

**APLICACIÓN METODOLOGÍA SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO SGC
PARA LA ELABORACION DEL MAPA GEOMORFOLÓGICO A ESCALA
1: 100.000 DE LA SUBCUENCA DEL RIO OPONGOY, MUNICIPIOS DE
TANGUA Y PASTO – DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

OSCAR ROSERO DIAZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**APLICACIÓN METODOLOGÍA SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO SGC
PARA LA ELABORACION DEL MAPA GEOMORFOLÓGICO A ESCALA
1: 100.000 DE LA SUBCUENCA DEL RIO OPONGOY, MUNICIPIOS DE
TANGUA Y PASTO – DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

OSCAR ROSERO DIAZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Geógrafo**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2013

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. PROBLEMA	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	14
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	15
2. JUSTIFICACION	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
4. MARCO REFERENCIAL.....	18
4.1 MARCO CONTEXTUAL.....	18
4.1.1 Localización geográfica de la microcuenca Opongoy.	18
4.2 MARCO CONCEPTUAL	21
4.2.1 Geomorfología.	21
4.2.2 Agentes morfogenéticos	22
4.2.3 Ambiente morfogenético.	23
4.2.4 Cuenca hidrográfica	25
4.2.5 La cuenca como sistema, componentes	26
4.2.6 Vocación y potencialidad de la cuenca hidrográfica.....	26
4.3 MARCO LEGAL	28
5. METODOLOGIA	32
5.1 PRIMER OBJETIVO: Ajustar la metodología SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO 1:100.000 a 1:25.000	32
5.1.1 Revisión de material bibliográfico Servicio geológico colombiano, Ideam y Otros	32
5.2 SEGUNDO OBJETIVO	38

5.2.1	Digitalización de planchas topográficas IGAC, 1: 25.000 y geológicas Ingeominas 1: 100.000 en formato de SHP utilizando el Software ArcGIS 10.0	38
5.2.2	Escaneo, ortorectificación, Georeferenciación, y procesamiento de pseudoestereoscopia de pares estereoscópicos aerofotograficos IGAC en Software ERDAS 9.....	39
5.2.3	Ortorectificación, Georeferenciación, y procesamiento de pseudoestereoscopia de imágenes satelitales SPOT y ASTER en Software ERDAS 9.1	39
5.2.4.	Ortorectificación, Georeferenciación del MDT.....	44
5.2.5	Fotointerpretación de imágenes satelitales y aerofotografías en pares estereoscópicos en Software ERDAS 9.1	46
5.2.6	Procesamiento del MDT en Software ArcGIS 10,0.	46
5.2.7	Zonificación de áreas homogéneas y producción de cartografía analítica de unidades geomorfológicas.	46
5.2.8	Trabajo de campo.	47
5.2.9	Corrección de unidades identificadas analíticamente con la constatación en campo	47
5.3	TERCERA FASE: ESTABLECER LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS UNIDADES DE TERRENO, SU RELACIÓN Y CLASIFICACIÓN	47
5.3.1	Digitalización de las respectivas unidades geomorfológicas.....	47
5.3.2	Medir cada una de las áreas y perímetros encontrados en las unidades geomorfológicas.....	47
5.3.3	Individualizar y describir cada una de las unidades geomorfológicas.	47
5.3.4	Describir el área geomorfológica de la microcuenca (paisaje).	48
6.	ANTECEDENTES	51
7.	LISTA DE MATERIAL CARTOGRAFICO	53
8.	ANALISIS DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS EXISTENTES EN LA MICROCUENCA DEL RIO OPONGOY	54

8.1	GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL (ESCALA 1:10.000.000)	55
8.2	PROVINCIA GEOMORFOLÓGICA (ESCALA 1:1'000.000)	56
8.3	REGIÓN GEOMORFOLÓGICA (ESCALA 1:250.000)	56
8.4	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA (Escala 1:100.000).....	58
9.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO OPONGOY.....	68
10.	PENDIENTES	70
11.	CONCLUSIONES	72
12.	RECOMENDACIONES	72
	BIBLIOGRAFIA.....	74
	NETGRAFIA	76
	ANEXOS	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación.....	20
Figura 2. Planchas IGAC 429 IV C y 429 IVA.....	34
Figura 3. Modelo digital de terreno.....	36
Figura 4. Modelo digital de terreno.....	37
Figura 5. Imagen satelital Áster de 14 metros de pixel del 2012.....	38
Figura 6. Material fotográfico.....	40
Figura 7. Cenda de la cuenca	44
Figura 8. Perimetro de la cuenca – modelo se sombras al fondo	45
Figura 9. Red de drenaje de la cuenca	46
Figura 10. Unidades geomorfológicas	48
Figura 11. Esquema de jerarquización -geomorfológica.....	54
Figura 12. Mapa geomorfologico.....	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Imágenes satelitales de acuerdo a pixel y escala.	41
Tabla 2. Imágenes satelitales de acuerdo a pixel y escala.	42
Tabla 3. Fases del proyecto.....	49
Tabla 4. Memoria explicativa. Regiones y Unidades Geomorfológicas	61
Tabla 5. Memoria explicativa, pendientes.	70

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mapa Base.....	72
Anexo B. Mapa de Pendientes.....	73
Anexo C. Modelo digital de Terreno.....	74
Anexo D. Imagen Aster.....	75
Anexo E. Mapa Geomorfológico.....	76
Anexo F. Registro Fotográfico.....	77

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo fundamental, la aplicación de la metodología propuesta en el DOCUMENTO METODOLÓGICO PARA LELABORACIÓN DEL MAPA GEMORFOLÓGICO, INSUMO PARA EL MAPA NACIONAL DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000, SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO para producir un mapa de unidades geomorfológicas de la subcuenca del río Opongoy ubicada entre los municipios de Tangua y Pasto. Para lograr el objetivo planteado, la metodología utiliza la Información fundamentada en la utilización de planchas topográficas, procesamiento e interpretación de imágenes satélites, elaboración de modelos digitales de terreno con su respectiva comprobación de campo, igualmente el uso de información temática de geología, relieve y suelos. El análisis de la información se fundamenta en el índice de posición topográfica y la segmentación de imágenes, para obtener un mapa combinado de geomorfología. El área escogida es la microcuenca del río Opongoy ubicada entre los municipios de Tangua y Pasto, al sur del Departamento de Nariño. La escala seleccionada se presenta a un nivel general de 1:100.000. Los resultados se expresan en mapas obtenidos a través de sistemas de información geográfica. Finalmente, se realiza una serie de conclusiones y recomendaciones obtenidas mediante el desarrollo de la metodología propuesta.

ABSTRACT

This work has as main objective, the application of the proposed methodology on METHODOLOGY FOR DOCUMENT MAP LELABORACIÓN GEMORFOLÓGICO, INPUT MAP FOR NATIONAL THREAT BY MASS MOVEMENT SCALE 1:100,000 GEOLOGICAL SERVICE COLOMBIAN to produce a map of geomorphological units Opongoy the watershed of the river located between the municipalities of Tanguá and Pasto. To achieve the stated objective, the methodology uses the information based on the use of topographic sheets, processing and interpretation of satellite images, digital modeling of land with its respective field testing, also the use of thematic information of geology, topography and soils. The data analysis is based on topographic position index and image segmentation to obtain a combined map of geomorphology. The area chosen is the Opongoy River watershed located between the municipalities of Tanguá and Pasto, southern Nariño Department. The selected scale is presented at a detailed level of 1:100,000. The results are expressed in maps obtained using geographic information systems. Finally, we performed a series of conclusions and recommendations obtained through the development of the proposed methodology.

INTRODUCCIÒN

Es de especial interés generar una interrelación equilibrada de los recursos hídricos en un entorno territorial, debido a que la demanda y la carencia del mismo pueden llevar a frenar su desarrollo. Esto nos lleva a prestar un especial interés en la identificación de las fuentes, conservación, protección y regulación del elemento vital como lo es el agua, dentro de esto destacar la perspectiva de “maximizar el valor actual del bienestar de todos los seres humanos, hasta la de mantener la viabilidad de todos los sistemas naturales que existen” (Lord e Israel, 1996).

La cartografía geomorfológica se constituye un documento base para la evaluación de amenazas y riesgos geológicos, la información proporcionada por este mapa, son las formas del terreno, los materiales (roca o suelos) que las constituyen y los procesos superficiales que los afectan, además facilita la identificación y definición de zonas homogéneas que permiten el análisis, las operaciones y cálculos en los sistemas de información geográfica S.I.G, dada la capacidad integradora de otras variables, tales como litología, suelos, cobertura vegetal y minería entre otros, fundamentales para este análisis.

Se parte de la realización de un diagnóstico oportuno con el fin de conocer las características estipuladas en las unidades geomorfológicas de la microcuenca del río Opongoy entre los municipios de Tangua y Pasto y de esta manera obtener un documento técnico, el cual permita conocer las características de la misma; además contar con un marco conceptual que pretenda explicar lo referente a los conceptos que se utilizaran dentro del trabajo, el marco contextual ubica el área de estudio en el contexto Nacional, Regional y Municipal en donde se tendrá en cuenta las veredas que conforman esta microcuenca y los respectivos afluentes. El proyecto se debe focalizar en función de la sensibilidad y vulnerabilidad de la oferta ambiental, debido a la creciente demanda sobre el agua como limitado bien natural, por lo tanto se ha convertido en imperativo tratar de mejorar la eficiencia de uso con información consistente, generar a su vez las pautas que evidencien la fragilidad y que estas sean conservadas.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la carencia de información cartográfica del área de estudio, no se presenta la oportunidad de generar una adecuada planeación integral de la misma, definiendo de esta manera su vocación y a su vez determinar el uso o tipo de intervención que se pueda realizar sobre su medio biofísico.

La subcuenca posee clasificaciones geomorfológicas que han sido utilizadas en proyectos de planificación ambiental y territorial, pero no responden a un estudio detallado de las condiciones morfométricas y no se han realizado con una metodología de valides comprobada, que sirva como herramienta para orientar futuros proyectos como el de una central hidroeléctrica o un distrito de riego. Tener la información de la situación actual lograra evaluar la calidad del medio biofísico, de esta manera, la intervención se realizara dentro de un escenario deseado garantizando que las entidades territoriales posean un instrumento que permita visualizar las posibles alternativas que permitan a los municipios realizar una gestión de responsabilidad con la subcuenca.

1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En Colombia, los estudios del medio biofísico tienen una marcada tendencia a hacer un análisis exhaustivo en zonas que potencialmente pueden ser promisorias para la producción agrícola, como es el caso de las zonas planas. Esta manera de pensar, ha hecho que los ambientes de montaña no tengan el atractivo suficiente para quienes se encargan de investigar y proponer metodologías para la zonificación de estos espacios¹.

El enfoque holístico en la clasificación de los territorios se puede aplicar a escalas crecientes, en forma anidada, desde los ecosistemas locales específicos hasta los continentales. Aunque la mayoría de los expertos reconocen que el relieve debe ser la base de cualquier clasificación integral de unidades ambientales, la utilización de conceptos y terminología geomorfologico-genetica dificulta su aplicación en los estudios de ordenamiento por parte quienes no son especialistas en ese tema. Un aspecto básico de la regionalización es la de proporcionar información sobre la vocación específica de cada región, ya que la toma de decisiones en materia ambiental se realiza a partir del conocimiento de la naturaleza y aptitud de territorios que albergan recursos naturales concretos. En ese sentido, la cartografía geomorfológica por si sola ofrece una visión parcial del estado del territorio y de su aptitud (Verstappen y Van Zuidam 1991). Esta situación

plantea a científicos y planificadores la necesidad de utilizar enfoques más integradores, sin perder la base geomorfológica².

La subcuenca del río Opongoy posee una cartografía geomorfológica generalizada, careciendo de un estudio puntual de las diferentes unidades geomorfológicas presentes en el área, desarrollándose a través de una metodología apropiada con los requerimientos establecidos por las instituciones pertinentes, por lo tanto se hace necesario realizar un estudio óptimo, cuyo resultado proporcionara la información base para que a futuro se pueda cumplir con los distintos propósitos y programas que se pretendan implementar.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características geomorfológicas de la subcuenca del río Opongoy, ubicada entre los municipios de Tangua y Pasto?

¹ SERRATO A., Pedro Karin, Propuesta metodológica para la definición, clasificación y zonificación de los cañones colombianos: una visión geográfica. Revista perspectiva geográfica. Bogotá: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, 2007. pp. 5-6.

² GERARDO, Bocco; MENDOZA, Manuel E.; PRIEGO, Ángel y BURGOS, Ana. La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. México: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, Instituto nacional de ecología, 2010.p. 15

2. JUSTIFICACION

La subcuenca del río Opongoy se encuentra ubicada al sur de la ciudad de San Juan de Pasto, a cuarenta y cinco minutos de la vía panamericana y cuarenta minutos carretables. En la actualidad se presenta una creciente demanda del recurso hídrico debido a la ampliación de los procesos urbanísticos, la implementación de distritos de riego y prácticas de cultivos intensivos, agentes que contribuyen a la disminución del recurso, por ello se hace necesario realizar una caracterización geomorfológica de la microcuenca que permita identificar sus respectivas unidades, ya que esta información definirá la potencialidad y el comportamiento hídrico de la microcuenca. Por esta razón se pretende construir un modelo basado en un Sistema de Información Geográfica como una herramienta de gestión y decisión para generar una visión actual y prospectiva del escenario, de igual forma se pretende visualizar la microcuenca mediante herramientas lógicas que proporcionen la información adecuada para el manejo del recurso.

Con ayuda de los sistemas de información geográfica, este estudio se convierte en una guía para el manejo integral de la microcuenca como una unidad de análisis en su capacidad y su entorno ambiental, sirviendo de apoyo a los proyectos que se pretendan implementar, guardando el equilibrio entre el componente social y el recurso natural.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar la metodología del SGC para crear un mapa de Unidades Geomorfológicas de la subcuenca del Rio Opongoy, Municipios de Tangua y San Juan de Pasto, Departamento de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Análisis de la metodología del Servicio Geológico Colombiano, para generar una cartografía a escala 1:100.000
- Determinar las características morfológicas y los ambientes morfogenéticos recientes y antiguos.
- Establecer las características morfométricas de las unidades de terreno, su relación y clasificación.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

4.1.1 Localización geográfica de la subcuenca Opongoy. La subcuenca Opongoy se ubica entre los municipios de Tangua y San Juan de Pasto, en el Departamento de Nariño, se ubica dentro de las coordenadas mínimas: X 970000 E, Y 600000 N y máximas X 988000 E, Y 617500 N, y dentro de las siguientes alturas: parte alta 3.845 m.s.n.m, la parte media 3.020 m.s.n.m y su parte baja 2.650 m.s.n.m., pertenece a la cuenca del Río Bobo, al sistema Guáitara, presenta una extensión de 15.300 ha aproximadamente. La conforman las veredas de Santander en el municipio de Tangua, Santa Barbará, Los Ángeles, el Socorro, Simarron, Las Ensinas, y Cerotal del municipio de Pasto. De origen MAGNA OESTE con las siguientes características:

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 1000000,000000
False_Northing: 1000000,000000
Central_Meridian: -77,077508

Scale_Factor: 1,000000
Latitude_Of_Origin: 4,596200
Linear Unit: Meter (1,000000)

