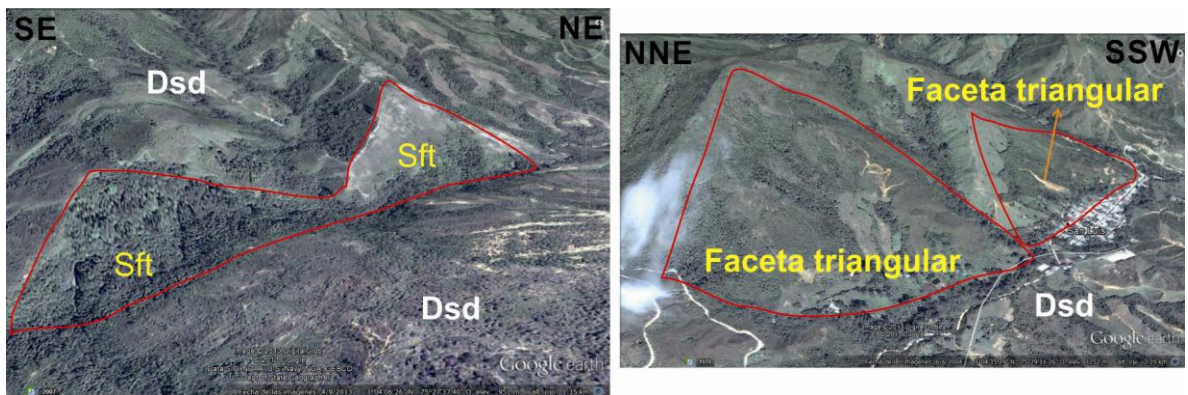
Figura 53. Se muestran en contacto con la Sierra desnuda (Dsd). Se distribuyen a lo largo de la esquina noroeste de la plancha.



Fuente: Imágenes Landsat tomadas y procesadas en Google Earth (Fecha de las imágenes: superior izquierda 6/6/2004, superior derecha: 12/16/2003; inferior izquierda 4/09/2013, inferior derecha: 12/16/2003).

10.2.7 Faceta triangular (Sft). Unidad en forma de superficie planar abrupta y recta, cuyo origen se debe al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral de relieves estructurales o interfluvios por procesos de fallamiento y erosión diferencial posterior. Se definen en la parte noroeste (ver Figura 54) asociadas a las fallas de la Chusma y Corozal, así como, hacia la parte este paralelas a la falla de Algeciras a lo largo de un espolón. Modelan las rocas de la Formación Saldaña y el Monzogranito de Algeciras respectivamente. Presentan morfología montañosa de laderas muy abruptas, de longitud larga y forma recta. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad aunque la intensidad de erosión es moderada a alta. El patrón de drenaje se asocia localmente como dendrítico y la intensidad de erosión es moderada a baja. Presenta cobertura de tipo pasto y matorral predominantemente.

Figura 54. La imagen izquierda la unidad Faceta triangular (Sft) se ubica sobre un Espolón Festoneado el cual está en contacto con la Sierra Denuada (Dsd), localizada al noroeste de la plancha y paralela a la falla de la Chusma la cual la define. La imagen derecha muestra la unidad paralela al corregimiento de San Luis (Palermo) y a la carretera que conduce a dicho corregimiento; se encuentra asociada a la falla de Corozal.

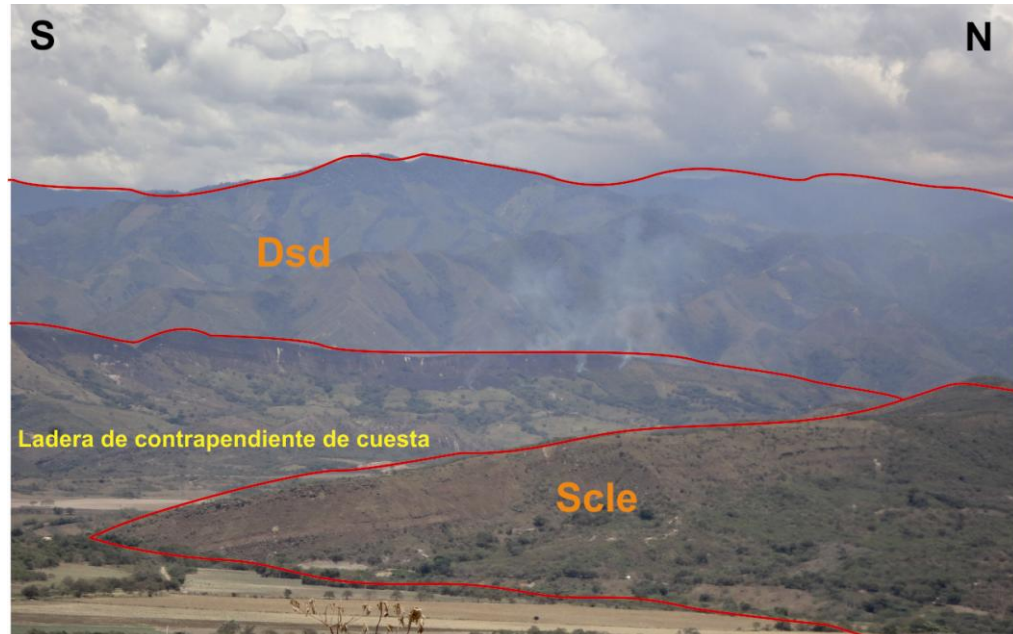


Fuente: Imágenes Landsat tomadas y procesadas en Google Earth (Fecha de las imágenes: izquierda: 4/9/2013, derecha: 6/6/2004).

10.2.8 Gancho de flexión (Sgf). Unidad asociada a un espolón estructural de morfología colinada y en forma de gancho en vista de planta por efecto combinada del desplazamiento lateral y la incisión erosiva posterior a la largo de la Falla de Algeciras; hacia la parte central sur de la zona de estudio. Presenta laderas muy cortas de pendientes muy abruptas y forma recta y cóncava. Modela material metamórfico del Grupo Garzón. No se asocian movimientos en masa a pesar de ser rocas moderadamente meteorizadas.

10.2.9 Ladera de contrapendiente de cuesta (Sclc). Ladera de cuesta estructural generalmente desnuda, con estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, de longitud corta, de formas cóncava y recta; y con pendientes escarpadas; definida por la Falla Baché. Se constituye de intercalaciones de rocas de la Grupo Olini, constituidas con liditas, lodolitas y fosforitas separadas por areniscas cuarzosas. Desarrolla drenaje subparalelo localmente que desembocan hacia el río Magdalena. Se localiza hacia la parte central de la Plancha 323-Neiva No se asocian movimientos en masa sobre la unidad. En la Plancha 345-Campoalegre su origen está asociado a la Falla de Yaguará la cual se encuentra sobre y paralelamente a la ladera. Presenta morfología alomada a colinada, laderas escarpadas en contra de la pendiente, de longitud corta y forma recta (ver Figura 55). La frecuencia de drenaje y la densidad es muy baja por lo cual no se define un patrón. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad, pero la intensidad de erosión es moderada a alta.

Figura 55. La imagen muestra la unidad Ladera de contrapendiente de cuesta (ScIs) con laderas muy escarpadas, y en contacto con la Sierra denudada (Dsd, al fondo) y Ladera estructural de cuesta (Scle).



10.2.10 Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc). Laderas de contrapendiente de sierra homoclinal generalmente denudada, definida por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, de longitud moderada a larga, de forma cóncava, convexa y recta; escalonada, y con pendientes abruptas a escarpadas (ver Figura 56).

En la Pancha 323-Neiva se ubican hacia la parte oeste, entre la Falla de Chusma y la Falla de San Francisco. Se constituye de una interestratificación de rocas duras, intermedias y blandas de conglomerados de cuarzo, conglomerados de chert, areniscas de grano grueso y areniscas de grano fino y lodolitas rojizas y moteadas de las Formaciones Seca, Palermo, Baché y Doima. Se encuentran altamente meteorizadas y se evidencian varios movimientos en masa, predominando deslizamientos traslacionales y caídas de rocas, hacia la vía que comunica a Palermo con Santa María. El patrón de drenaje predominante es

dendrítico con tributarios del río Baché. La erosión típica es terracetas (“patas de vaca”) y laminar. En la Plancha 345-Campoalegre se definen laderas ubicadas en 3 áreas. Hacia el noroeste, margen superior en contacto con la Plancha 323-Neiva; su origen está asociado a la influencia de Falla de la Plata que pasa paralelamente a la unidad. El drenaje es de muy baja frecuencia y densidad por lo cual no se define un patrón. La intensidad de erosión es moderada sobre las rocas de la Formación Tesalia. Hacia el suroeste paralela a la Falla de Betania. El patrón de drenaje típico es subparalelo de muy baja frecuencia y densidad. En ninguna de los dos situaciones se asocian movimientos en masa; pero si una intensidad de erosión moderada a alta laminar y en surcos. También se encuentran entre los dos flancos que generan el Embalse de Betania influenciada por lineamientos. La frecuencia y densidad de drenaje es muy baja, por lo cual, no es posible determinar un patrón dominante. Geológicamente se encuentran sobre la Formación Tesalia.

Figura 56. Panorámica ubicada al suroeste de la plancha. Se muestra las pendientes muy abruptas a escarpadas, la inclinación de los estratos en contra de la pendiente. Se observa el contacto con la Sierra Denucada (Dsd) al noreste y paralelamente con pedimentos de acumulación (Pda) al sur.



10.2.11 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc). Geoforma definida como ladera de contrapendiente de sierra sinclinal, debido a la disposición de los estratos inclinados en contra de la pendiente del terreno. Se presenta hacia la parte sureste de la Plancha 323-Neiva definiendo el sinclinal de San Antonio y hacia la parte inferior central continuando en la Plancha 345-Campoalegre. Hacia el sureste las laderas presentan morfología colinada a montañosa, de longitud corta a moderadamente larga y de formas convexas (ver Figura 57), escalonadas con pendientes abruptas a escarpadas producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas a intermedias asociadas a conglomerados con guijarros de chert de la Formación Palermo y areniscas de grano fino a muy fino limitadas por lodolitas y arcillolitas de la Formación Seca y una unidad cretácica sin diferenciar de las Formaciones Hondita y Lomagorda; con predominio de drenajes dendríticos a subparalelo asociados a los ríos Ceibas y Loro. No se asocia movimientos en masa sobre esta unidad. El material sedimentario se encuentra moderadamente meteorizado y erosionado. Las laderas ubicadas hacia la parte central inferior presentan morfología alomada, laderas muy inclinadas moderadamente largas y de forma recta y cóncava con pendientes muy abruptas a escarpadas. El patrón de drenaje típico es dendrítico de moderada frecuencia y densidad. Litológicamente se encuentra sobre rocas de la Formación Tesalia. La intensidad de la erosión de la unidad es moderada.

Figura 57. Panorámica de la unidad Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc). Se muestra laderas de pendiente muy inclinada y moderadamente largas.



10.2.12 Ladera de contrapendiente de espinazo (Selc). Ladera de contrapendiente de espinazo estructural generalmente denudada, con estratos inclinados en contra de la pendiente, de longitud corta a moderadamente larga, de formas irregulares y escalonadas, con pendientes variables entre 20° y 45° abruptas a muy abruptas (ver Figura 58). Predomina patrón de drenaje dendrítico y subparalelo asociados al río Baché. Se presenta en la zona suroeste de la Plancha 323-Neiva definida y limitada por la Falla Baché. No se presentan movimientos en masa. El relieve es bajo y predomina erosión de tipo laminar. Geológicamente se encuentra modelando las rocas del Grupo Olini, constituido por liditas, lodolitas y fosforitas separadas por areniscas cuarzosas con baja meteorización. También se encuentran hacia la parte noroeste de la Plancha 345-Campoalegre. Estas laderas presentan intensidad de erosión moderada. Se desarrolla sobre arenas tobáceas y arcillas grises de la Formación Gigante. Es drenada paralelamente por las quebradas La Ciénaga en la parte superior y La provincia hacia la parte inferior. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad. Gran parte de la unidad no presenta cobertura.

Figura 58. Panorámica de la unidad Ladera de contrapendiente de espinazo (Selc), tomada desde la vereda San Francisco (Aipe). Se observa las pendientes abruptas a muy abruptas.



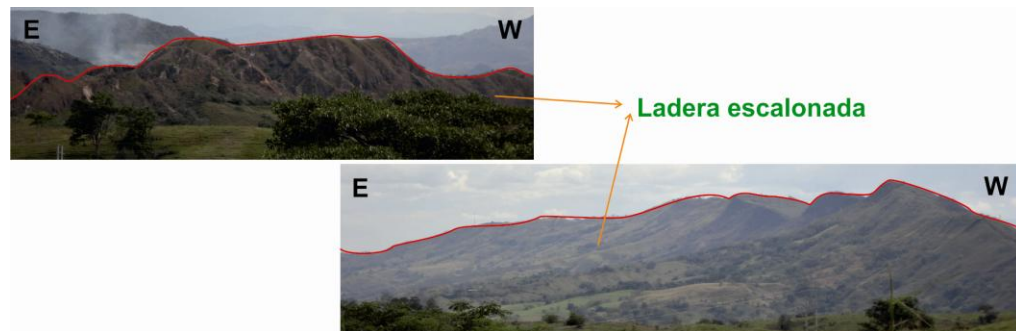
10.2.13 Ladera erosiva (Die). Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadas a extremadamente largas, de formas planas, cóncavas y convexas, patrón de drenaje típico dendrítico a subparalelo. Presenta procesos erosivos intensos como cárcavas, surcos y soliflucción, sobre materiales de roca o suelo, este último con un espesor mayor a 3 metros. Se encuentra en la parte sureste de la zona de estudio en contacto con la sierra residual y escarpes de línea de falla.

10.2.14 Ladera escalonada (Sles). Laderas estructurales, con estratos en forma de escalón, cuyas pendientes varían entre muy inclinados a escarpados y dispuestos a favor o en contra de la pendiente del terreno, de longitudes largas, de forma recta, irregular a escalonada, separada por escarpes abruptos de menor longitud como consecuencia de la incisión de los drenajes de tipo dendrítico.

Se definen hacia la parte noroeste de la zona de estudio limitando con la Plancha 302-Aipe, predominando un patrón de drenaje dendrítico. La intensidad de erosión es alta. Se observa la estratificación de las capas en contra de la pendiente de la Formación Tuné, compuesta por lodolitas negras y areniscas de grano fino en contra de la pendiente. Así mismo, hacia el suroeste se presentan laderas con desarrollo de drenaje dendrítico, intensidad de erosión baja y cobertura vegetal moderada. Se observa estratificación de las capas sedimentarias en contra de la pendiente (ver Figura 59) de las Formaciones Baché y Seca; las cuales la conforman. No se evidencian movimientos en masa en ninguna zona donde se ubica la unidad. De igual modo, también se encuentran laderas escarpadas, de

longitud corta, forma cóncava e irregular y de morfología alomada hacia la parte suroeste en contacto con el flanco oriental parte inferior del Embalse de Betania. De morfología alomada, laderas escarpadas de longitud corta, forma cóncava e irregular. No presenta drenajes que se circulen por la unidad, por lo cual, no se define un patrón. Presenta erosión intensa laminar y en surcos. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad. Geológicamente están sobre la Formación Gigante y los depósitos de abanicos antiguos moderadamente disecados; materiales de baja compactación y competencia.

Figura 59. Panorámica de la unidad Ladera Escalonada, se observa los estratos en contra de la pendiente. En la imagen superior la ladera presenta pendientes escarpadas. En la imagen inferior las laderas presentan alta cobertura, y los estratos están en contra de la pendiente.