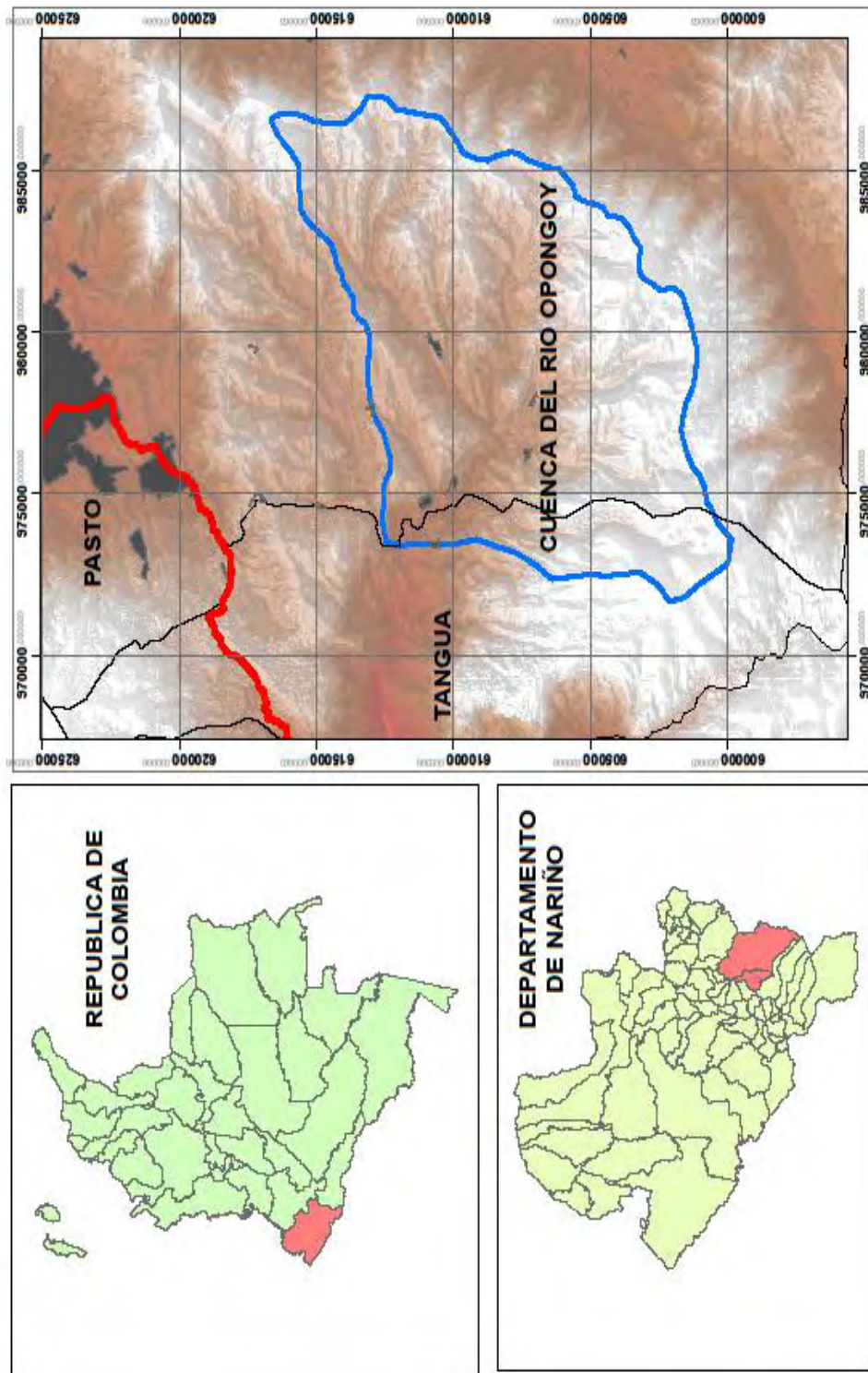
De acuerdo con los datos de las estaciones climáticas de río Bobo y Tangua, y limnigráfica río Opongoy, se presentan de manera general dos períodos lluviosos intercalados con períodos de tendencia seca; el período lluvioso en el primer semestre del año se presenta en los meses de marzo, abril y mayo; el segundo período se sucede entre los meses de octubre y noviembre con máximos de precipitación en el mes de noviembre. Los períodos de menor precipitación, pero con lloviznas y vientos fuertes son los meses de diciembre a febrero y junio a agosto, siendo crítica el mes de agosto.

La actividad económica en la microcuenca se caracteriza por el desempeño de la agricultura y la ganadería, actividades que han pasado de generación en generación en conocimientos y aplicación de los mismos, sin embargo su desarrollo ha ido en detrimento, debido a que los productores no cuentan con los conocimientos modernos y adecuados, ni con los factores de producción de la tierra, trabajo y capital que les permita desarrollar la actividad en mejores condiciones, como consecuencia obtienen ingresos de subsistencia que no les permite ampliar su campo de acción, predominando pequeñas parcelas con cultivos de arveja en las cuales los campesinos solo cuentan con los recursos para satisfacer sus necesidades familiares y de producción, por lo tanto deben vender

su fuerza de trabajo para alcanzar un nivel de ingresos que permita el sostenimiento familiar.

A pesar de que en el municipio existen diversas fuentes de agua tales como los ríos Bobo y Curiaco, rio Opongoy quebradas y ojos de agua, con las que se puede implementar diversos distritos de riego con el propósito de adecuar las tierras, los productores se enfrentan a dificultades técnicas por la falta de planificación de las diversas entidades territoriales.

Figura 1. Mapa de ubicación



Fuente. Este estudio

4.2 MARCO CONCEPTUAL

4.2.1 Geomorfología. “La geomorfología es el estudio de las geoformas y los procesos que modelan continuamente la superficie terrestre. En este sentido, es importante analizar las características, naturaleza y evolución de las geoformas, teniendo en cuenta que éstas se encuentran expuestas permanentemente a la interacción de fuerzas endógenas y exógenas que, en diferentes formas y magnitudes, se encargan de transformarlas a través del tiempo. En el caso de las áreas montañosas, es tan importante analizar las geoformas como los procesos que continuamente las transforman (modelan). Esta dinámica no solamente influye, limita o condiciona a los ecosistemas sino también a las actividades humanas, en diversas formas”³.

“El mapa geomorfológico permite representar la dinámica y la complejidad morfológica de la cuenca, ya que a diferencia del mapa de inventario, en el que se marcan los deslizamientos como unidades independientes, en éste se presentan algunos de los deslizamientos dentro de áreas marcadas como afectadas por movimientos en masa”⁴.

Desde una perspectiva geográfica, el conocimiento de una determinada zona proporciona elementos vitales para el entendimiento del espacio como un sistema, en el cual están articuladas al medio biofísico, las acciones de la sociedad que lo coloniza, lo vive y lo transforma, de esta manera se consiguen aplicaciones prácticas necesarias para el hombre en los temas de amenazas, uso del suelo y proyectos de ingeniería, sin olvidar que debe encontrarse el balance entre la oferta y las limitantes en las formas de ocupación.

“Los factores morfológicos como la geometría de las laderas (grado de pendiente, altura, longitud, forma, aspecto, etc.) y las características de las cuencas (orden, magnitud, gradiente, etc.), reflejan la evolución geomorfológica pasada y presente de una región, y proporcionan información fundamental sobre los procesos de deslizamiento”⁵.

³ SOLARTE CRUZ, María Elena y BRAVO, German Narváez. Proyecto estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de nariño. San Juan de Pasto: Universidad de nariño. Corporación autónoma regional de nariño – Corponariño, 2007.p 41.

⁴ SUÁREZ, A.M., PERALDO, G., BADILLA, E. & OBANDO, Zonificación geomorfológica para la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la cuenca del río Viejo, Puriscal, Costa Rica: s.n. s.f. p. 62.

⁵ CARRARA, A., CARDINALI, M., GUZZETTI, F. & REICHENBACH, P. GIS technology in mapping landslide hazard.- En: CARRARA, A. & GUZZETTI, F. (eds.): Geographical Information Systems in assessing natural hazards. Holand: Kluwer Academic Publishers, 1995.

Esta ciencia involucra y relaciona al paisaje con los procesos que le dieron origen y sus condiciones ambientales. Según esto, la interpretación de la geomorfología tiene por finalidad la descripción de las formas del terreno, y la explicación de su génesis (origen), evolución a través del tiempo geológico, la definición de la naturaleza de los materiales, la clasificación de los paisajes según el proceso o agente natural dominante, composición, edad, y la explicación de la magnitud de los agentes y procesos geomorfológicos modeladores⁶.

El concepto básico para la clasificación geomorfológica esta dado en el concepto de geoforma "*Land Forms*", lo que significa: unidad morfológica – territorial y que es equivalente a una unidad geomorfológica, en un sentido amplio. De acuerdo con Savigear 1968 en M.O.P.T, (1990), el "*Land Form*" es una superficie de la tierra con características morfológicas distintivas, definidas en su desarrollo por un proceso en particular, que deja reflejada una configuración típica de cada ambiente⁷.

Forma de relieve (Land form): se considera el concepto genérico para el nivel menor del sistema jerárquico propuesto. Es la unidad geomorfía elemental, la cual puede ser subdividida solo por medio de fases. Tipo de geoforma básica y conspicua caracterizada por una combinación única de geometría, dinámica e historia. Se clasifica como una unidad con jerarquía de SUBFAMILIA. Para su delimitación es necesaria información espacial obtenida de un intenso muestreo en el campo⁸.

La geomorfología, se constituye como la base para los estudios de las características del suelo y las formas del relieve, siendo de vital importancia en la evaluación de amenazas de tipo geológico, particularmente de movimientos en masa, es decir brinda el soporte científico para alertas tempranas en situaciones de riesgo, contribuyendo en gran medida en la mitigación de efectos nefastos.

4.2.2 Agentes morfogenéticos. "Son los elementos del medio natural que son capaces de generar diferentes modelados sobre la superficie terrestre a través de la incorporación de energía cinética. Los agentes morfogenéticos pueden ser externos o internos. Los primeros están asociados a los elementos del clima como las precipitaciones, el viento y la temperatura, y a la acción de las aguas de

⁶ LEIVA, Omar, TREJOS, Gustavo y MOYA, Harold. Documento metodológico para la elaboración del mapa geomorfológico, insumo para el mapa nacional de amenazas por movimientos en masa escala 1.100.000. Bogotá: s.n. Versión 1. 2010.p.9-10

⁷ *Ibid.*, p. 9.

⁸ GERARDO Bocco; MENDOZA, Manuel E; PRIEGO y Ángel, BURGOS Ana. La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. México: Instituto Nacional de Ecología, 2010.p.15

escurrimiento, y del mar o lagos. En tanto, los internos están referidos a la energía endógena que mueve la corteza terrestre. Los agentes más dinámicos a escala humana corresponden a los externos y el principal de ellos es el agua en su estado líquido y sólido. El agua genera, a través de mecanismos químicos y físicos, la alteración y disgregación de las rocas, principal proceso modelador del relieve. Los seres humanos también somos agentes morfogenéticos de gran importancia. Acciones antrópicas como la minería, la silvicultura, la agricultura, la ganadería y las obras públicas (túneles, represas, carreteras) generan en el paisaje una serie de transformaciones que son capaces de reactivar procesos naturales o bien generar nuevos procesos. En efecto, las acciones humanas son capaces de generar erosión directa por excavación, y acumulación por rellenos antrópicos”⁹.

Los agentes morfogenéticos intervienen en el medio, determinando aspectos que lo caracterizan, sin dejar a un lado que nuestras acciones también se convierten en agentes transformadores del relieve.

4.2.3 Ambiente morfogenético. “Un ambiente morfogenético

agrupa las 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 geoformas. Los ambientes morfogenéticos se agrupan en:

- **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). El color utilizado en la cartografía para estos paisajes es el púrpura.
- **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. Color recomendado el rojo de acuerdo con Verstappen y Van Zuidam (1992).
- **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. Para este tipo de regiones el color adoptado es el marrón.

⁹ AGENTES MORFOGENETICOS. Disponible en Internet. <http://www7.uc.cl/sw-_edu/geografia/geomorfologia/html/1_2.html>

- **Ambiente fluvial:** corresponde a las geoformas generadas por los procesos relacionados con la actividad fluvial. Se propone el color azul para estas regiones.
- **Ambiente marino profundo y costero:** determinado por las geoformas construidas por la actividad de las corrientes marinas y el oleaje costero del mar. El color propuesto para este tipo de región es el verde.
- **Ambiente glaciar:** definido por las geoformas originadas por la acción glacial, tanto de los casquetes polares, como en altas montañas. Color de la simbología para la cartografía de este tipo de ambiente natural es el gris.
- **Ambiente eólico:** geoformas formadas por la acción del viento, como agente modelador del paisaje en zonas desérticas principalmente. Las geoformas de este ambiente se identifican con color amarillo de acuerdo al sugerido por Verstappen y Van Zuidam (1992).
- **Ambiente karstico:** definido por las formas producto de la meteorización y dilución de rocas y materiales de fácil dilución en ambientes húmedos y cálidos, tales como las calizas y sal. Este tipo de geoformas se recomienda utilizar simbología en color naranja de acuerdo a la metodología ITC. (Verstappen y Van Zuidam, 1992).
- **Ambiente antropogénico y/o biológico:** morfologías formadas por la actividad del hombre que modifica la superficie del terreno. Geoformas cartografiadas en tramas de color negro¹⁰.

Un sistema o ambiente morfogenético además de producirse por la suma de factores naturales, también surge por un sistema de relaciones entre procesos, unos que dominan y otros que actúan condicionados por una serie de factores que dependen de las características de la topografía, clima y de la vegetación, sin dejar atrás las acciones del hombre que también contribuyen en el modelamiento del paisaje.

¹⁰ LEIVA, TREJOS y MOYA, Op. Cit., Pp.9-10.

COLOR	AMBIENTE
Magenta	Ambiente morfoestructural
Rojo	Ambiente volcánico
Marrón	Ambiente denudacional
Azul	Ambiente fluvial
Verde	Ambiente marino profundo y costero
Gris	Ambiente glaciar
Amarillo	Ambiente eólico
Naranja	Ambiente karstico
Negro	Ambiente antropogénico y/o biológico

4.2.4 Cuenca hidrográfica. “El geógrafo Roger Munshill en *Regional Geography, theory and practice* (1966:21) explica que el origen del concepto de cuenca fluvial se remonta al siglo XVIII cuando el geógrafo Phillippe Buache (1700 – 1773) en su *Ensayo de geografía física* (1792) “(...) visualizó la superficie de la tierra constituida por cuencas fluviales, separadas por cadenas montañosas que ofrecían fronteras aceptables.” Sin embargo, el concepto podría tener su origen en Asia. De acuerdo con estudios del antropólogo William Skinner, se conoce que en China, las fronteras de las provincias administrativas del imperio chino coincidían con los relieves limítrofes de sus grandes sistemas fluviales. Otros autores afirman que la cuenca como unidad territorial posee tres dimensiones: alto, ancho y largo; sin embargo, dadas las dinámicas (ciclos, movimientos, transformaciones) y procesos que en ella se producen, se puede incorporar una cuarta dimensión: la temporal, dado que procesos como gradación, erosión, sedimentación, cambios químicos, etc., se producen en lapsos determinados y determinantes. Este corresponde a un enfoque desde las ciencias físico-naturales. Por otro lado, la cuenca hidrográfica ha sido usada para describir, explicar y proponer programas de desarrollo y/o manejo de recursos naturales en diferentes países. Es así, como el concepto fue retomado por ciencias aplicadas como agronomía e ingeniería forestal, para intentar solucionar problemas de erosión, descenso de la productividad agropecuaria o disminución de la vida útil de

la infraestructura para el manejo del recurso hídrico (bocatomas, embalses, canales de riego, acueducto, entre otros.)”¹¹

4.2.5 La cuenca como sistema, componentes. “La cuenca hidrográfica es un sistema por las siguientes razones: Está constituida por partes que se relacionan entre sí, tiene un límite definido (divisoria de aguas y su entorno), tiene entradas y salidas, ejemplificado por el ciclo hidrológico, ocurren interacciones en su ámbito, la cobertura vegetal interactúa entre el suelo y la precipitación, ocurren interrelaciones en su ámbito, si algo se hace en la parte alta, se produce un efecto en las partes medias o bajas.

Los componentes básicos son dos; el biofísico y el socioeconómico, que se pueden disgregar por los siguientes subcomponentes:

I. Biofísico, generalmente divididos en físico y biológico, pero en mayor detalle serían: Biológico, constituido por los elementos vivos, hombre, animales, plantas (forestales y pastos naturales) y cultivos. Físico, constituido por los elementos no vivos, suelo, subsuelo, relieve, agua, minerales y clima.

II. Socioeconómico, generalmente divididos en social y económico, pero en mayor detalle serían: Social, aspectos demográficos, calidad de vida y organizacionales. Cultural, aspectos religiosos, costumbres, tradiciones, historia y etnias. Tecnológico, tipos y niveles de tecnologías en diferentes campos. Productivo, uso de la tierra, sistemas y medios, distribución de la tierra. Económico, ingresos, rentabilidad, inversiones, servicios ambientales. Institucional, aspectos gubernamentales de nivel central y local, responsabilidades, rol de municipios y entidades de cuencas. Legal, tenencia de la tierra, marco regulatorio, normas, reglamentos, competencia del manejo de cuencas”¹².

4.2.6 Vocación y potencialidad de la cuenca hidrográfica. “Las cuencas son espacios socio geográficos donde las personas y sus organizaciones comparten el territorio, sus identidades, tradiciones y culturas; socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos. Las cuencas hidrográficas se reconocen como un

¹¹ LOZANO PICÓN, Ricardo José, Instituto colombiano de Hidrología, Metodología y estudios ambientales (IDEAM), “Guía para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Bogotá: s.n. 2010. p. 24

¹² JIMÉNEZ, Jorge Faustino; VELÁSQUEZ, Sergio; ALPÍZAR, Francisco y PRINS, Cornelis. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Curso Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Cali: s.n. 2006. Pp. 12-13

sistema debido a la existencia de interacciones entre el sistema natural del suelo, el agua y biodiversidad y el sistema socioeconómico, que si bien éste no tiene un límite físico, sí depende de la oferta, calidad y disposición de los recursos. Los diferentes componentes del sistema cuenca no siempre se encuentran dispuestos de manera coordinada. Por ejemplo, la división político-administrativa de un país puede no coincidir con las divisiones de las cuencas hidrográficas, por lo tanto, se tiene en la cuenca, injerencia de varios municipios/provincias/departamentos u organizaciones estatales, todo en función a la dimensión de cada territorio. También a la cuenca hidrográfica se le reconoce como un área de terreno conformada por un sistema hídrico, el cual tiene un río principal, sus afluentes secundarios, terciarios o de cuarto orden. El sistema hídrico refleja un comportamiento de acuerdo a como se están manejando los recursos agua, suelo y bosque; y que actividades o infraestructuras afectan su funcionamiento”¹³.

Tierras con altas pendientes, suelos superficiales y baja fertilidad, tendrán fuertes limitantes para la agricultura intensiva, allí los cultivos anuales deberán emplear sistemas agroforestales o sistemas que tiendan a una protección del suelo.

Es muy importante analizar la vocación y potencialidad de los recursos que posee una microcuenca, sin dejar a un lado que se pueden aprovechar pero de manera consiente y con un sentido de protección.

El tomar la cuenca como unidad de planificación y manejo obedece a una decisión de ordenar y manejar los elementos de este sistema, aprovechando las ventajas y beneficios que ofrece y su relación con el entorno. El manejo de las cuencas hidrográficas propone alcanzar mediante la materialización de una serie de acciones orientadas al logro de los objetivos y lineamientos diversos intereses en el aprovechamiento de los recursos disponibles, sin dejar a un lado los procesos de conservación y desarrollo sostenible.

¹³ Ibíd., p. 6.

4.3 MARCO LEGAL

Para Colombia, una legislación ambiental más coherente debe estar acorde con la realidad del país y proporcionar opciones para cuantificar el deterioro ambiental a través de estándares o indicadores, por ello debemos adquirir mayor conciencia de la necesidad de optimizar el uso del agua y los recursos naturales e implementar reglas jurídicas más eficaces para su conservación y cuidado.

La legislación ambiental en Colombia no es un tema reciente y se ha ido acoplado y desarrollando acorde a la dinámica mundial, nacional y regional. Sin embargo, a pesar de que se han institucionalizado funciones del Estado en materia de desarrollo, fomento y protección de los recursos naturales, se han fortalecido sin intención, y se han presentado conflictos legales y administrativos por interferencias, contradicciones y vacíos, entre entidades nacionales, regionales y descentralizadas con funciones intersecantes.

Según la Constitución política de Colombia, en su capítulo III “De los derechos colectivos y del ambiente”, nos da a conocer más explícitamente los siguientes artículos:

Artículo 79: Las personas al gozar de un ambiente sano, la ley tiene la obligación de garantizar su participación en decisiones que puedan afectarla, así como, es deber del Estado brindar la protección necesaria del ambiente, además de su conservación que permita su integridad.

Artículo 80: “El Estado debe realizar los diferentes planes de manejo ambiental, los cuales garanticen el aprovechamientos de los recursos naturales, así mismo, decretara sanciones legales para prevenir y controlar la degradación ambiental, de la misma manera existirán planes de cooperación binacional para la protección de los ecosistemas ubicados en la zona de frontera”¹⁴.

TITULO II: DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL

ARTÍCULO 3.- Del Concepto de Desarrollo Sostenible. Dicho concepto nos acerca al aumento en la calidad y nivel de vida y al bienestar de una comunidad la cual pretende establecer un nivel económico adecuado para la misma, sin agotar la base de los recursos naturales renovables de los que se está beneficiando.

ARTÍCULO 7.- Del Ordenamiento Ambiental del Territorio. “El Estado debe encaminar y regular el estudio y diseño de los diferentes procesos de planificación

¹⁴ CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA, Capítulo 3. Artículo 79. Santa fe de Bogotá: Emfasar, 1991. p. 29.

territorial, para garantizar que los recursos naturales renovables sean explotados adecuadamente y mantengan su sostenibilidad”¹⁵.

Cabe destacar que la preocupación por la protección de los recursos naturales se ha presentado de manera mundial, más aun por el recurso agua, siendo este elemento vital para la supervivencia de la sociedad.

El aporte más significativo para la gestión del agua que se deriva del contenido del Código Nacional de los Recursos Naturales, corresponde al capítulo relacionado con el manejo de las cuencas hidrográficas como áreas de manejo especial. El interés se centraba en fortalecer las políticas y programas que ya se venían desarrollando en el país y para ello se establecieron las bases para los planes de ordenación de cuencas hidrográficas, precisando los criterios para su implementación desde los alcances de la finalidad, las condiciones para la priorización de la ordenación, la competencia de su declaración, llegando finalmente a desarrollar los elementos del contenido y las definiciones para su ejecución y administración¹⁶.

Otros logros importantes a nivel normativo para la gestión ambiental y el manejo del agua fueron:

- Decreto 1449 de 1977, mediante el cual se establecen obligaciones a los propietarios de predios sobre conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.
- Decreto 1337 de 1978, que reglamentaba “la inclusión en la programación curricular para los niveles pre-escolar, básica primaria, básica secundaria, media vocacional, intermedia profesional, educación no formal, y educación de adultos, los componentes sobre ecología, preservación ambiental y recursos naturales renovables”.
- Decreto 2857 de 1981, reglamentación de cuencas hidrográficas.

Más adelante, con la promulgación de la nueva Constitución Política Nacional en el año 1991, se reconoce el derecho al ambiente sano como un derecho colectivo, se dispone que su protección es deber de todos (Estado y particulares) y establece las responsabilidades a cargo del Estado en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, entre ellos el recurso hídrico. En desarrollo de ese marco constitucional, mediante la Ley 99 de 1993 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente,

¹⁵ SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL, Título 2, Artículo 3. Bogotá: Lito Imperio, 1993. p. 2

¹⁶ Viceministerio de ambiente, política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, dirección de ecosistemas, grupo de recurso hídrico, república de Colombia, 2010. Disponible en internet <www.minambiente.gov.co/.../5774_240610_libro_pol_nal_rec_hidrico>

Vivienda y Desarrollo Territorial (Decreto Ley 216 de 2003), se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA.¹⁷.

Los fundamentos de la política ambiental colombiana señalados en la Ley 99 de 1993 con mayor correspondencia con la gestión integral del recurso hídrico son:

- En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso (numeral 5, artículo 1 del Título I).
- El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables (numeral 7, artículo 1 del Título I).
- La acción para la protección y recuperación ambiental del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones (numeral 10, artículo 1 del Título I).
- Decreto 1729 de 2002 Por el cual se reglamenta la Parte XIII <sic>, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
- Resolución IDEAM 104 2003 Por la que se establecen los criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.
- Decreto 1323 2007 Por el cual se crea el sistema de información del recurso hídrico (SIRH).
- Decreto 1480 2007 Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.

Surge la necesidad de impulsar la sociedad hacia un objetivo en común, que es una efectiva planificación del uso y manejo de la tierra, localizando y destinando equitativamente los recursos naturales, de acuerdo con sus características, para los determinados usos requeridos en el desarrollo integral de la nación, y que a su vez esté sea sostenible y sustentable.

¹⁷ Ibíd., p. 118.

Cabe destacar que mediante un estudio geomorfológico se puede determinar la susceptibilidad o la posible eventualidad de una amenaza latente, de ahí que se tener en cuenta la ley 1523 del 24 de Abril del 2012 promulgada con el fin de asegurar el bienestar de la sociedad en lo referente al conocimiento de un determinado riesgo ya sea natural o antrópico, esta ley decreta lo siguiente : "Por el 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".

Artículo 1°. De la gestión del riesgo de desastres. La gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Parágrafo 1°. La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

5. METODOLOGIA

La línea de investigación propuesta en el proyecto es de tipo descriptiva y sistémica, la primera se establece con el fin de observar y determinar las interrelaciones e interconexión del medio ambiente, y la segunda busca generar una herramienta con cartografía digital actualizada para el posterior análisis y creación de un modelo biofísico de tal forma que ofrezca la mayor cantidad de información específica. Para resolver el problema expuesto se procedió a dar cumplimiento a los objetivos planteados mediante el desarrollo de una metodología acorde y concreta con el fin de llevar a cabo la ejecución del mismo. A continuación se aborda los objetivos o fases resaltando en cada uno de ellos las respectivas actividades junto con los resultados y productos que se obtuvo.

5.1 PRIMER OBJETIVO: Revisión de la metodología SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO escala 1:100.000

5.1.1 Revisión de material bibliográfico Servicio geológico colombiano, Ideam y Otros. En el proceso de levantamiento de la información se efectuó la consulta, revisión y el análisis de la información documental, con el fin de extraer las ideas que contribuirán en el desarrollo de este proyecto de investigación, para tal objetivo se contó en primera instancia con la revisión del documento suministrado por SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO descrito a continuación, de esta documento se extrajo la metodología y se la ajusto de manera pertinente para la elaboración del mapa geomorfológico del área de estudio. Los documentos de otras entidades como:

IDEAM: Subdirección De Geomorfología Y Suelos, Geomorfología Y Susceptibilidad A La Inundación Del Valle Fluvial Del Rio Magdalena.

IGAC: Subdirección De Agrología, Zonificación De Los Conflictos De Uso De Las Tierras En Colombia.

Universidad Tecnológica Y Pedagógica De Colombia: Propuesta Metodológica Para La Definición, Clasificación Y Zonificación De Los Cañones Colombianos: Una Visión Geográfica.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO, CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO – CORPONARIÑO: Proyecto Estado del Arte de la Información Biofísica y Socioeconómica de los páramos de nariño.

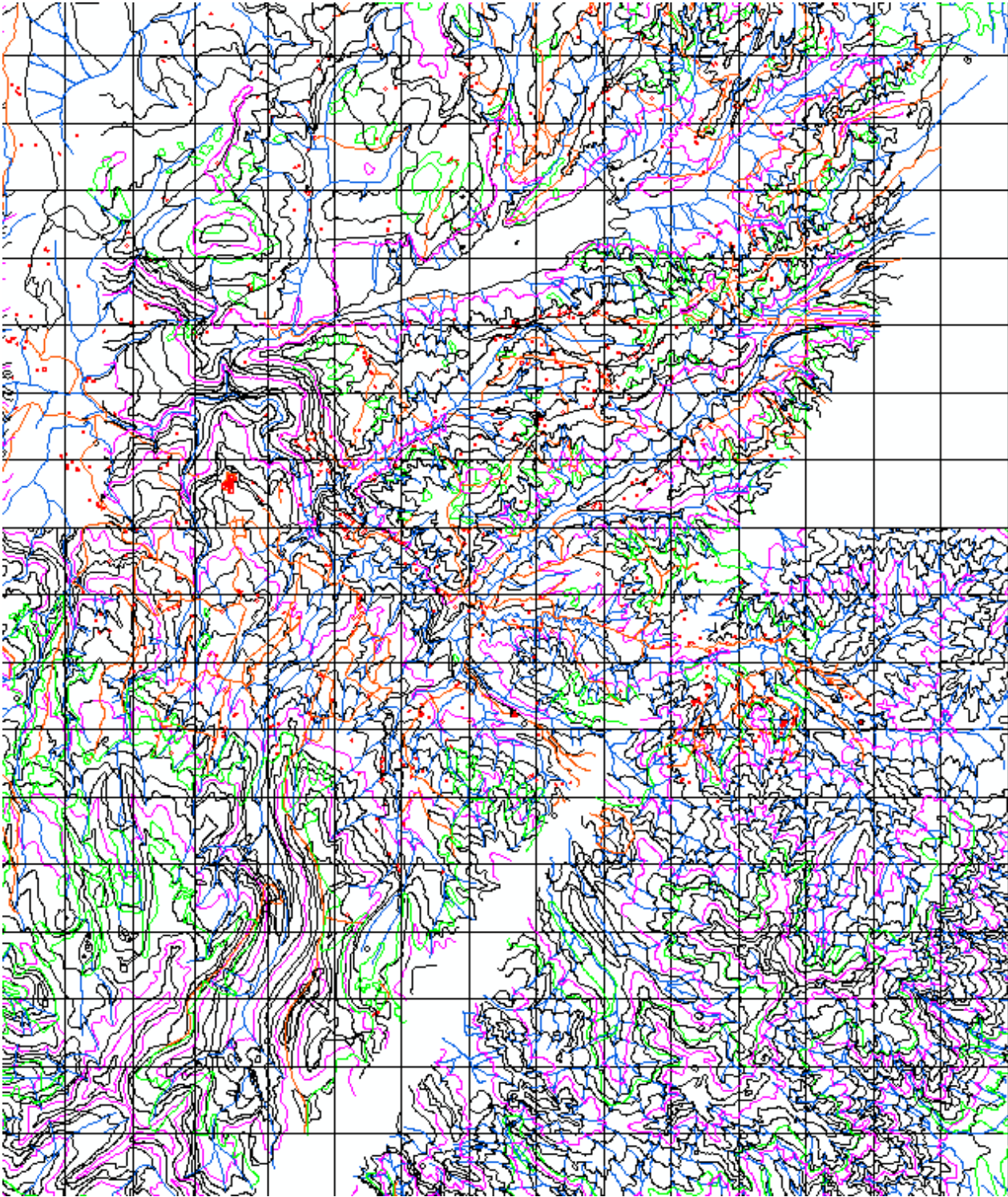
Contribuyeron como referencia a mi proyecto de investigación.

El principal documento que tuve en cuenta para el desarrollo del estudio fue el documento del **SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO: DOCUMENTO METODOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA GEMORFOLÓGICO, INSUMO PARA EL MAPA NACIONAL DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000. VERSION 1 2010**, este documento se encuentra en revisión pero ha sido la base para el desarrollo del proyecto por cuanto establece las pautas en la generación de una metodología acorde a las necesidades de la investigación, en la elaboración de un mapa de unidades geomorfológicas.

5.1.2 Revisión de material Cartográfico IGAC, INGEOMINAS, imágenes satelitales SPOT, ASTER, aerofotografías, MDTs. Como primer paso se determinó el área de estudio con el fin de delimitarla para proceder a desarrollar el objetivo principal que es la obtención de las unidades geomorfológicas, los insumos necesarios que tome como base fueron:

- ✚ La cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, la información que se tomo en cuenta se presenta en forma análoga y digital y las planchas que utilizare para determinar las curvas fueron la 429 IV C y 429 IV A, a escala 1:25.000, la digitalización de la información se produjo a través de polilínea en el programa de AutoCad Map 2012.

Figura 2. Planchas IGAC 429 IV C y 429 IVA



Fuente. Este estudio

- ✚ El modelo digital de terreno ASTGTM 2 de la NASA de 15 metros de pixel, para producir un modelo digital de elevación de vital importancia por cuanto establece la cobertura global y periódica característica de la superficie, además del mapa de pendientes y del relieve del terreno.