10.2.15 Ladera estructural de espinazo (Sele). Geoforma definida como ladera de espinazo estructural generalmente desnuda, con estratos inclinados en favor de la pendiente ($> 20^\circ$), (ver Figura 60), ubicada hacia la parte suroeste de la Plancha 323-Neiva. Presenta morfología colinada con laderas de longitud muy corta a corta, de formas rectas o convexas y con pendientes muy escarpadas. Son resultado de la acción erosiva sobre rocas duras a intermedias con el desarrollo de drenajes subparalelos asociados al río Baché con baja densidad y frecuencia. No se evidencian procesos de movimientos en masa. Intensidad de erosión baja y cobertura del suelo tipo matorrales y pasto.

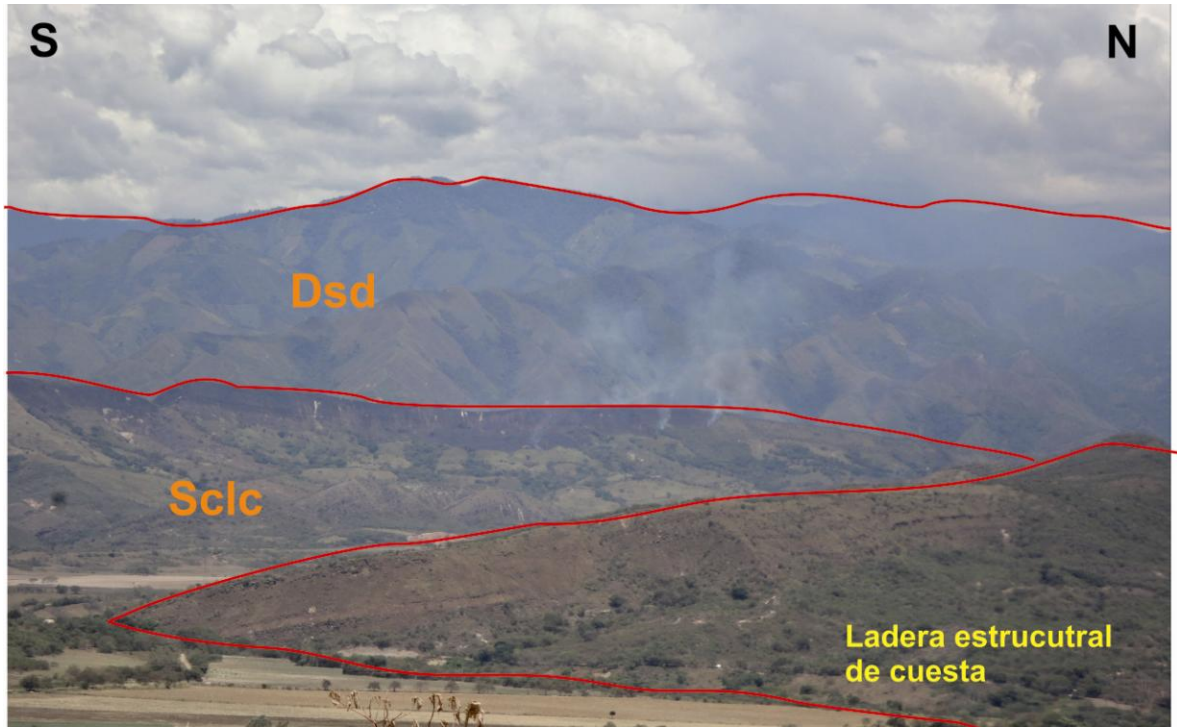
Figura 60. Panorámica de la unidad Ladera estructural de espinazo (Sele), tomada desde la vía Neiva – Palermo. Los estratos se observan a favor de la pendiente.



10.2.16 Ladera estructural de cuesta (Scle). Laderas generalmente desnudas con estratos dispuestos a favor de la pendiente. Se presenta en dos partes de la zona de estudio. Hacia la parte oeste central presentan morfología alomada, con pendientes muy inclinadas, de forma recta y longitud corta. Se encuentran drenadas por un patrón dendrítico de moderada a baja frecuencia y densidad. Litológicamente las contienen rocas del Grupo Olini y estructuralmente se encuentra asociada a la falla de la Boa que se presenta paralela a la unidad. De igual modo, paralelamente a la falla de Yaguará se encuentra estas laderas de morfología colinada, con pendientes muy abruptas a escarpadas de longitud corta y bajo relieve (ver Figura 61). No presenta ningún drenaje que circule por la unidad. Se encuentra sobre material sedimentario del Grupo Olini.

No se asocian movimientos en masa en las áreas anteriormente descritas.

Figura 61. La imagen muestra la unidad Laderas estructural de cuesta (Scle) en contacto con su contrapendiente (Sclc) y esta con la Sierra denudada (Dsd). También el predominio de cobertura de pasto y erosión de tipo terracetas.



Fuente: Autor.

10.2.17 Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale). Laderas de sierra anticlinal generalmente denudadas, con estratos inclinados a favor de la pendiente, de longitud corta a moderadamente larga, de morfología montañosa, con pendientes muy abruptas a escarpadas. Se localizan hacia la esquina noroeste de Plancha 323-Neiva, limitando y continuando, al norte con la Plancha 302-Aipe y al oeste con la Plancha 322-Santa María.

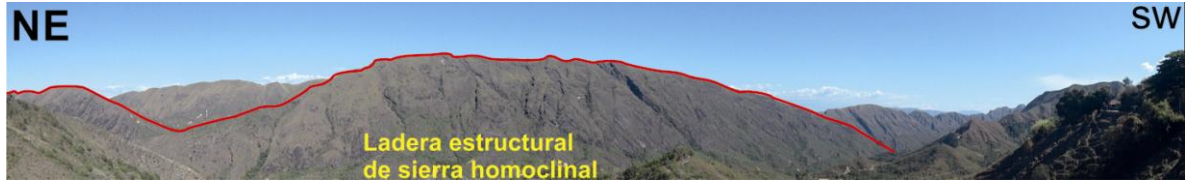
También se definen hacia la parte suroeste y entre los flancos del Embalse de Betania. Se constituye de rocas intermedias a duras, como areniscas cuarzosas, lodolitas calcáreas y calizas. No se asocian movimientos en masa sobre la

geoforma. Predomina el patrón de drenaje dendrítico de alta densidad y frecuencia, el cual, desemboca en el Embalse de Betania.

10.2.18 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle). Laderas de sierra homoclinal, de longitud corta a moderadamente larga de formas rectas a convexas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas (ver Figura 52). Localizadas hacia la parte noroeste y suroeste de la zona de estudio. Al noroeste se encuentran constituidas por rocas sedimentarias consolidadas, pertenecientes a las Formación Doima y la Formación Potrerillo, asociando intercalaciones de conglomerados de cuarzo lechoso, líticos metamórficos, areniscas conglomeráticas y lodolitas rojas, así como, areniscas blancas de grano grueso a conglomerático hacia la parte más sur. Se observan procesos de erosión moderada tipo terracetos y erosión en surcos. Hacia la parte suroeste se encuentra en contacto con la Plancha 344-Tesalia, influenciada por la Falla de Betania que pasa paralelamente. No se asocia movimientos en masa sobre esta unidad pero la intensidad de erosión es severa. El patrón de drenaje típico es subparalelo. El proceso estructural está afectando a las rocas de la Formación Palermo. De igual modo, también se presentan en el margen inferior en contacto con la Plancha 367-Gigante. El patrón de drenaje es subparalelo, de moderada frecuencia y densidad. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad que afecten la estabilidad de la ladera. El proceso estructural se da sobre la Formación Gigante.

Además se presenta una secuencia entre los dos flancos del Embalse de Betania. No desarrolla ningún tipo de drenaje. Litológicamente se encuentra sobre conglomerados cuarzosos de las formaciones Doima y Potrerillo.