- ✚ Este es el insumo principal para la determinación de las unidades geomorfológicas, ya que permite visualizar de forma clara las formas del terreno en planta o en vistas 3D y permite la identificación trabajando en el computador lo cual se equipara con la utilización de la ya obsoleta forma de visualización con los estereoscopios y pares aerofotograficos.

Para la visualización de las formas se optó por la utilización del software ERDAS IMAGINE en su extensión VIRTUAL GIS la cual permite una mayor precisión en la representación de las geoformas y en la visualización de las mismas puesto que el software mencionado realiza interpolación de tipo cuadrático, esto genera superficies suavizadas imitando a la perfección las condiciones reales del terreno, lo cual no se logra con la interpolación lineal la cual genera triángulos o modelos TIN que no permiten la correcta visualización del terreno en pantalla.

Figura No X comparación de modelos cuadráticos y Tin respectivamente

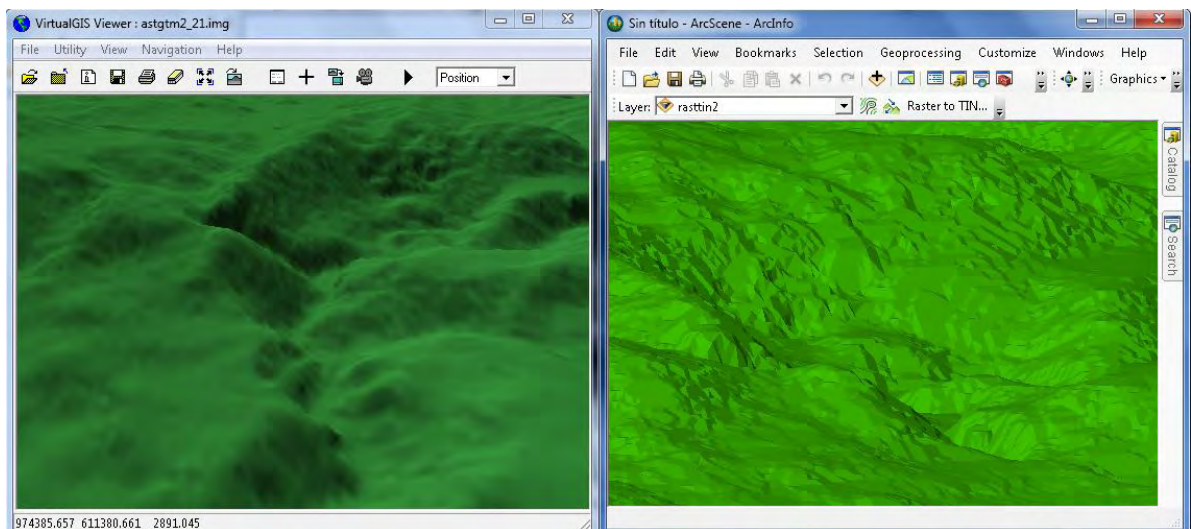
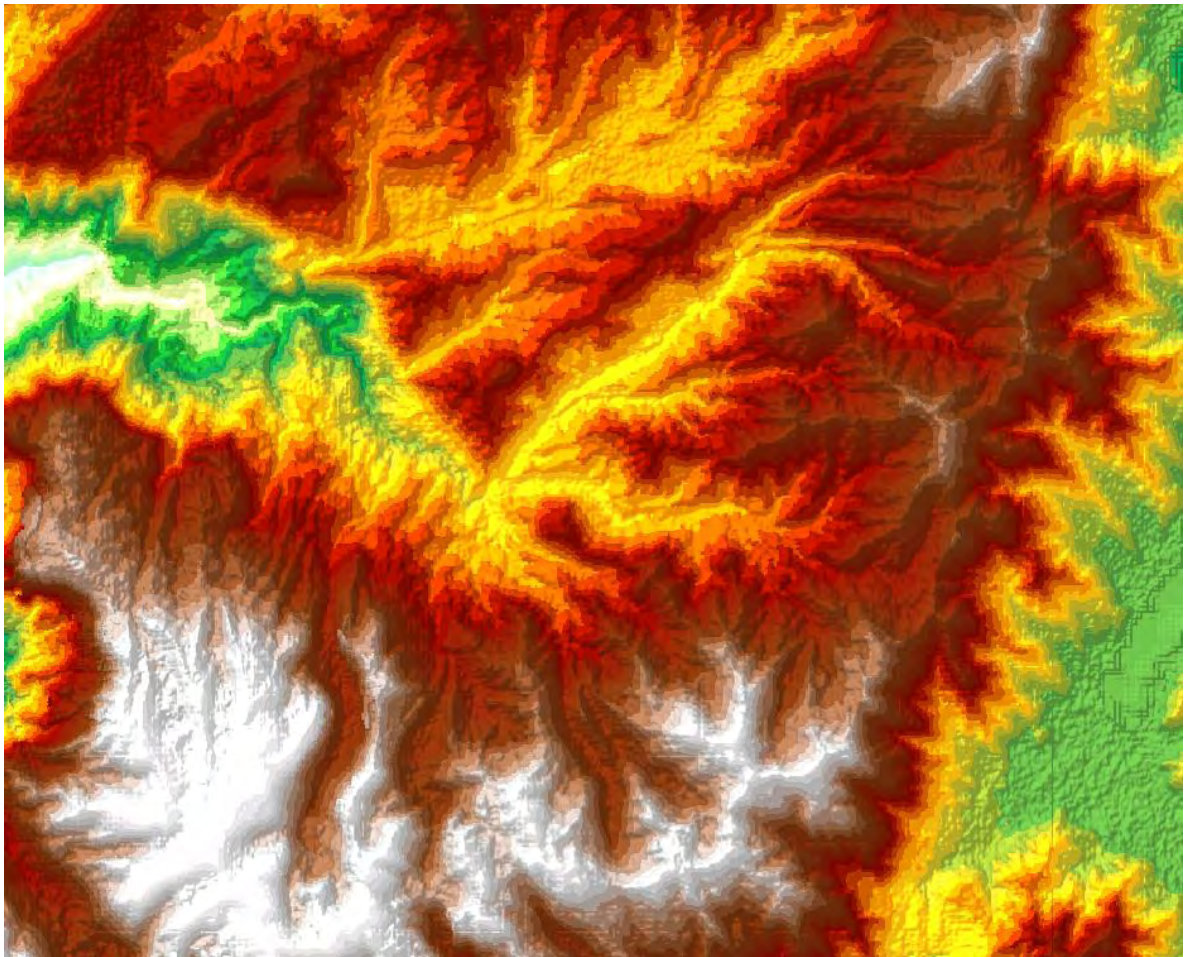


Figura 3. Modelo digital de terreno



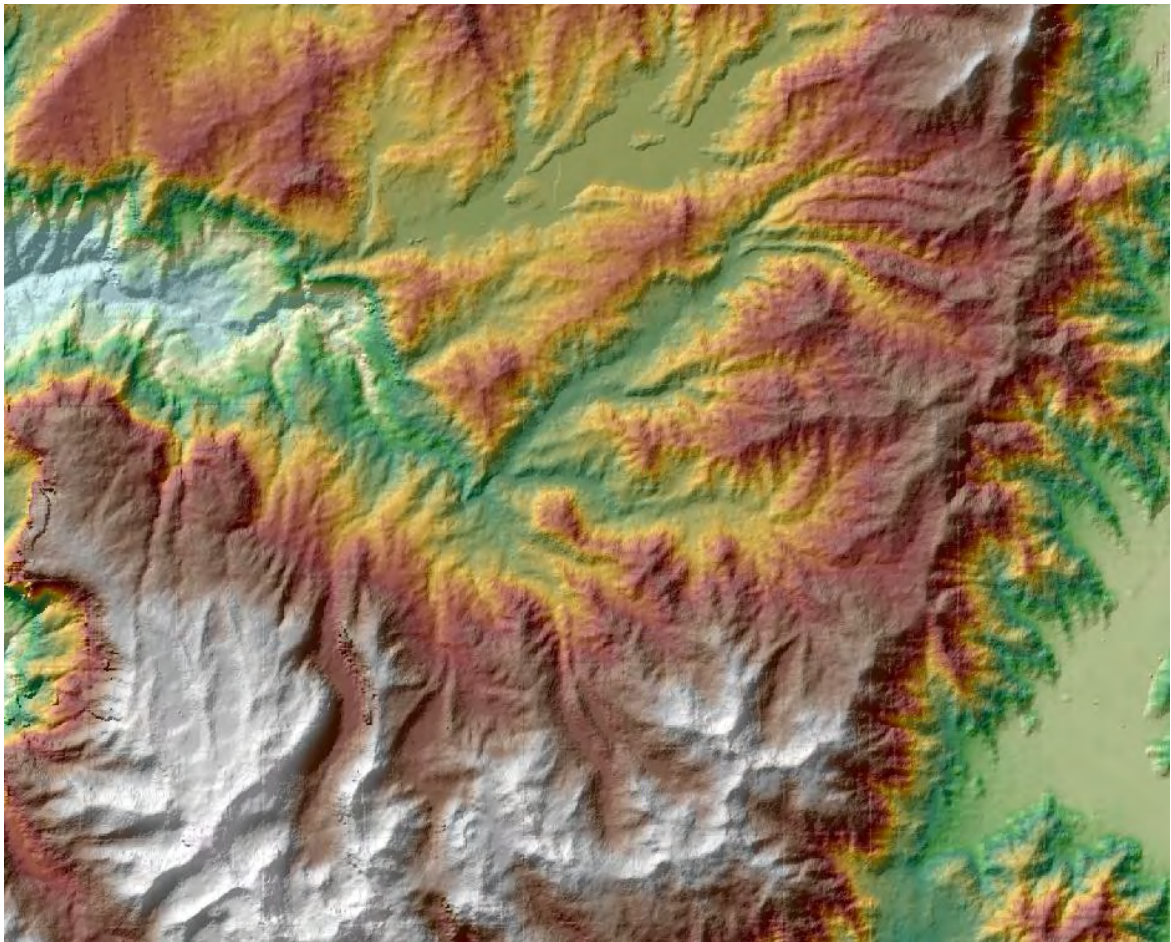
Fuente. Este estudio

Modelo digital sin corrección respectiva:

- ✚ “Los sensores remotos son herramientas capaces de detectar y coleccionar la energía proveniente de la superficie de la tierra, convertirla en una señal posible de ser registrada y presentada en una imagen en una forma adecuada, para la obtención de información de interés. El uso de las imágenes de satélite en la obtención de información de la superficie terrestre, es de gran utilidad, debido a la cobertura global y periódica, que se puede obtener de la superficie terrestre. De acuerdo con las características orbitales de los satélites, se logró obtener imágenes repetitivas a intervalos de tiempo determinados, de la mayor

parte de la tierra, incluso de áreas de muy difícil acceso por otros medios como las zonas polares desiertos, bosques de lluvia tropicales y páramos”
18.

Figura 4. Modelo digital de terreno



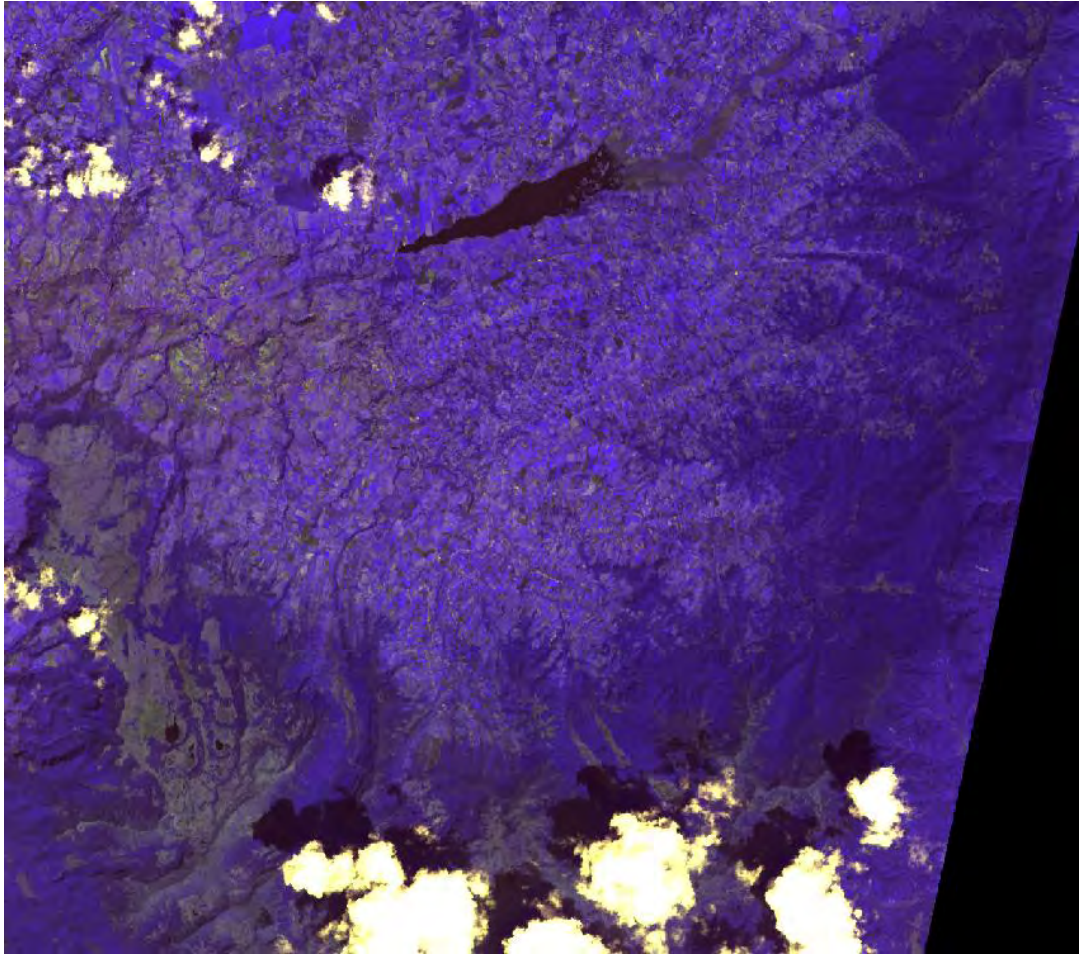
Fuente. Este estudio

Modelo digital de terreno corregido, ortorectificado:

Se tomó la imagen satelital Áster de 15 metros de pixel del 2012, por la enorme ventaja en la identificación y cartografía del terreno, a esta imagen se le efectuó el correspondiente procesamiento a través del programa ARCGIS.

¹⁸ LEIVA, TREJOS y MOYA, Op. Cit., Pp.9-10.

Figura 5. Imagen satelital Áster de 15 metros de pixel del 2012



Fuente. Este estudio

5.2 SEGUNDO OBJETIVO

Determinación de las características morfológicas y los ambientes morfogenéticos recientes y antiguos que de alguna manera han contribuido a la evolución del paisaje.

5.2.1 Digitalización de planchas topográficas IGAC, 1: 25.000 y geológicas Ingeominas 1: 100.000 en formato de SHP utilizando el Software ArcGIS 10.0.

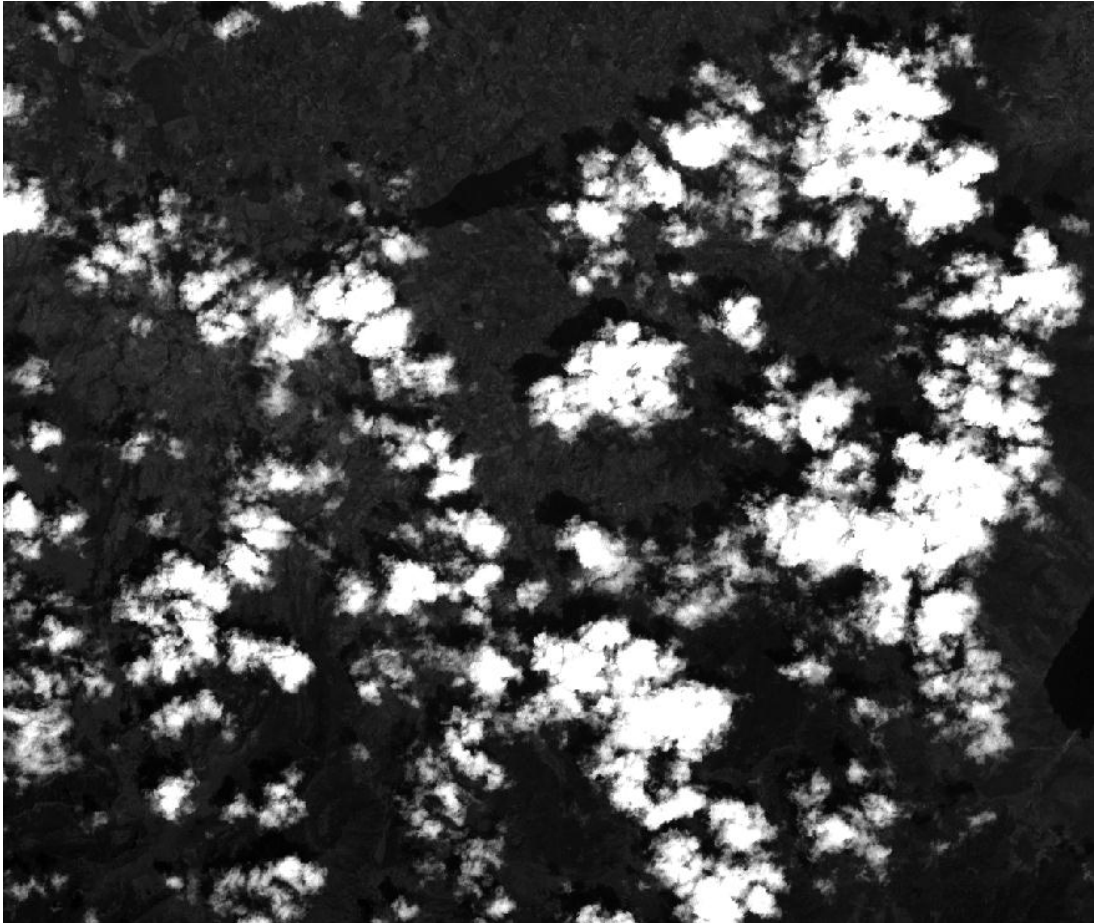
La digitalización de las planchas topográficas IGAC permitió ingresar rasgos espaciales para posteriormente procesarlos a través del programa de ArcGis. La etapa de digitalización incluye una serie de tareas interactivas (digitalización-edición validación) que permite asegurar la calidad del ingreso de la información geográfica y descriptiva (toponimia) entre los documentos de referencia disponibles. Para la utilización de las planchas geológicas se partió de los estudios

regionales elaborados por las distintas entidades estatales y territoriales, los cuales fueron la base para la descripción del entorno geológico del proyecto y contribuyeron para llegar a definir la zonificación de aptitud geológica del suelo, donde se localizó la investigación.

5.2.2 Escaneo, ortorectificación, Georeferenciación, y procesamiento de pseudoestereoscopia de pares estereoscópicos aerofotograficos IGAC en Software ERDAS 9.1. Con el procesamiento de la información a través del escaneo, ortorectificación, georeferenciación, se pudo establecer la organización e incorporación de la información para el desarrollo de la investigación. El resultado de la anterior actividad fue una base de datos en el programa ArcGis con material cartográfico y satelital del área de la microcuenca, de igual manera el producto resultante es el desarrollo de una cartografía geomorfológica de la microcuenca del río Opongoy a escala 1:100.000

5.2.3 Ortorectificación, Georeferenciación, y procesamiento de pseudoestereoscopia de imágenes satelitales SPOT y ASTER en Software ERDAS 9.1. A pesar de buscar en archivos públicos de aerografías, no se encontró buen material a escala adecuada sin nubosidad de la cuenca por esta razón se recurrió a la utilización directa de imágenes satelitales a la escala adecuada, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC solo vende copias de las fotografías buscadas y no se asegura su buena cobertura a menos que sea una institución que por medio de un convenio se pueda obtener dicho material, razón por la cual se realiza el trabajo con el material satelital con el que se cuenta en el momento.

Figura 6. Material fotográfico



Fuente. Este estudio

Se procedió con la identificación de imágenes satelitales y su respectiva validación teniendo en cuenta los siguientes factores:

a. Talla o tamaño del pixel: Esto permitió determinar la calidad de la imagen y la escala a la cual se podrá trabajar, en este caso vemos la siguiente tabla lo cual nos da una idea del tamaño del pixel con relación a la escala de trabajo:

Tabla 1. Imágenes satelitales de acuerdo a pixel y escala.

Imagen	mt2 X Pixel	Escala
LANDSAT	30X30	1 : 50,000 A 1 : 100,000
ASTER	15X15	1 : 25,000 A 1 : 50,000
SPOT	5X5	1 : 10,000 A 1 : 25,000

Fuente. Este estudio

En este caso se tomó la escala de trabajo en la cual se pretende realizar la clasificación geomorfológica, es primordial utilizar imágenes SPOT o ASTER ya que están dentro del rango de escala de trabajo, es decir a escala 1 : 100.000.

- **Nubosidad:** Al tener una pre definición del área de estudio se procede a revisar el material satelital encontrado y a descartar las imágenes que poseen nubosidad en el área de estudio, esto es de vital importancia ya que si se quiere realizar un trabajo que cubra el 100% del área de estudio, se debe encontrar material completamente libre de nubes ya que la determinación de las unidades geomorfológicas depende exclusivamente de observación analítica directa tanto en materiales aereofotogrametricos satelitales, como de trabajo de campo.

a. Talla o tamaño del pixel: De igual manera como en las imágenes satelitales, esto nos permitirá determinar la calidad del modelo y la escala a la cual se podrá trabajar, en este caso vemos la siguiente tabla lo cual nos da una idea del tamaño del pixel con relación a la escala de trabajo:

Tabla 2. Modelos digitales de elevación de acuerdo a pixel y escala.

Imagen	mt2 X Pixel	Escala
SRTM	90X90	1 : 100,000 A 1 : 500,000
SRTM2	30X30	1 : 50,000 A 1 : 100,000
ASTGTM2	30X30	2 : 50,000 A 1 : 100,000
ASTGTM2.2	15X15	2 : 25,000 A 1 : 50,000
ASTGTM2.3	7.5X7.5	3 : 10,000 A 1 : 25,000

Fuente. Este estudio

En este caso si tomamos la escala de trabajo en la cual se pretende realizar la clasificación geomorfológica, es primordial utilizar los modelos ASTGTM 2.2. O ASTGTM 2.3 estos productos son de la NASA y se pueden conseguir en el siguiente link: <http://www.nasa.gov/>

Los modelos anteriormente mencionados, están dentro del rango de escala de trabajo es decir a escala 1: 100.000

Los modelos digitales de elevación proporcionan información altitudinal en cada pixel de su malla raster, de esta manera se pueden generar topografías muy cercanas a la realidad y de igual manera se pueden crear modelos interactivos 3D que permiten la visualización de las unidades morfológicas del terreno muy similares, es decir es un modelo que permite realizar un vuelo virtual por arriba del área estudiada, e identificar de forma más ágil las geofomas existentes. El tamaño del pixel utilizado para este estudio permite ubicar geofomas en un área mayor a 15 mt2 lo cual para un mapa a escala 1: 100.000 es un 1.5 mm es decir que el muestreo a esta escala es supremamente detallado.

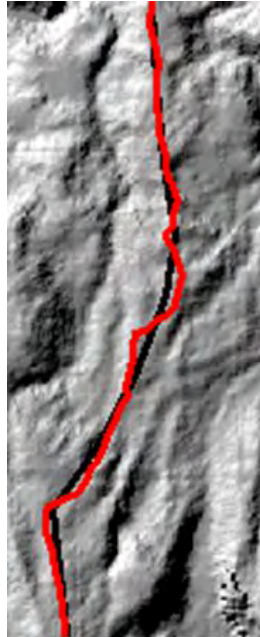
Existen modelos digitales de terreno producidos a partir de imágenes de radar pero su costo y dificultad para acceder a estos no permite la realización del trabajo con dichos insumos.

- **Errores de estructuración:** En algunos modelos se presentan errores de estructura en sus pixeles debido a la existencia de sombra por el ángulo de captura de datos y por la existencia de nubosidad en el momento de la captura de datos lo cual altera la conformación del ambiente topográfico, estos modelos se deben descartar ya que se busca la totalidad del análisis geomorfológico.

Se procedió con la ortorectificación y georeferenciación de las imágenes y modelos digitales de terreno encontrados utilizando una nube de puntos obtenidos con Navegador GPS a partir de un trabajo de campo, donde se ubiquen la mayor cantidad de punto de fácil identificación en las imágenes satelitales y de buena recepción en los aparatos de captura de datos, para la obtención de datos también

es necesario tener presente la escala de trabajo pues el rango de captura, y la recepción de los equipos varían según la calidad de estos.

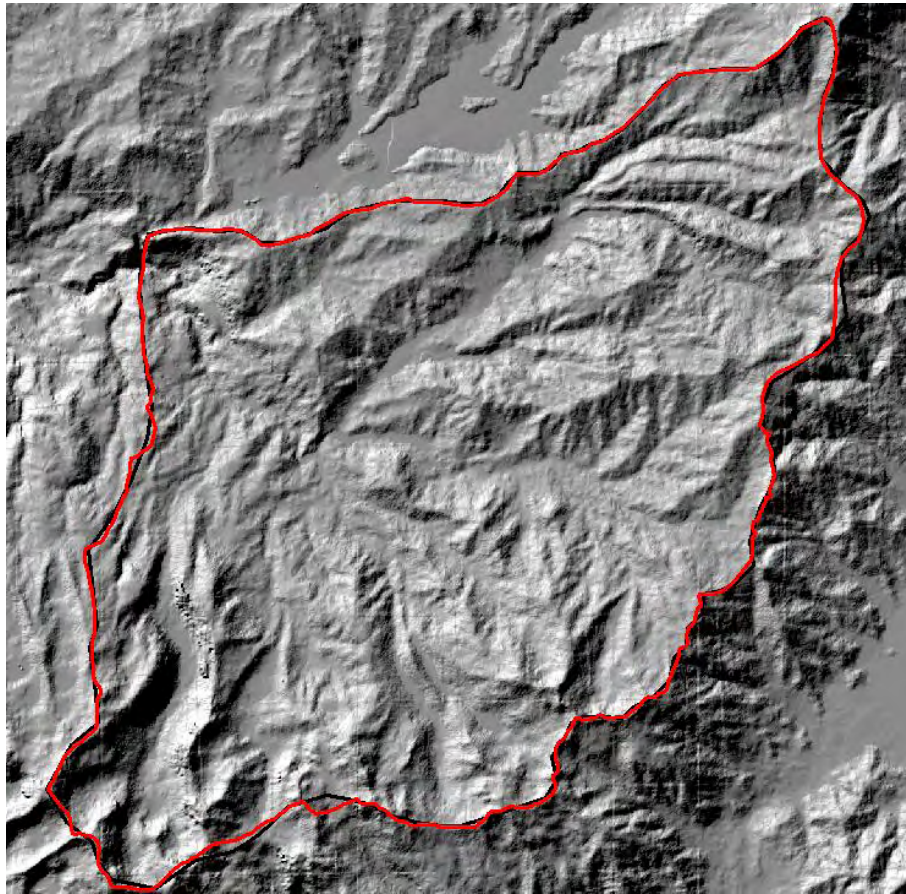
Figura 7. Límite de la cuenca



Fuente. Este estudio

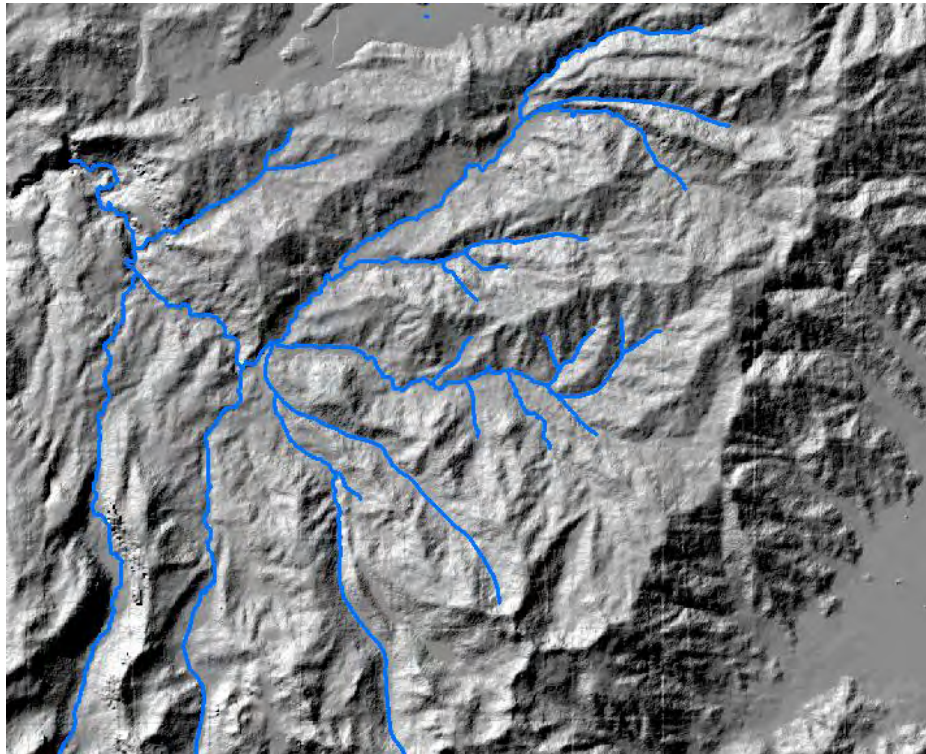
5.2.4. Ortorectificación, Georeferenciación del MDT. Los MDT o modelos digitales del terreno, contienen medidas de la elevación del terreno obtenidas aplicando procedimientos fotogramétricos a pares de imágenes estereoscópicas. El MDT se usó para crear modelos tridimensionales y en los programas informáticos de visualización. Mediante la ortorrectificación se eliminan de las imágenes las distorsiones horizontales y verticales principalmente debidas al relieve, este proceso mejoro la calidad y utilidad de la imagen porque otorga las mismas cualidades que posee un mapa, para la georeferenciación los datos se transportaron a coordenadas geográficos utilizando para ello la información de ubicación registrada por el satélite cuando se captó la imagen que a continuación, se traslada a la proyección topográfica preferida para su proceso respectivo, los datos se corrigieron mediante puntos de control en tierra, tanto procedentes de mapas como de mediciones GPS.

Figura 8. Perimetro de la cuenca – modelo se sombras al fondo



Fuente. Este estudio

Figura 9. Red de drenaje de la cuenca



Fuente. Este estudio

5.2.5 Fotointerpretación de imágenes satelitales y aerofotografías en pares estereoscópicos en Software ERDAS 9.1. Con la Interpretación de imágenes satélite sobrepuestas con el mapa de sombras y el mapa de pendientes, se obtuvo una visión general de la geomorfología del área de estudio, igualmente la definición, delimitación de unidades y subunidades geomorfológicas discriminados por ambientes morfogenéticos y los rasgos morfodinámicos más sobresalientes.

5.2.6 Procesamiento del MDT en Software ArcGIS 10,0. En el procesamiento digital de las imágenes, se realizó fundamentalmente la combinación de bandas de los diferentes sensores del satélite, para encontrar la mejor combinación que muestre el contraste de las geoformas y rasgos geográficos.

5.2.7 Zonificación de áreas homogéneas y producción de cartografía analítica de unidades geomorfológicas. Con la zonificación es posible caracterizar y delimitar unidades cartográficas con características homogéneas y con niveles de detalle específicos.

5.2.8 Trabajo de campo. En esta investigación se aplicó el diseño de campo, se definió el itinerario de verificación de los lugares o sitios anteriormente seleccionados para la recopilación de información, los datos se recogieron directamente y se tomaron datos referentes al tipo de superficie, geoformas o formas de relieve, razón por la cual la información es de carácter primordial y su valor radica en que de esta manera, se puede cerciorar las verdaderas condiciones del terreno e indagar por aspectos de ocupación del espacio. El resultado obtenido fue archivos fotográficos de unidades geomorfológicas constatadas en campo, junto con un texto explicativo de las unidades geomorfológicas existentes en la microcuenca objeto de estudio, su morfogénesis y procesos actuales.