Figura 62. Panorámica de la unidad Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle). Sector El Mirador, se observa el relieve montañoso y la ladera escarpada.



10.2.19 Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle). Laderas de sierra sinclinal definidas por estratos inclinados en favor de la pendiente del terreno, conformando una artesa. De longitud corta, con forma cóncava y pendientes muy escarpadas. Son producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas a intermedias, con predominio de drenajes dendríticos a subparalelo. Se presentan hacia la parte oeste central y hacia margen este en contacto con la Plancha 324-Tello asociadas al sinclinal de San Antonio de la zona de estudio. Hacia la parte oeste central, la unidad presenta morfología montañosa, de laderas largas a muy largas con pendientes muy abruptas a escarpadas y forma recta a cóncava (ver Figura 63). El patrón de drenaje típico es dendrítico de moderada a alta frecuencia y densidad. Geológicamente esta unidad se desarrolla sobre la Formación caballos de un material moderadamente meteorizado y erosionado. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad. Hacia el margen este, la unidad es de menor extensión, se encuentra sobre material sedimentario de la Formación Palermo, predomina el drenaje dendrítico con tendencia a subparalelo el cual desemboca en el río Magdalena, de morfología montañosa y laderas muy abruptas a escarpadas (ver Figura 64) con curvas de nivel menor a 500 m. No se evidencian procesos de movimientos en masa.

Figura 63. Panorámica de la geoforma Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle).se muestra la morfología montañosa y las laderas muy abruptas a escarpadas.



Figura 64. Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 1/21/2013); para la unidad Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle), con la Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal. Ubicada hacia el margen oeste de la zona de estudio continuando en la Plancha 324-Tello.

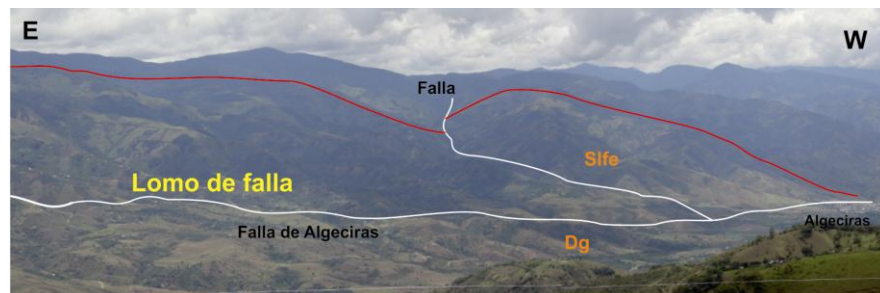


10.2.20 Lomo de falla (Sif). Cerro elongado de morfología alomada, de laderas cortas a muy cortas, de forma convexa y recta; y con pendientes abruptas a escarpadas, localizado a lo largo de una falla de rumbo, y formados por el efecto combinado del desplazamiento lateral y el plano de falla, los cuales determinan la expulsión hacia arriba de un bloque de terreno.

Se asocia a rocas volcanosedimentarias muy fracturadas de la Formación Saldaña. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad. Desarrolla cobertura de suelo de tipo boscosa. El patrón de drenaje dominante es subparalelo hacia la equina noroeste de la zona de estudio.

Hacia el sureste de la zona de estudio está definido por la influencia tectónica de dos fallas paralelas (ver Figura 65). Presenta morfología colinada a montañosa, laderas largas a muy largas de bajo relieve con pendientes muy abruptas y forma recta y cóncava. El patrón de drenaje es subparalelo que se desarrolla paralelamente al fallamiento. La intensidad de erosión es baja. Geológicamente esta unidad se desarrolla sobre el Grupo Garzón

Figura 65. Panorámica de la geoforma Lomo de falla asociada a la falla de Algeciras como se muestra en la imagen. Y el contacto con las unidades Escarpe de línea de falla (Sife) y Glacis (Dg).



10.2.21 Sierra anticlinal (Ssan). La unidad se distribuye en tres partes de la zona de estudio. Hacia la parte central norte siguiendo el eje del Anticlinal de San Francisco (ver Figura 66), está formada por el arqueamiento de los estratos o capas que se inclinan divergentemente a partir de su eje.

Conforma laderas estructurales inclinadas a muy abruptas de forma convexa. De acuerdo a la topografía el relieve es alomado; no hay presencia de procesos erosivos intensos, ni procesos de remoción. Hacia el margen inferior noroeste

también se encuentra esta unidad en menor extensión, la densidad de drenaje es muy bajo, así como la frecuencia pero se define un patrón dendrítico. Las rocas que la conforman son de la Formación Palermo y no se presentan movimientos en masa asociados. También se define hacia la parte central. Presentando morfología colinada a montañosa, de laderas moderadamente largas, rectas y cóncavas moderadamente disectadas por drenajes dendríticos. Litológicamente está formada sobre material volcanosedimentario de la Formación Saldaña. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad.

Figura 66. Se muestra la unidad Sierra anticlinal (Ssan), localizada al noroeste de la plancha, sobre el sector San Francisco. Las carreteras y los escarpes se deben a la influencia del sector petrolero.



Fuente: Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013).

10.2.22 Sierra homoclinal (Ssh). Esta unidad está localizada en el margen central oeste.

Presenta morfología colinada, laderas escarpadas de longitud corta y forma irregular. Se desarrolla sobre la Formación Baché, donde los estratos se encuentran a favor de la pendiente. No se asocian movimientos en masa sobre la geoforma. El patrón de drenaje típico es subparalelo de baja frecuencia y

densidad. Presenta cobertura de tipo pasto y matorral en el 50% de la unidad, la otra mitad se encuentra sin cobertura por procesos intensos de erosión y denudación.

10.2.23 Sierras y lomos de presión (Sslp). Prominencia topográfica de morfología montañosa con índice de relieve moderado, formada por la intervención estructural de fallas inferidas presentes hacia la parte noreste de la zona de estudio. De laderas moderadamente largas a largas, de forma recta y cóncava, con pendientes muy abruptas a escarpadas (ver Figura 67). Cobertura de suelo boscosa. El patrón de drenaje es dendrítico subparalelo. No se asocian movimientos en masa en la unidad, pero si alta intensidad de erosión.

Así mismo, sobre la Sierra Denudada (Dsd), también se define esta unidad, paralela a un lineamiento hacia la parte suroeste de la zona de estudio. De laderas agudas, irregulares, muy abruptas y longitud corta. El Patrón de drenaje es subparalelo de moderada frecuencia y densidad. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad. Presenta baja erosión de tipo surcos por donde drenan las quebradas. Litológicamente se encuentra sobre material ígneo intrusivo del Monzogranito de Algeciras.

Figura 67. Imagen de la geoforma Sierras y lomos de presión (Sslp). Se muestra la unidad influenciada por erosión de tipo terracetas, cobertura de tipo pasto y matorral; ubicada en la parte noroeste de la zona.



10.3 GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL Y LAGUNAR.

Las geoformas de origen fluvial descritas en la zona de estudio, son originadas por procesos de erosión de las corrientes de los ríos Magdalena, que transcurre hacia el centro de la plancha de sur a norte; Ceibas ubicado hacia la parte este central, el Baché que se desplaza casi paralelamente al Magdalena hacia la parte oeste y Neiva hacia la parte central oeste. Además producto de la acumulación se materiales de las zonas aledañas a dichas corrientes. De esta manera es posible encontrar geoformas aledañas a ríos y quebradas, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre. Las unidades de origen aluvial identificadas y su descripción se listan a continuación.

10.3.1 Abanico fluviotorrencial (Faa). Geoforma definida como una superficie en forma de cono, de gran extensión en la zona de estudio con dirección NE-SW. De morfología plana a suavemente ondulada (ver Figura 68). El ancho y la longitud comprenden varios kilómetros. Desarrolla patrón de drenaje subdendrítico y dendrítico. Su origen está asociado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial. Se asocian dos movimientos en la parte suroeste de la unidad de tipo deslizamiento traslacional. Geológicamente se encuentra modelando los depósitos cuaternarios que fueron desplazados por los cauces de los principales ríos presentes.