5.2.9 Corrección de unidades identificadas analíticamente con la constatación en campo. Se realizó un análisis y posterior corrección de las unidades, se efectuó una delimitación de las mismas, al igual que una descripción de los cambios más significativos a partir del análisis comparativo mediante la visita de campo para una constatación exhaustiva de dicho material, para así obtener una información más concreta y más cercana a la realidad.

5.3 TERCERA FASE: ESTABLECER LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS UNIDADES DE TERRENO, SU RELACIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se realizó la medición de las unidades presentes dentro del área de estudio, analizando sus interacciones, de esta manera se logró darles una clasificación más exacta y más detallada para una mejor comprensión.

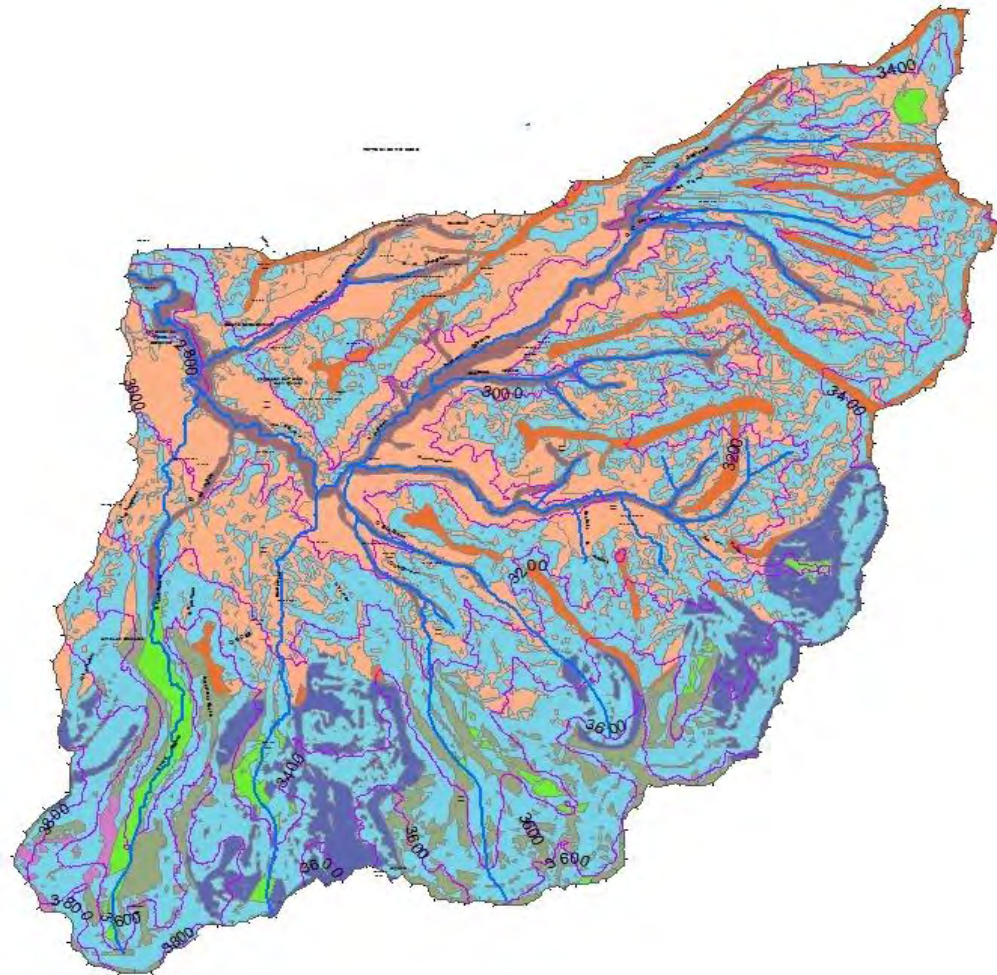
5.3.1 Digitalización de las respectivas unidades geomorfológicas. Se utilizó el Software ArcGis para dicho proceso de digitalización de las unidades existentes en el área de estudio, ya que con esta herramienta informática es de mayor precisión y exactitud al momento de ubicar espacialmente la geomorfología del terreno.

5.3.2 Medir cada una de las áreas y perímetros encontrados en las unidades geomorfológicas. Se midió todas y cada una de las áreas existentes en la microcuenca con el fin de tener datos concretos acerca de las unidades que se encuentran en el área de estudio.

5.3.3 Individualizar y describir cada una de las unidades geomorfológicas. Para obtener una mayor claridad de cada una de las unidades geomorfológicas se

las individualizo y se las describió minuciosamente para una acertada toma de decisiones que contribuyan con el futuro de la microcuenca.

Figura 10. Unidades geomorfológicas



Fuente. Este estudio

5.3.4 Describir el área geomorfológica de la microcuenca (paisaje). Se realizó una descripción de la geomorfología que se encontró en la microcuenca para darle una interpretación y análisis adecuado.

VER ANEXO LISTA DE MAPAS – MAPA BASE

Tabla 3. Fases del proyecto

FASES	ACTIVIDADES	RESULTADOS	PRODUCTO
Aplicación metodología IGAC 1:100.000.	1. Revisión de material bibliográfico INGEOMINAS, IDEAM Y OTROS.	1. Procedimiento de clasificación de unidades geomorfológicas a escala 1 : 100.000	1. Texto explicativo donde se detalle el procedimiento de clasificación de unidades geomorfológicas a escala 1 : 100.000
	2. Revisión de material cartográfico IGAC, IGEO MINAS, IMÁGENES SATELITALES SPOT, ASTER, AEREOFOTOGRAFÍAS, MDTs	2. Material cartográfico, aereofotografico, satelital, y Raster a escala 1 : 25.000	2. Listado de material cartográfico aereofotografico, satelital, y Raster a escala 1 : 25.000 con el cual se proceda a aplicar la metodología planteada.
Determinación de las características morfológicas y los ambientes morfogeneticos recientes y antiguos que de alguna manera han contribuido a la evolución del paisaje.	1. Digitalización de planchas topográficas IGAC, 1 : 25.000 y geológicas Ingeominas 1: 100,000 en formato de SHP utilizando el Software ArcGIS 10,0	1. Geodatabase de ArcGIS con material cartográfico aereofotogrametrico, y satelital del área de la microcuenca	1. Cartografía a escala 1 : 100.000 de la clasificación geomorfológica de la microcuenca del rio Opongoy
	2 Escaneo, ortorectificación, Georeferenciación, y procesamiento de pseudoestereoscopia de pares estereoscópicos aerofotograficos IGAC en Software ERDAS 9.1.		
	3. Ortorectificación, Georeferenciación, y procesamiento de pseudoestereoscopia de imágenes satelitales SPOT y ASTER en Software ERDAS 9.1.	2. Clasificación de unidades geomorfológicas y mapificación de las mismas en cartografía digital 1 : 100.000	
	4. Ortorectificación, Georeferenciación del MDT	2. Texto Explicativo de las unidades geomorfológicas existentes en la microcuenca objeto de estudio su morfogénesis y procesos actuales.	
	5. Fotointerpretación de imágenes satelitales y aerofotografías en pares estereoscópicos en Software ERDAS 9.1		

	6. Procesamiento del MDT en Software ArcGIS 10,0	3. Archivos fotográficos de unidades geomorfológicas constatadas en campo.	
	7. Zonificación de áreas homogéneas y producción de cartografía analítica de unidades geomorfológicas		
	8. Trabajo de campo		
	9. Corrección de unidades identificadas analíticamente con la constatación en campo.		
Establecer las características morfométricas de las unidades de terreno, su relación y clasificación.	1. Digitalización de las respectivas unidades geomorfológicas.	1. Geodatabase de ArcGIS con material cartográfico del área de la microcuenca.	1. Cartografía a escala 1 : 100.000 de la clasificación geomorfológica de la microcuenca del río Opongoy
	2. Medir cada una de las áreas y perímetros encontrados en las unidades geomorfológicas.		
	3. Individualizar y describir cada una de las unidades geomorfológicas.	2. Tablas de atributos y base de datos de las unidades geomorfológicas presentes en la microcuenca.	2. Informe detallado, descriptivo y analítico de las unidades geomorfológicas, la unidad de gran paisaje que existen en la microcuenca.
	4. Describir el área geomorfológica de la microcuenca (paisaje).		

Fuente. Este estudio

6. ANTECEDENTES

“La representación visual de los análisis geomorfométricos ha evolucionado desde el uso de fotografías aéreas e imágenes de satélite, hasta la inclusión de modelos de terreno de alta y mediana resolución. En distintas partes del mundo se han empleado estas nuevas técnicas en el desarrollo de trabajos investigativos y aplicados, uno de los progresos más conocidos en este ámbito es el trabajo “Clasificación supervisada de geoformas para realzar y sustituir la fotointerpretación en un levantamiento de suelo semidetallado”. El cual utiliza un método automático de delineación del terreno, a partir de parámetros extraídos de un MED y la aplicación del sistema geopedológico de Zinck, en una zona de Baranja Croatia (Hengl y Rossiter, 2003), otro trabajo es el de “Clasificación difusa de elementos de tierra desde MEDs basados en su geometría y posición de terreno”. Este realiza una clasificación de elementos de tierra en MEDs basado en sus características fundamentales”¹⁹.

A nivel nacional se realizó una investigación por parte del geógrafo José Eduardo Fuentes Delgado, en ella se determinó la caracterización de unidades geomorfológicas en el parque Nacional Natural Purace, dicho estudio trata lo siguiente: “El análisis cuantitativo, una herramienta que puede ser incorporada en la Geomorfometría, y ofrecer el alcance para el desarrollo radical en los instrumentos que usamos para entender el paisaje. La metodología utiliza la información del modelo de elevación STRM, más las variables que son determinantes en la acción modeladora del paisaje como clima, geología, cobertura, geomorfología y suelos. El análisis de la información se fundamenta en el índice de posición topográfica y la segmentación de imágenes, para obtener un mapa combinado de geomorfología. Considera las geoformas en base al sistema de clasificación fisiográfica CIAF produciendo un mapa de unidades de paisaje”²⁰.

“El INGEOMINAS en el año 2001 genera el Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, escala 1:1'500.000, en el cual con base en la interacción de los factores inherentes y desencadenantes que intervienen en los deslizamientos, se determina la amenaza relativa por fenómenos de erosión y remoción en masa y se proponen 15 provincias de Amenaza Relativa, con características particulares de comportamiento. Las Provincias están numeradas en orden decreciente de susceptibilidad a deslizamientos, flujos y otros tipos de movimiento y cada una de ellas comparte rasgos inherentes y factores

¹⁹ FUENTES DELGADO, José Eduardo. Aplicación de la Geomorfometria para la definición de unidades fisiográficas de paisaje en una zona piloto del Parque Nacional Natural Puracé. Maestría en Ciencias de la Geo-Información y Observación de la Tierra, mención en Información de Tierras para la Planificación del Territorio. Bolivia: s.n. 2009.p.2.

²⁰ Ibíd.

desencadenantes similares. Las 15 Provincias se reagrupan en 5 Categorías de Amenaza, según la distribución en el territorio Colombiano de los procesos de inestabilidad, teniendo en cuenta la densidad, frecuencia y recurrencia de los movimientos. La información aquí descrita se presenta en dos mapas así muestra la distribución espacial de los movimientos en masa en el territorio colombiano.

Por otra parte el INGEOMINAS ha venido desarrollando estudios de amenaza por movimientos en masa a diferentes escalas en el territorio Colombiano, como estrategia para desarrollar guías metodológicas para evaluación de amenaza por diferentes tipos de movimientos. “La evaluación de la susceptibilidad se realizó con base en la variable de geología, de geomorfología, de suelos edáficos y de coberturas de la tierra, aplicando un método heurístico de calificación por pares que permitió definir al grupo de expertos los pesos de la función de susceptibilidad.”²¹.

A nivel regional cabe destacar la investigación denominada “Estado del Arte de la Información de los Páramos del Departamento de Nariño” la cual se realizó a través de un convenio entre la Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño) y la Universidad de Nariño en el año 2007. El proyecto se desarrolló con la participación de un equipo de investigación interdisciplinario, entre los autores y aspectos a desarrollar se encuentran: el aspecto de clima y geomorfología estuvo a cargo del Geógrafo MSC. Germán Narváez quien además se encargó de la coordinación de la entrega y socialización del documento final, el componente suelo fue abordado por el Geógrafo MSc. Julián Rengifo, el área de hidrología, hidrografía y uso del suelo fue realizado por el Ing. Agroforestal MSc. Diego Muñoz, entre otros.

El documento consta de cinco tomos, en los cuales se incluye una descripción general y estimación del área correspondiente a los páramos del departamento de Nariño, la caracterización biofísica de las zonas de páramo, la caracterización socioeconómica y cultural, la evaluación de la información, las conclusiones particulares y comparativas entre las diversas zonas de páramo y unas recomendaciones generales. Los aportes de esta investigación han sido de un valor significativo para el desarrollo regional, y la metodología abordada contribuyo en gran medida como referencia a mi proyecto de investigación.

²¹ Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. Subdirección de amenazas geológicas y entorno ambiental. Bogotá:s.n. 2010. p.10.

7. LISTA DE MATERIAL CARTOGRAFICO

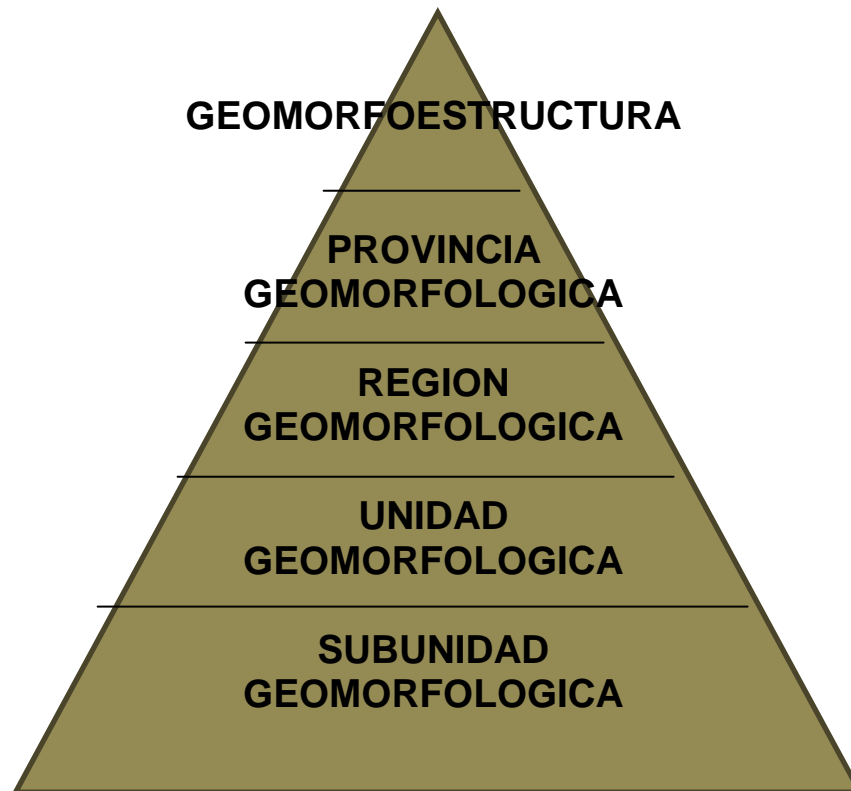
El material que se utilizó para dar cumplimiento al desarrollo del objetivo propuesto, es el siguiente:

- PLANCHAS TOPOGRAFICAS IGAC 1:25.000 429 IV C y 429 IV A.
- IMÁGENES SATELITALES
- MODELO DIGITAL DE TERRENO ASTGTM 2.2. Y ASTGTM 2.3.

8. ANALISIS DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS EXISTENTES EN LA MICROCUENCA DEL RIO OPONGOY

Carvajal (2008), plantea enfocar el análisis geomorfológico de un sitio o lugar, siguiendo un proceso analítico del terreno desde un punto de vista regional hasta llegar a lo local. Para tal efecto desarrolla una propuesta de jerarquización geomorfológica, en la cual relaciona las escalas de trabajo con las jerarquías geomorfológicas, donde la base regional está fundamentada en la génesis geológica de las geoformas y los ambientes morfogenéticos, y el detalle basado en los ambientes morfogenéticos, expresión morfológica, litología y procesos morfodinámicos ²².

Figura 11. Esquema de jerarquización -geomorfológica



Fuente. Este estudio

Se debe tener presente que las unidades geomorfológicas constituyen una base de referencia para el análisis y diagnóstico, representando una totalidad, por lo

²² LEIVA, TREJOS y MOYA, Op. Cit., Pp.9-10.

cual, la caracterización de estas unidades determinan una visión integral de la realidad presente de la zona o área de estudio. El análisis debe ser expresado de manera congruente ya que expresa y representa las condiciones de interacción del hombre con el medio biofísico actual.

Los procesos geomorfológicos actuales se determinan mediante la identificación de procesos que producen cambios y remodelaciones en los paisajes, entre estos se encuentran la remoción en masa (deslizamientos, caída de roca), erosión fluvial, acumulación de materiales finos, medios y gruesos, escurrimiento del suelo, eólica (viento) y erosión antrópica (acción del hombre).

8.1 GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL (ESCALA 1:10.000.000)

“Corresponde a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales, caracterizados por estructuras geológicas y topográficas regionales. Ejemplo de esta categoría son cratones, escudos, plataformas, grandes cuencas, cinturones orogénicos y valles en rift”²³.

“El desarrollo de la cordillera imprimió las principales características de los relieves actuales y condicionó gran parte de los procesos externos y de la dinámica de las vertientes. El levantamiento de la cordillera generó un enorme potencial gravitatorio. Los diferentes eventos tectónicos causaron fallamiento y fracturamiento generalizado de las rocas y una fuerte actividad hidrotermal, hechos que han facilitado la alteración del sustrato para facilitar su disección. El sistema Montañoso Andino surge por el proceso estructural, y su principal agente modelador ha sido las fuerzas endógenas, que originaron procesos de plegamiento y fallamiento, la microcuenca del río Opongoy ubicada entre los municipios de Tangua y Pasto, se encuentra ubicada en la cordillera Central siendo parte de este sistema. Este Sistema Andino al entrar a Colombia en el nudo de huaca o pasto se bifurca en dos ramales que son: la cordillera central y la cordillera occidental, más adelante en el nudo de almaguer maziso colombiano se desprende la cordillera oriental que entre otras cosas es la más larga de las tres, llega hasta el país de Venezuela en donde recibe el nombre de cordillera merida. Un sistema montañoso se define como un conjunto de serranías y grupo de montañas relacionados genética y cronológicamente”²⁴.

²³ *Ibíd.*, p. 11.

²⁴ SISTEMA MONTAÑOSO ANDINO. Disponible en internet <www.fabiodominguez.blogspot.com/sistemamontañoso-andino-y-periferico/>.

8.2 PROVINCIA GEOMORFOLÓGICA (ESCALA 1:1'000.000)

Son conjuntos de regiones con geformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente, se corresponden con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia, los cuales están demarcados por fallas regionales y continentales definidas o inferidas. Se definen en términos tales como: cinturones montañosos, llanuras, peneplanicies, cordilleras y serranías²⁵.

La cobertura volcánica reciente que cubre el sustrato fracturado y alterado se constituye en un factor de resistencia diferencial de las rocas. Las reactivaciones volcánicas son factores actuales que modifican el paisaje.

La microcuenca del río Opongoy forma parte de un sistema montañoso que ha tenido una incidencia volcánica, esto se debe a que a través del tiempo se ha presentado la acumulación de material que ha salido del subsuelo a través de una abertura que ha liberado la energía contenida hasta un punto límite. Se entiende por montaña Volcánica a la elevación del terreno con más de 400 m de altura, los materiales volcánicos pueden constituir lo esencial del sustrato o limitarse a formaciones de cobertura en una amplia variedad de paisajes incluyendo montaña, altiplanicie, piedemonte, planicie y valle. Las geformas volcánicas son de complejidad variable, lo dificulta una estricta separación entre tipos de relieve y formas de terreno.

8.3 REGIÓN GEOMORFOLÓGICA (ESCALA 1:250.000)

“Involucra a las geformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas” 26.

La complejidad o sencillez de las formas del relieve y el grado de las pendientes ejercen gran influencia en las actividades productivas a desarrollar en una determinada unidad de tierra.

Las formas de relieve que hacen parte de la región geomorfológica de la microcuenca del río Opongoy, se denominan “Geformas banales, se llaman banales aquellas geformas que no presentan rasgos fisiográficos particularmente

²⁵ LEIVA, TREJOS y MOYA, Op. Cit., Pp.9-10.

²⁶ *Ibíd.*, p.11.

resaltantes. Estas geoformas ocurren por lo general en rocas sedimentarias blandas, desprovistas de control estructural (p.e. margas y otras rocas arcillosas), y en rocas ígneo metamórficas sin esquistosidad marcada (p.e granito, gneis). Su expresión fisiográfica más común es la de vertientes convexo-cóncavas y entre sus características generales están:

- Topografía general de colinas, lomas, cerros, filas y crestas, originada por disección.
- Poca o ninguna influencia estructural, en particular ausencia de control específico de tectónica de fallas en la topografía.
- Presencia de fracturas que favorecen y controlan la incisión y la organización de la red hidrográfica.
- El patrón de drenaje tiene influencia fundamental en la configuración de la topografía de disección resultante, especialmente en los paisajes de peneplanicie y lomerío.
- Substrato rocoso homogéneo en amplias extensiones.
- Material de moderada a débil resistencia a la erosión, incluyendo: rocas ígneas (granito, diorita, gabbro), rocas metamórficas (gneis, esquisto, pizarra), rocas sedimentarias (lutita, marga).

Las Geoformas banales ocurren a nivel de relieve/modelado y de forma de terreno en paisajes de montaña, lomerío, peneplanicie, y piedemonte. A nivel de relieve/modelado se encuentran la configuración de espinazo (o esqueleto de pez) que consiste en la asociación de una dorsal maestra longitudinal y de lomas perpendiculares a la anterior (viga, chevron, rafter, nariz), separadas por entalles de vallecitos. “Este tipo de relieve es frecuente en rocas sedimentarias fracturadas. Su evolución ulterior genera relieves de configuración alargada en forma de lomo-de-caballo”²⁷.

Dentro de las geoformas características de la microcuenca están las “Lomas las cuales son elevaciones del terreno menores de 200 m con cimas muy amplias y de formas redondeadas y alargadas, y de laderas convexas con inclinaciones entre 4 y 10 grados”²⁸.

²⁷ ZINCK J, Alfred. Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. Bogotá: s.n. 2012.p.86.

²⁸ LEIVA, TREJOS y MOYA, Op. Cit., Pp.9-10.

Filas y Vigas: Tipo de relieve que se asemeja a la estructura de un techo, con un eje axial fila y elementos transversales perpendiculares a la fila vigas. Las vigas alternan con vallecitos de torrentes.

Planicie Aluvial: Es la parte de un valle que puede experimentar inundaciones ocasionales, se componen por lo general de sedimentos de arena y arcilla. El término planicie se utiliza para designar a aquellos espacios naturales que constan de relieves bajos o de mínima altitud, cercanos al nivel del mar y con un determinado tipo de vegetación particular para cada ecosistema. La idea de planicie proviene justamente de la noción de plano, de algo que no tiene volumen ni variaciones en su superficie. Si bien las planicies naturales pueden mostrar diferencias en la altitud o en su relieve dependiendo del tipo de región de la que hablemos, por lo general estaremos haciendo referencia a territorios llanos en los cuales no encontramos montañas, mesetas, lomas o ningún tipo de elevación pronunciada que contraste con el resto del escenario.²⁹.

8.4 UNIDAD GEOMORFOLÓGICA (Escala 1:100.000)

Definidas como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico construccional o destruccional 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”³⁰.

“Laderas: Cada una de las pendientes, de sentido contrario, que limita lateralmente con un valle o una montaña. Suele hablarse de ladera arriba y ladera abajo.

Escarpes: Pendiente de gradiente más pronunciado que sus vecinas, de modo que constituye un talud muy empinado. Geoforma simple, disimétrica, de los relieves transversales o zonas de fracturas de los océanos”³¹.

“Filas y Vigas: Tipo de relieve que se asemeja a la estructura de un techo, con un eje axial (fila y elementos transversales perpendiculares a la fila (vigas). Las vigas alternan con vallecitos de torrentes”³².

²⁹ PLANICIE ALUVIAL. Disponible en internet <www.definicionabc.com/geografia>

³⁰ LEIVA, TREJOS, y MOYA, Op. Cit., p.12.

³¹ Diccionario Geomorfológico. Disponible en internet <www.cricyt.edu.ar/ladyot/publicaciones/glosario/PDF/comp_11.pdf>

³² Glosario Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Disponible en internet <www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/Glosario>

“Divisorias: La línea divisoria de las aguas, divisoria de drenaje o simplemente divisoria es el límite entre dos cuencas hidrográficas contiguas (dos vertientes hidrográficas contiguas). Las aguas de lluvia caídas a cada lado de la divisoria acaban siendo recogidas por los ríos principales de las cuencas o vertientes respectivas, pudiendo acabar en destinos muy distantes”³³.

“Planos de Inundación: Las llanuras de inundación son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujeta a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza siempre cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él”³⁴³⁴.

En la región Geomorfológica característica para la microcuenca del río Opongoy se encuentran las siguientes formas de relieve:

- ✚ **Filas y Vigas**, compuestas por las unidades geomorfológicas: Divisoria y sub-unidad geomorfológica, Divisoria Estructural con 7.27 Km². y un porcentaje del 4.73, se ubican en las partes altas y las periferia de la microcuenca cubriendo alturas entre los 3200 m.s.n.m. y los 3600 m.s.n.m. La unidad geomorfológica Escarpe y la sub-unidad geomorfológica Escarpe Erosional, cubriendo un total de 68.66 Km²., con un porcentaje de 44.71, es decir cubren casi una gran totalidad de la microcuenca, se caracteriza por presentar una morfología abrupta, producto no sólo de las fuerzas de plegamiento sino también por la resistencia que ofrecen las areniscas a la acción de los agentes modeladores del relieve.
- ✚ **Glaciares:** “**Glaciar** es una gruesa masa de hielo que se origina sobre la superficie terrestre por la acumulación, compactación y recristalización de la nieve y que puede fluir bajo la influencia de la gravedad. Los glaciares se extienden en el continente y en el mar, en áreas de alto y bajo relieve, altas y bajas altitudes. Por lo tanto están asociados a ambientes continentales y marinos. Los glaciares se pueden clasificar en glaciares alpinos o glaciares de valle o de montaña, son corrientes de hielo (ríos de hielo largos y estrechos) que fluyen valle abajo en las áreas montañosas. Los valles presentan paredes rocosas escarpadas. Están alimentados por campos de nieve (circo glacial) por encima de la línea de nieves eternas. Se forman en montañas altas y abruptas y ocupan valles fluviales previamente excavados. Los glaciares son modeladores del paisaje, realizan erosión, transporte y depositación.

³³ Cuenca Hidrográfica. Disponible en internet < [es.wikipedia.org/wiki/Cuenca hidrográfica](http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrogr%C3%A1fica)>

³⁴ Llanura de inundación. Disponible en internet <www.oas.org/dsd/publicatwions/Unit/oea65s/ch13.htm>

Circos: depresión rocosa en forma de anfiteatro de paredes abruptas producido principalmente por nivación.

Valle glacial: valle caracterizado por un trazado rectilíneo y por una sección transversal en forma de U, producida por el movimiento del glaciar que va excavando y ampliando su cauce.

Valles colgados: se producen por valles tributarios que se encuentran a gran altura con respecto al nivel del valle principal. También tiene forma de U.

Kames: son depósitos estratificados depositados por la acción de corrientes de agua que fluyen sobre o al interior del glaciar e incluso en fondo. Estas corrientes están cargadas de sedimentos (gravas, arena y fango). Los kames tienen la forma de montículos que pueden estar aislados o en grupos, está compuesta de grava y arena estratificada”³⁵.

En la unidad geomorfológica Circo Glaciar, se encuentra la sub unidad geomorfológica Circo Glaciar Erosional que en el área de estudio cubre un área de 0.57 km²., con un porcentaje del 0.77%.

En la unidad geomorfológica Kames, se encuentra la sub unidad geomorfológica Terrazas kames que en el área de estudio cubre un área de 9.68 km²., con un porcentaje del 6.30%.

En la unidad geomorfológica Ladera Glaciar se encuentra la sub unidad geomorfológica Ladera Glaciar Denudacional que en el área de estudio cubre un área de 8.29 km²., con un porcentaje del 5.40%.

En la unidad geomorfológica Valles Glaciares, se encuentra la sub unidad geomorfológica Valles en U que en el área de estudio cubre un área de 3.29 km²., con un porcentaje del 2.14%.

✚ Dentro de la región geomorfológica Lomas, la unidad geomorfológica Laderas y dentro de ella la sub unidad geomorfológica Ladera Denudacional, esta ocupa un área de 13.81 km². cubriendo un porcentaje del 8.99 %, se ubica en la parte baja y media de la microcuenca, circundando las fuentes hídricas, como el rio Opongoy, rio las Iglesias, quebradas la Chorrera y Socorro entre otras.










✚ En la geoforma de Montaña, se encuentra la unidad geomorfológica Laderas largas y dentro de ella la sub unidad geomorfológica Ladera Denudacional que ocupa un área de 33.29 km². cubriendo un porcentaje del 21.68 %,

³⁵ Geomorfología Disponible en internet < www.slideshare.net/prgijon/geomorfologa-3-sistema-glaciar-3325448>

ubicándose en la parte alta, media y baja de la microcuenca, se caracteriza por presentar una morfología de paisaje montañoso abrupto, producto de la acción compresiva de los movimientos tectónicos, en rocas muy resistentes como areniscas.

- ✚ En la geofoma de Planicie Aluvial, se encuentra la unidad geomorfológica Planos de Inundación y dentro de ella la sub unidad geomorfológica Vegas Inundables que ocupa un área de 8.71 km². con un porcentaje del 5.67 %, se localiza en las estribaciones de las fuentes hídricas como el río Opongoy, las Iglesias, quebrada la Chorrera y Socorro, las Encinas, Peñas Blancas, la Concepción, Maranon.

Tabla 4. Memoria explicativa. Regiones y Unidades Geomorfológicas

1: 10.000.000	1: 1.000.000	1: 250.000	1: 100.000	AREA Km2	PORCENTAJE	SIMBOLO
GEOMORFOLOGIA ESTRUCTURAL	PROVINCIA GEOMORFOLOGICA	REGION GEOMORFOLOGICA	UNIDAD GEOMORFOLOGICA			
MONTAÑOSO _ANDINO	MONTAÑA VOLCANICA	FILAS Y VIGAS	DIVISORIA_ESTRUCTURAL	7,27	4,73	
			ESCARPE_EROSIONAL	68,66	44,71	
		GLACIARES	CIRCO_GLACIAR_EROSIONAL	0,57	0,37	
			TERRAZAS_KAMES	9,68	6,30	
			LADERA_GLACIAR_DENUDACIONAL	8,29	5,40	
			VALLES_EN_U	3,29	2,14	
		LOMAS	LADERA_DENUDACIONAL	13,81	8,99	
		MONTAÑA	LADERA_DENUDACIONAL	33,29	21,68	
		PLANICIE ALUVIAL	VEGAS INUNDABLES	8,71	5,67	
		TOTAL=				153,57

Fuente. Este estudio

8.5 SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA (ESCALA 1:100.000)

Esta categoría está definida fundamentalmente por contrastes morfológicos y morfométricos que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos. Igualmente, está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos³⁶.

³⁶ Ibíd., p. 12.

Laderas Denudacionales: Relieve de tipo monoclinal desarrollado a partir de los planos de estratificación paralelos a la pendiente topográfica con pendientes topográficas interrumpida por depósitos coluviales. El drenaje es subparalelo poco denso debido a la relativa dureza y uniformidad de los niveles de areniscas cuarzosas de la Formación Une, sobre las pendientes estructurales se han desarrollado suelos de espesor delgado, utilizado para fines agrícolas principalmente.