En la Figura 69 se muestra que la unidad comprende el municipio de Campoalegre (Huila).

Figura 68. Panorámica de la unidad Abanico Fluviotorrencial (Faa), se observa la morfología plana e intensa erosión debido al sistema fluvial.



Figura 69. Panorámicas de la geofoma Abanico fluviotorrencial (Faa). Se muestra la morfología plana a suavemente ondulada e involucra al municipio de Campoalegre.



10.3.2 Barra compuesta (Fbc). Superficies formadas por más de una barra sobre el cauce del río Magdalena (ver Figura 70) alcanzando cientos de metros lateralmente y varios kilómetros longitudinalmente. La compilación de varias barras se debe a eventos de erosión y sedimentación. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad debido a la baja inclinación de la pendiente.

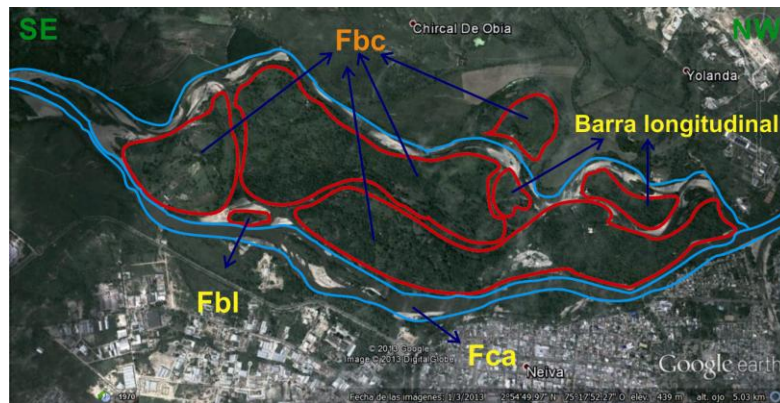
Figura 70. Se muestra la geoforma Barra compuesta (Fbc) desarrollada entre el río Magdalena.



Fuente: Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 1/3/2013).

10.3.3 Barra longitudinal (Fbl). Cuerpo elongado de morfología plana, orientada paralelamente en el centro del cauce del río Magdalena (ver Figura 71). Su origen está asociado a la acumulación de sedimentos de depósitos cuaternarios, constituidos principalmente por arenas y gravas. Definidas hacia la parte norte y central sobre el río Magdalena.

Figura 71. Se muestra la geoforma Barra longitudinal (Fbl) desarrollada entre el cauce del rio Magdalena.



Fuente: Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 1/3/2013)

10.3.4 Cauce aluvial (Fca). Geoforma definida como canal, de forma irregular dado a los dos principales ríos del área (Magdalena, Baché y Ceibas), excavado por sus corrientes permanentes, dentro de sedimentos y depósitos aluviales; subsistiendo por grandes distancias, especialmente el rio Magdalena (ver Figura 72), el cual, llega hasta el norte del país desembocando en el mar Caribe. En el Baché desembocan drenajes dendríticos en la zona superior y paralelos en el área inferior; el curso es bastante irregular formando barras compuestas y longitudinales. Para el segundo el patrón de drenaje predominante es dendrítico. En el rio Ceibas desembocan drenajes subdendríticos.

Figura 72. Panorámicas la geoforma Cauce aluvial. Se muestra el cauce del Rio magdalena hacia la zona suroeste de la Plancha 345-Campoalegre.



10.3.5 Cono de deyección (Fcdy). Geoforma definida como una superficie en forma de cono (ver Figura 73) en vista de planta, ubicada al suroeste de la zona de estudio. De morfología plana a suavemente ondulada. Desarrolla patrón de drenaje subdendrítico de baja frecuencia y densidad. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad. Su origen está asociado a zonas planas donde los drenaje llegan al abanico fluviotorrencial.

Figura 73. Se muestra la geoforma Cono de deyección (Fcdy) casi paralela al Cauce aluvial (Fca). De morfología plana a suavemente ondulada.



Fuente: Imagen Landsat tomada y procesada en Google Earth (Fecha de la imagen: 4/9/2013).

10.3.6 Plano o llanura de inundación (Fpi). Franja de terreno plana, de morfología baja (ver Figura 74) y eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales de los ríos Magdalena, Baché y Ceibas; y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial.

Figura 74. Panorámica de la unidad Plano llanura de inundación asociada al río Bache.



10.3.7 Terraza de acumulación antigua (Ftan). Unidad en forma de franja, de morfología alomada de varios kilómetros de extensión, en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Se localiza hacia la parte noroeste de la zona de estudio abarcando el corregimiento San Luis. Se encuentra limitada por escarpes muy disectados por drenajes subdendríticos en forma de “V”. Se desarrolla sobre las rocas volcanosedimentarias de la Formación Saldaña. No se asocian movimientos en masa sobre esta unidad.

La cobertura de suelo es baja, puesto gran parte de la unidad comprende el corregimiento anteriormente nombrado.

10.3.8 Terraza de acumulación (Fta). Geoforma definida como una superficie en forma de cono. Presenta morfología plana en forma paralela en las dos márgenes a lo largo del cauce de los ríos Baché, Magdalena (ver Figura 75), y Ceibas; e involucra la capital de Neiva (ver Figura 76) del Departamento de Huila. Su génesis está asociada a procesos de erosión y acumulación. Constituidas principalmente de gravas y arenas.

Figura 75. En la imagen se muestra la unidad Terraza de acumulación (Fta) involucrando el municipio de Neiva. Se observa la morfología plana.

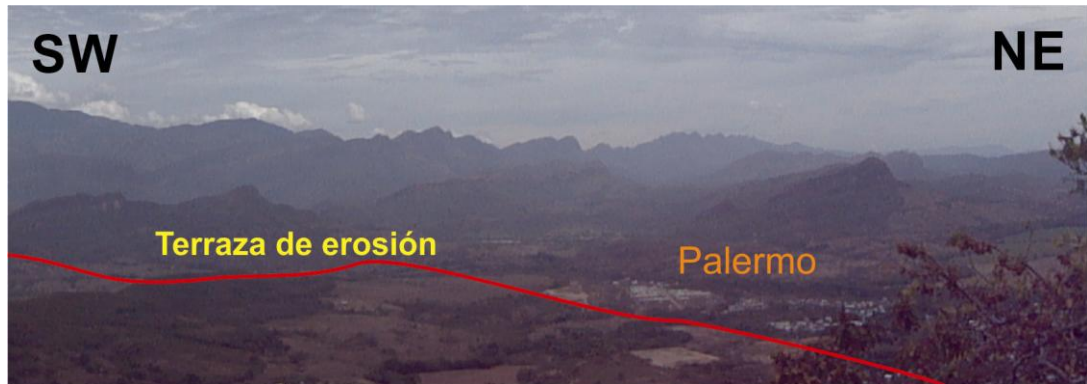


Figura 76. Panorámica de la geoforma Terraza de acumulación (Fta) en contacto con el Rio Magdalena.



10.3.9 Terraza de erosión (Fte). Geoforma definida como un plano alargado desarrollada no paralelamente al río Baché en la parte oeste central de la zona de estudio. Está limitada por unidades morfoestructurales de laderas con diferentes escarpes. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad. Este tipo de terraza se asocia a la erosión lateral y procesos de levantamiento tectónicos, definidos en este caso por la Falla de Upar. De morfología plana, con cobertura boscosa y matorral (ver Figura 77).

Figura 77. Fotografía de la unidad Terraza de erosión (Fte). Hacia la parte derecha se observa el municipio de Palermo.

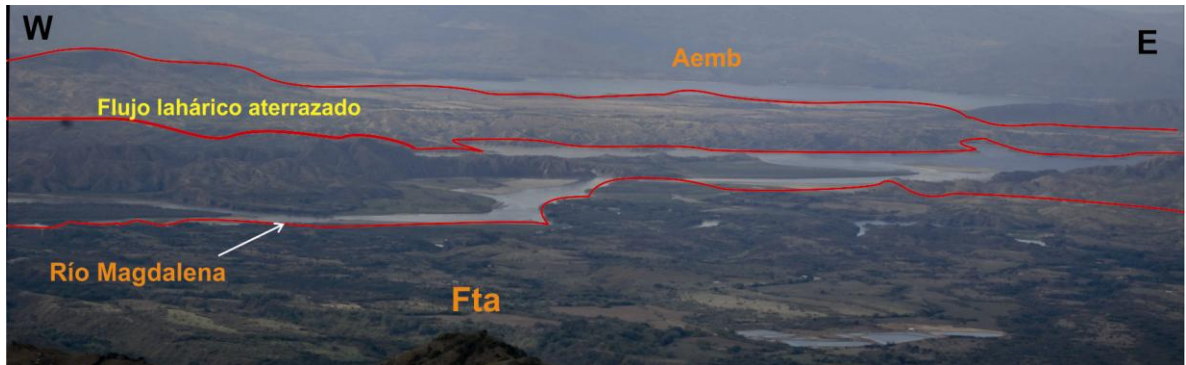


10.3.10 Planicie aluvial confinada (Fpac). Unidad definida como una franja de terreno de morfología plana, muy angosta, eventualmente inundable y en forma de “U”, limitada por geformas de morfología alomada, hacia el noreste de la Plancha 323-Neiva, bordeando el cauce del río Magdalena; constituido por material sedimentario, gravas, arenas y arcillas; y montañosa, hacia el noroeste de la zona de estudio aproximadamente a 5 k del cauce del río Baché; está constituida por areniscas cuarzosas de la Formación Tabla. Así mismo, hacia la parte noreste paralelamente a la falla de Algeciras y al río Neiva se encuentra también esta unidad. Con desarrollo de drenaje subdentítico.

10.4 GEOFORMAS DE ORIGEN VOLCÁNICO

10.4.1 Flujo lahárico aterrazado (Vfla). Unidad en forma de lóbulo de pendientes planas a suavemente inclinadas con escarpes de altura variable. Localizada alrededor del flanco izquierdo del Embalse de Betania (ver Figura 78) y hacia la parte superior del mismo. Presenta patrón de drenaje dendrítico de alta frecuencia y densidad. Su origen está asociado a remoción de material volcánico de tipo pumítico.

Figura 78. Panorámica de la geoforma Flujo lahárico aterrazado (Vfla). Se muestra la forma de lóbulo en contacto con el Río Magdalena.



10.4.2 Cono Lahárico (Vcl). Superficie en forma de abanico, de morfología plana, suavemente inclinado (2° - 5°), localmente aterrazado, con escarpes de diferente altura, puede alcanzar dimensiones kilométricas. Su génesis está asociada a la acumulación de productos volcánicos pumíticos previamente depositados o generados durante la erupción, que han sido mezclados o removidos por cuerpos de aguas superficiales (como el río Pedernal), cuando llegan a zonas de valles amplios de la corriente por la cual viene canalizado. Se definen hacia el margen sureste continuando en la Plancha 344-Tesalia. No se asocian movimientos en masa sobre la unidad.

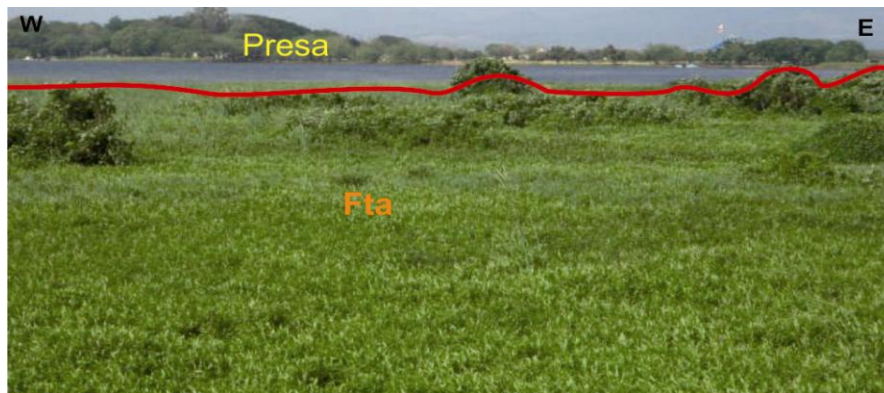
10.5 GEOFORMAS DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO

10.5.1 Presa (Ap). Barrera artificial en forma de arco, ubicada hacia el flanco oriental del río Magdalena al centro sur de la zona de estudio sobre una terraza de acumulación.

El principal uso está asociado a criadero de peces y deportes náuticos. Sobre esta unidad no circulan drenajes. Se encuentra bordeada por cobertura tipo pastos predominantemente y matorrales en un bajo porcentaje (ver Figura 79). Litológicamente alrededor de la geoforma se presentan depósitos de terrazas

recientes constituidos por gravas, arenas sueltas y cantos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias traídos y depositados por el río Magdalena. Por encontrarse en una zona plana topográficamente, se puede decir que el índice de relieve es muy bajo.

Figura 79. Se muestra parte de geoforma, Presa (Ap), bordeada por cobertura tipo pasto en mayor proporción y matorrales en bajo porcentaje; se observa el contacto con la unidad fluvial Fta.



Fuente: Tomada de Google Fotografías, por Samir Caicedo Leiva, (2010), procesada por Autor.

10.5.2 Embalses. Geoforma antropogénica ubicada al oeste central de la Plancha 345-Campoalegre Es originada por acumulación de agua producida por la obstrucción en el lecho del Río Magdalena cerrando parcialmente su cauce Los drenajes que desembocan en esta presa son principalmente de patrón dendrítico. En contacto se encuentra dominio de geoformas estructurales por la influencia del fallamiento en el área.

La Figura 80 muestra parte de los flancos que comprenden el Embalse de Betania.

Figura 80. Imagen superior: Fotografía de detalle del Embalse de Betania; se muestra la unidad Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo). Flanco derecho parte inferior. Imágenes inferiores: Panorámicas del Embalse de la parte sur del flanco derecho.



11. CONCLUSIONES

Este trabajo muestra el resultado de la observación de las características mínimas consideradas para el desarrollo de un levantamiento geomorfológico general y su posterior mapeo, que permitieron la definición de las unidades geomorfológicas expuestas en los Mapas geomorfológicos de las Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre (VSM), a partir de la estandarización de unidades geomorfológicas para escala 1:100.00 del Glosario de unidades geomorfológicas (SGC, 2012).

La zona de estudio (Planchas 323-Neiva y 345-Campoalegre) se caracteriza por presentar geoformas asociadas a cinco ambientes geomorfológicos - geoformas de origen denudacional predominando hacia la parte norte, comprendiendo un área de 1099,48 Km², es decir el 31,12 % del área total - geoformas de origen morfoestructural definidas por la importante influencia tectónica con 1413,63 Km² y 40,01% del área total- geoformas de origen fluvial y lagunar con asociadas a la extensa red hídrica que recorre la zona con 924,24 Km² y 26,16% del área total- geoformas de origen volcánico, asociadas a material volcánico presente en depósitos cuaternarios, con presencia de dos unidades correspondiente a 35,04 Km² y 1,72% y - geoformas de origen antropogénico, relacionadas principalmente por la ejecución de la mano del hombre, como el Embalse de Betania con 60,93 Km² y 1,32%.

Las unidades de origen denudacional se desarrollan a partir de procesos intensos de meteorización, erosión y transporte pluvial principalmente. La geoforma Sierra denudada (Dsd) presenta un 11,42% correspondiente a 403,36 Km² mostrando un dominio del área total de la zona de estudio, modelando las unidades geológicas: Grupo Garzón, Monzogranito de Algeciras, Batolito de Ibagué y Formación Saldaña. Muestra una morfología montañosa con alta intensidad de erosión e influencia pluvial, generando movimientos en masa de tipo deslizamiento

traslacional y caídas de rocas, predominantemente. Seguida por la geoforma Montículos y ondulaciones denudacionales (Dmo) con un porcentaje de 6,18% correspondiente a 218,49 Km², definiendo la parte más baja topográficamente. Modela las unidades geológicas Sedimentitas de Fortalecillas y Formación Neiva, presenta alta intensidad de erosión.

Las unidades de origen estructural se distribuyen en toda la zona de estudio con predominio hacia la parte occidental y suroriental hacia la parte occidental de la zona de estudio, definidas por los sistemas de fallas de Chusma, Potrerillos y Algeciras y las demás fallas y lineamientos presentes. La unidad espolón presenta un 5,76% correspondiendo a 203,58 Km² del área total, definiendo la parte suroeste, modelando las rocas del Grupo Garzón y Monzogranito de Algeciras. Seguida por la unidad espolón facetado, asociada a facetas triangulares, definido por el fallamiento de rumbo dextral de la falla de Algeciras con un 4,44%, correspondiendo a 156,99 Km² del área total.

Las unidades de origen fluvial se presentan hacia la parte central de la zona de estudio con predominio de la geoforma Abanico fluviotorrencial (Faa) definida hacia los márgenes del río Magdalena y Baché, con un 14,80% y 522,98 Km² del área total; presentando morfología plana a suavemente inclinada. Seguida por la unidad Planos o llanuras de inundación asociada a la anterior con 5,51% y 194,62Km² del área total. Definidas por la extensa red hídrica, asociadas a los ríos Magdalena (uno de los principales ríos del país) y Ceibas (la principal fuente abastecedora del acueducto de Neiva).

Se definieron dos unidades volcánicas denominadas, Cono lahárico y Flujo lahárico aterrazado, este último, siendo el de mayor predominio con 31,32 Km² y 0,89 % del área total; asociados al material volcánico presente en el depósito cuaternario, Terrazas pumíticas asumido por acumulaciones de los ríos

Magdalena, Yaguará y Pedernal, a partir de la erosión de materiales volcánicos presentes en los abanicos antiguos.

Por último, se interpretaron dos unidades antropogénicas, correspondientes a Embalses, asociada al Embalse de Betania con 60,44 Km² y 1,71% del área total y Presa, definida por el represamiento de agua como una barrera artificial, comprendiendo 0,50 Km² y 0,014%.

Con respecto la morfodinámica, 31 de un total de 54 movimientos en masa registrados se presentan hacia la parte noroccidental y suroriental de la zona de estudio. Siendo la meteorización física moderada a alta, de las unidades Grupo Garzón, Monzogranito de Algeciras, Batolito de Ibagué y Formación Saldaña, las lluvias y la erosión pluvial, las principales causas que generan dichos movimientos. En dichos cuadrantes la morfología es montañosa y las laderas tienen una inclinación mayor a 21° (muy abruptas a escarpadas), lo cual gravitacionalmente indica que la masa se desplace varios metros y se pueda llegar a formar movimientos en masa con grandes dimensiones, generando afectación de tipo económico, ambiental y/o estructural.

En general la zona de estudio presenta alto contraste en la morfología, desde relieves muy bajos hacia la parte central y relieves altos hacia la parte noroccidental y suroriental, donde se generaron la mayoría de movimientos en masa debido a la alta intensidad de meteorización y la influencia de lluvias y erosión pluvial.

12. RECOMENDACIONES

La ciudad de Neiva (Capital del Departamento del Huila), se relaciona con un ambiente fluvial; sin embargo pertenece al ambiente antropogénico, pero no existe una unidad en el Glosario guía, para asociarla. Se recomienda ampliar el dicho glosario y definir una unidad en la cual se describa asentamientos urbanos, que contengan un área mayor a 4 Hectáreas determinada para escala 1:100.000.

Definir puntos de erosión, así como, se describieron los puntos SIMMA, la cual, es un factor importante para la determinación de la zonificación de zonas susceptibles a movimientos en masa.

BIBLIOGRAFÍA

CALVACHE, M., RUIZ, G., ARÉVALO, L., LEYVA, O., MOYA, H., TREJOS, G., ORTEGÓN, C., BELLO, E., ALVARADO, C., SANDOVAL, J ALVARADO, A. 2012. Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC. 31 p. Bogotá.

Disponible en: <http://www.cuencariolasceibas.org/>

FERREIRA, P., NÚÑEZ, A., RODRÍGUEZ, M. 1998. Geología de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá.

FERREIRA, P., NÚÑEZ, A., RODRÍGUEZ, M. 2002. Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. Ingeominas, 11, 25, 67, 68, 85, 86, 87 p. Bogotá.

Grupo de Estándares para Movimientos en Masa (GEMMA). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 1 p. Canadá.

IDEAM. 2000. Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. Subdirección de Meteorología. Bogotá.

IGAC. 2005. Hoja No. 323–Neiva escala 1:100.000. Subdirección de geografía y cartografía. Bogotá.

IGAC. 2005. Hoja No. 345-Betania escala 1:100.000. Subdirección de geografía y cartografía. Instituto geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

LEIVA, O., MOYA, H., TREJOS., G., CARVAJAL, J., 2012. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. SGC, 13-40 p. Bogotá.

MORALES, C.; CAICEDO, J. C.; VELANDIA, F.; NÚÑEZ, A. 2001. Memoria explicativa levantamiento geológico de la Plancha 345 Campoalegre. Escala 1:100.000. Ingeominas, 11, 23, 61, 73 p. Bogotá.

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO (PMA) – GEMMA. Geociencias para las Comunidades andinas (GCA). 2007. Movimientos en masa en la región andina, una guía para la evaluación de amenazas.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. DEPARTAMENTO DEL HUILA. MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE. Ajuste del plan básico de ordenamiento territorial DEL Municipio de Campoalegre. Disponible en: http://www.campoalegre-huila.gov.co/apc-aa-files/31306636643361643539633763323731/PLAN_BASICO_DE_ORDENAMIENTO_TERRITORIAL.pdf

SGC. 2012. Anexo A. Glosario de unidades y subunidades geomorfológicas. Subdirección de amenazas geológicas y entorno ambiental. Bogotá.

UIS. 2013. Tabla de recolección de datos para cartografía geomorfológica. Escuela de geología. Bucaramanga.

VARGAS, R. A. 2012. Guía para la formulación del plan municipal del riesgo de desastres. Proyecto de asistencia técnica en gestión del riesgo a nivel municipal y departamental: UNGRD, consultada en

<http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/FormulariosPMGRD2012/Guia_PMGRD_2012_v1.pdf>. Bogotá.

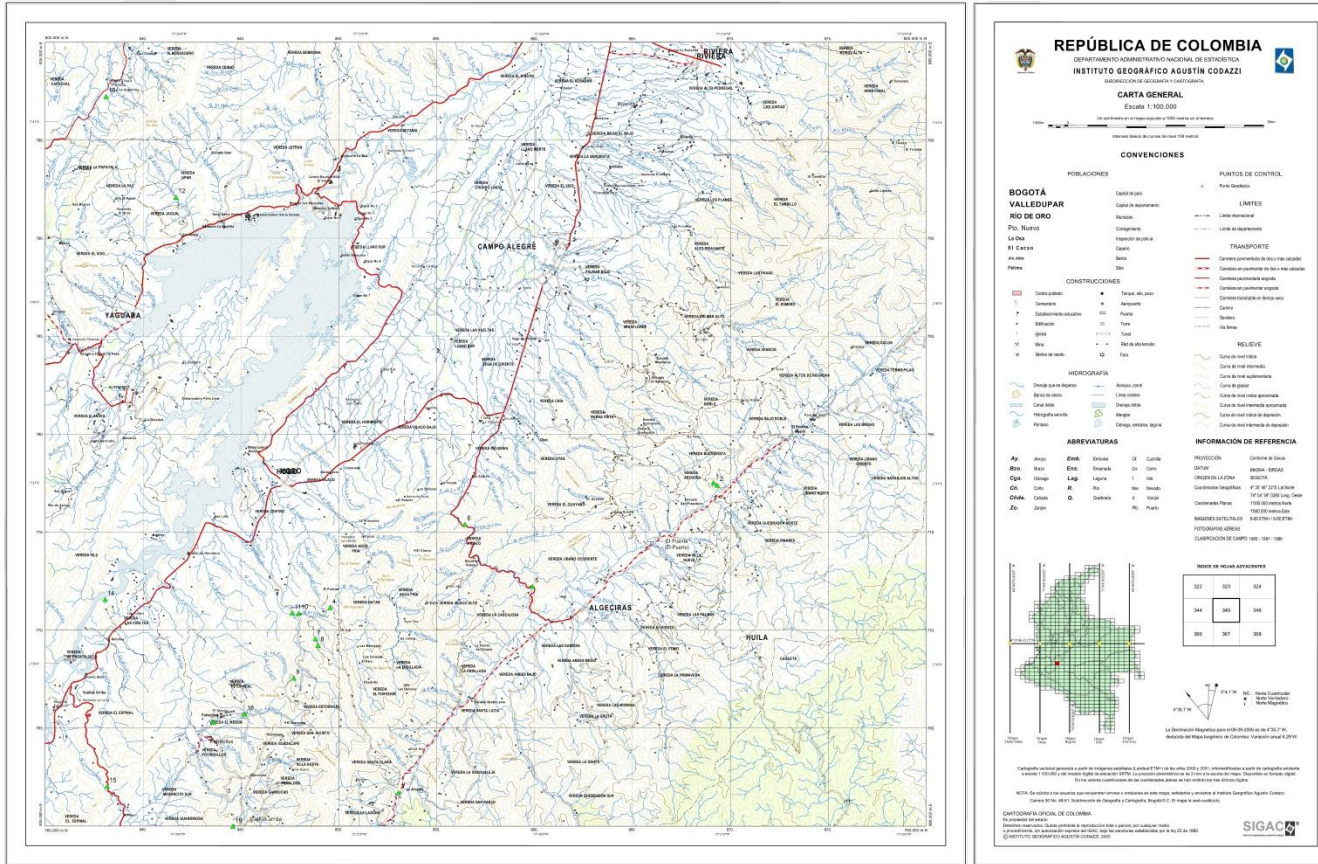
VELANDIA, F.; MORALES, C.; CAICEDO, J.; NÚÑEZ, A. 1999. Geología de la Plancha 345 Campoalegre. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá.

ANEXOS

ANEXO B. Mapa morfodinámico de la plancha 345-Campoalegre

DEPARTAMENTO DE HUILA

BETANIA



REPÚBLICA DE COLOMBIA
 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
 SERVICIOS DE RECONSTRUCCIÓN Y CARTOGRAFÍA

CARTA GENERAL
 Escala 1:100.000

1000 metros de escala horizontal en el terreno
 1000 metros de escala de línea en el plano

CONVENCIONES

POBLACIONES	PUNTOS DE CONTROL
BOGOTÁ	▲ Punto de control
VALLEDUPAR	LIMITES
RIO DE ORO	--- Límite departamental
La Osa	--- Límite de inspección
La Cruz	--- Límite de inspección
El Cerezo	--- Límite de inspección
Barro	--- Límite de inspección
Sin	--- Límite de inspección
CONSTRUCCIONES	TRANSPORTE
□ Construcción	— Carretera pavimentada de 6 a 8 carriles
□ Construcción	— Carretera en construcción de 6 a 8 carriles
□ Construcción	— Carretera en construcción de 4 carriles
□ Construcción	— Carretera en construcción de 2 carriles
□ Construcción	— Carretera en construcción de 1 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,5 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,25 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,03125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,015625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0078125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00390625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,001953125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0009765625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00048828125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000244140625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0001220703125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00006103515625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000030517578125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000152587890625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000762939453125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000003814697265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000019073486328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000095367431640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000476837158203125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000002384185791015625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000011920928955078125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000059604644775390625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000298023223876953125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000001490116119384765625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000007450580596923828125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000037252902984619140625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000001862645149230571875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000009313225746152859375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000046566128730764296875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000232830643653821484375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000001164153218269107221875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000005820766091345536109375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000029103830456727680546875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000145519152283638402734375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000727595761418192013671875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000003637978807090960068359375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000018189894035454800341796875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000090949470177224001708984375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000045474735088600085404471875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000227373675443000427022359375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000001136868377215000213511796875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000056843418875750010675984375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000284217094378750053379921875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000001421085471893750266899609375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000071054273594687513344998046875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000355271367973437566724990234375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000017763568398671875333624951171875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000088817841993393751668124755890625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000044408920996696875834062279453125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000222044604983484375417031497265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000001110223024917421875208515961328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000005551115124587109375104259806640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000002775557562293546875521299033203125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000013877787811467734375260649516609375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000069388939057338671875130324778346875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000346944695286693437565162389171875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000173472347643346875325811948890625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000867361738216671875162905944453125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000004336808691083393758145297222265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000002168404345541693754072648611328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000108420217277084687520363243056640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000542101086385423437510181621702734375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000002710505431927118755090608513671875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000135525026596359375254530425684375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000677625132981796875127265213421875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000003388125664908984375636326067109375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000169406283245446875318163033546875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000084703141622723437515908151677265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000423515708113611875795407838890625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000021175785404056093753977039194453125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000010587892702028046875198851959722265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000005293946351014043759942599861328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000264697317550702187549712999306640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000132348658775351093752485649965328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000661743293876675937512428249826640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000330871646938337968756214124941328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000165435823469168937531070624721875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000827179117244544687515535312361328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000041358958622222723437577676561806640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000002067947931111136118753883828003328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000010339739655555680937519419140016640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000051698698277778404687597095700083203125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000258493491388892223437548547850041609375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000012924674569444511875242739250208046875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000646233728472225937512136962510404375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000032311686424111129687560684825202021875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000001615584321205556484375303424126109375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000807792160602777824218751517120630546875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000403896080301388918757585603176234375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000201948040150694943753792801581171875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000100974020075347246875189640079059375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000504870100376736234375948200395296875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000252435050188368118754741001976484375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000001262175250941840937523705009882265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000063108762547092046875118525004941328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000315543812735451187559262524706640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000015777190636772759375296312610328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000788859531838637968751481562550516640625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000394429765916933937574078125252583203125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000019721488295849669375370390625126291609375 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000009860744147924834687518519531256314546875 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000049303720739624169375925976562531572265625 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000246518603698120968754629882812515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000012325930184906048437523149414062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000616296509245030468751157470726562515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000030814825462251534375578735132812515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000015407412731125766875289365664062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000007703706365562538343751446828320312515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000385185318277811875723414062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000192592659138890937536170726562515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000009629632956944468751808536320312515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000004814816478472234375904268160937515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000000240740823923611875452134062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000012037041196180593752260670320312515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000006018520598092468751130335160937515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000300926029904623437556516582812515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000001504630149523118752825829160937515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000000752315074761559375141291454687515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000037615753738077796875706457226562515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000018807876869038893753532286320312515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000009403938434519443751766143160937515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000004701969217259721875883070804687515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000000023509846086298593754415354062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000001175492304314929687522076770320312515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000000000058774615215746437511038385160937515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000000000029387307607873218755519192812515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,000000000000000000000000000000000000001469365380393660937527595964062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000000073468269019683046875137977920320312515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,0000000000000000000000000000000000000003673413450984153437568989610937515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00000000000000000000000000000000000000018367067254920766875344948054687515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,009183533627460383437517247402726562515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,004591766813730169375862370132812515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,00229588340686508468754311850664062515761328125 carril
□ Construcción	— Carretera en construcción de 0,001147941703432