Vegas de Ríos y Quebradas: Por lo general son tierras bajas, llanas, fértiles cercanas a los ríos o quebradas.

Divisoria estructural.

Unidad geomorfológica: DIVISORIA.

Región morfológica: FILAS Y VIGAS.

Se presenta en las partes altas de las lomas y montañas de la microcuenca, en un área total de 7.27 Has y un porcentaje de 4.73% del área total del área de estudio, se originó a partir del modelamiento hídrico de la microcuenca y presenta procesos de socavación y erosión laminar hídrica.

Fotografía No x



Se aprecia las divisoria estructurando el paisaje entre los valles en V y las planicies dividiendo las microcuencas internas.

Escarpe estructural.

Unidad geomorfológica: ESCARPE.

Región morfológica: FILAS Y VIGAS.

Se encuentra en las laderas de lomas y montañas y estructura en si la forma alargada de los valles en "V" de la microcuenca, presenta un área total de 68.66 Has con un 44.71% del área total del área de estudio, se origina a partir de la erosión hídrica sobre suelos producto de cenizas volcánicas, actualmente presenta procesos de desestabilización por la falta de cobertura vegetal, y por la constante erosión hídrica.

Fotografía No X



Escarpes ubicados en la parte media de la sub cuenca producto de la socavacion continua del rio sobre el material volcanico, son escarpes con una pendiente mayor al 75% que forman filas y laderas escarpadas.

Circo glaciar estructural.

Unidad geomorfológica: CIRCO GLACIAR.

Región morfológica: GLACIARES.

Se encuentra en muy poca área en las partes más altas de la microcuenca con una área total de 0.57 Has y un 0.37%, se originaron a partir del estancamiento de

los glaciares y su posterior deshielo, su forma es circular a oblonga y presenta actualmente procesos de erosión hídrica.

Terrazas kames.

Unidad geomorfológica: KAMES.
Región morfológica: GLACIARES.

Se encuentran en las partes altas del área de estudio y son el producto de la erosión glacial a lado y lado de cada una de estas estructuras, son de forma oblonga alargada con una área total de 9.68 Has y con un 6.3% del área total de la microcuenca, actualmente se presentan procesos de disectación laminar leve debido a la continua erosión hídrica, propia de áreas de paramo.

Ladera glaciar o denudacional.

Unidad geomorfológica: LADERA GLACIAR.
Región morfológica: GLACIARES.

Son unidades alargadas que se presentan en toda la microcuenca con un área total de 8.29Has y un 5.40% del área total, se originaron en los valles en V y en U por erosión glacial y/o hídrica, presenta pendientes ligeramente escarpadas y actualmente presenta erosión hídrica y desestabilización de flancos y escarpes.

Valles en “U”.

Unidad geomorfológica: VALLES GLACIARES.
Región morfológica: GLACIARES.

Son unidades de forma alargada y están en toda el área de la microcuenca, con un área total de 3.29Has y un 2.14% del total del área de estudio, se originaron por la acción erosiva de glaciares y actualmente presenta erosión hídrica y desestabilización de laderas.

Fotografía No 1.



En la anterior fotografía se aprecian las formaciones propias de ambientes glaciares como los valles en U (centro de la fotografía) las divisorias estructurales laderas y circos glaciares al fondo.

Ladera denudacional.

Unidad geomorfológica: LADERA.
Región morfológica: LOMAS.

Son unidades alargadas con un área total de 13.81 Has y un 8.99% del área total de la microcuenca, se originaron a partir de la constante erosión hídrica y actualmente presenta procesos denudativos hídricos y desestabilización de laderas.

Ladera denudacional.

Unidad geomorfológica: LADERA LARGAS.
Región morfológica: MONTAÑAS.

Son unidades alargadas con un área total de 33.29 Has y un 21.68% del área total de la microcuenca, se originaron a partir de la constante erosión hídrica y actualmente presenta procesos denudativos hídricos y desestabilización de laderas.

Fotografía No 2.



En la fotografía anterior se aprecian las formaciones en el centro de la subcuenca estudiada, laderas largas y lomas que estructuran el paisaje.

Vegas de inundación.

Unidad geomorfológica: PLANOS DE INUNDACION.

Región morfológica: PLANICIE ALUVIAL.

Son unidades muy pequeñas de forma alargada que se encuentran a lado y lado de los ríos y quebradas de la microcuenca con un área total de 8.71 y un 5.67% del área total, se originaron a partir del depósito de material rodante presente en ríos y quebradas, y actualmente presenta procesos denudativos y conformativos continuos.

Fotografía No 3



Se aprecian las vegas de inundación de la subcuenca en la parte baja cerca a la desembocadura de río opongoy.

VER ANEXO LISTA DE MAPAS – MAPA GEOMORFOLOGICO

9. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO OPONGOY

Los procesos geológicos expresan la geoforma, por lo tanto cabe destacar que en la microcuenca del río Opongoy se encuentran una serie de unidades litológicas, complejos y grupos establecidos, determinantes en la caracterización geomorfológica, entre estas tenemos:

Conformando la parte alta de la microcuencas tenemos las siguientes unidades:

- ✓ **“pCAmct COMPLEJO MIGMATÍTICO DE LA COCHA - RÍO TELLEZ** Néises, anfibolitas, esquistos, granitoides de anatexia y esporádicamente flujos básicos, con desarrollo de estructuras y texturas mismatíticas. Son principalmente rocas ígneas de composición granodiorítica afectados por el fenómeno de blastesis y metamórficas, principalmente orteneisis, pareneisis, granulitas y anfibolitas, las rocas de esta unidad tienen una composición mineralógica aproximadamente uniforme, a pesar de la variedad de estructuras y texturas. La asociación mineralógica, la presencia de granulitas de carácter pertítico de los feldespatos y los fuertes colores de la biotita y de la hornblenda, favorecen un metamorfismo de las facies granulita. El complejo mignatitico de la Cocha – río Téllez, está limitado en su parte occidental por la falla del río Guaitara, falla activa que hace parte del sistema Romeral” 37.
- ✓ **“Qsgf DEPÓSITOS GLACIARES Y FLUVIOGLACIARES,** Se pueden distinguir: circos, valles, morrenas laterales y de recesión y depósitos tipo "out wash". La morfología glaciario más típica se presenta en el sector Peñas Blancas, donde se conservan muy bien circos, valles en U y morrenas laterales terminales y de recesión. Se ubica en la era cenozoico, del cuaternario holoceno” 38.

En la parte media de la microcuenca se encuentran la siguiente unidad:

“TQvlc LAVAS Y CENIZAS, Generalmente se trata de lavas cubiertas y/o intercaladas con cenizas del tipo "ash fall" y muy pocas veces del tipo "ash flow". Está conformada por lavas y flujos y/o caídas de ceniza no diferenciables, generalmente hay predominio de lavas que se hallan cubiertas por cenizas o tienen intercalaciones de ellas” 39.

³⁷ MURCIA LEAL, Armando y CEPEDA VANEGAS, Héctor. Geología de la plancha 429 – Pasto. Escala 1:100.000. Memoria Explicativa. Pasto: Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, 1991. Pp.4-5.

³⁸ *Ibíd.*, p. 14.

También se presenta una caldera la cual se encuentra extinta, ubicada en la parte central.

En la parte baja se presenta la unidad “**TQvi** IGNIMBRITAS EUTAXÍTICAS, Coladas tabulares y soldadas, compuestas de cuarzo, biotita, homblenda y litoclastos en una matriz vítrica. Están caracterizadas por el soldamiento, las texturas de flujo y la presencia de "shards" pumáceos. Afloran principalmente en la región de Santa Bárbara y los Angeles. Las coladas tienen forma tabular, presentan fracturamiento columnar, son soldadas en gran parte, presentan texturas de flujo y a veces bandeamientos y son fácilmente reconocibles los fiammes o los fragmentos de pumita aplastados, se componen, a más de pumita, de cristaloclastos de biotita, oligocasa y cuarzo, en una matriz vítrica con claras texturas de flujo, pueden presentarse en baja proporción litoclastos de vulcanitas o de otras rocas más antiguas”⁴⁰.

³⁹ *Ibíd.*, Pp. 12-13.

⁴⁰ *Ibíd.*








10. PENDIENTES

“Hace referencia al grado de inclinación de las formas del relieve, la forma de la pendiente es la forma general de la pendiente, en ambas direcciones vertical y horizontal y el grado se refiere a la pendiente de la superficie alrededor del sitio”⁴¹.

El análisis de pendientes corresponde a un análisis efectuado en un plano topográfico o a través del procesamiento de imágenes con curvas de nivel, en que se grafican las pendientes existentes, la importancia del análisis radica en que permite determinar y agrupar diferentes zonas según su aptitud, a través de este se determina el rango de pendiente que se define como la separación de las áreas con igual rango separándolas conforme al potencial y a sus limitaciones. La variedad de pendientes y la intensidad de la red hidrográfica definen una topografía bastante quebrada y ondulada con disección profunda, ligada a la naturaleza de las características litológicas que la componen y a la estructura, por lo cual facilitan una mayor degradación y transporte de material meteórico a los cauces.

Mediante el procesamiento de la información se obtuvo que en general la microcuenca presenta un relieve fuertemente ondulado en un rango de 12-25, cubriendo un área de 50.07 km². y con un porcentaje del 32.61%; además de presentar un relieve fuertemente quebrado en un rango de 25-50, cubriendo un área de 69.01 km². y con un porcentaje del 44.94 % del total del área.

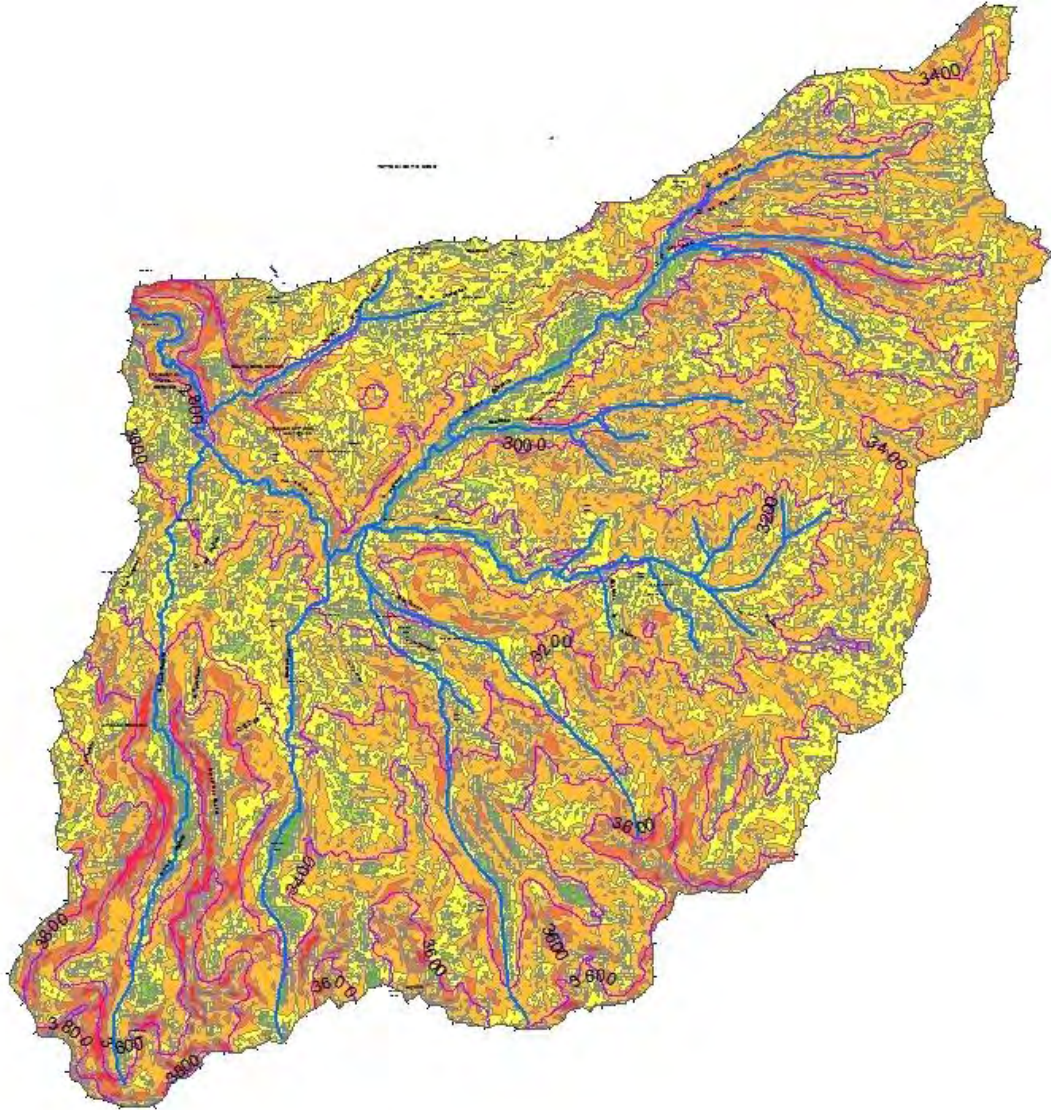
Tabla 5. Memoria explicativa, pendientes.

SIMBOLO	RANGO	TIPO	AREA Km2	PORCENTAJE
	0-3	LIGERAMENTE PLANO	1,94	1,27
	3-7	LIGERAMENTE ONDULADO	4,96	3,23
	7-12	LIGERAMENTE QUEBRADO	11,03	7,18
	12-25	FUERTEMENTE ONDULADO	50,07	32,61
	25-50	FUERTEMENTE QUEBRADO	69,01	44,94
	50-75	MODERADAMENTE ESCARPADO	13,44	8,75
	>75	FUERTEMENTE ESCARPADO	3,12	2,03
TOTAL=			153,57	100,00

Fuente. Este estudio

⁴¹ ANALISIS DE PENDIENTES. Disponible en internet
www.mariposurcl/analisisdependientes.htm

Figura 12. Mapa de pendientes



Fuente. Este estudio

VER ANEXO LISTA DE MAPAS – MAPA DE PENDIENTES

11. CONCLUSIONES

Después de haber aplicado la metodología del documento realizado por el S.G.C. para el desarrollo del mapa de unidades geomorfológicas de la subcuenca del río Opongoy entre los municipios de Tangua y Pasto, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

Para la clasificación geomorfológica de un espacio en general a escala 1: 100.000 es fundamental la utilización de herramientas S.I.G. Para la correcta mapificación y delimitación de unidades.

La subcuenca presenta actualmente procesos de denudación y de erosión ocasionados por acción hídrica constante.

La falta de coberturas vegetales naturales a lo largo de las unidades geomorfológicas de laderas y escarpes, permiten actualmente la desestabilización de los flancos ocasionando derrumbos en todos los ríos y quebradas de la microcuenca.

Mediante el procesamiento de la información respectiva se obtuvo que en general la microcuenca del río Opongoy posea un relieve abrupto, producto de las características litológicas que la componen.

La subcuenca del río Opongoy presenta un porcentaje alto de escarpes erosionales y laderas denudaciones con respecto a las demás unidades encontradas.

Actualmente, los procesos morfodinámicos de la cuenca evidencian socavaciones en laderas y escarpes que requieren de estudios más detallados y puntuales para evitar posibles desastres en el área de influencia de la misma.

Cabe resaltar la importancia de la metodología aplicada en este trabajo, y de su relevancia aplicativa en los futuros trabajos de planificación del territorio.

12. RECOMENDACIONES

La subcuenca del río Opongoy ubicada entre los municipios de Tangua y Pasto, presenta en su mayoría un relieve característicamente ondulado y quebrado, por lo cual en el desarrollo de las actividades productivas se debe tener muy en cuenta las técnicas a utilizar.

Teniendo en cuenta la importancia a futuro de la subcuenca del río Opongoy, se recomienda realizar programas y proyectos tendientes a la recuperación de este espacio con el fin de estabilizar las unidades geomorfológicas sobre todo las de laderas y escarpes para mantener el recurso hídrico a futuro.

Se debe comenzar con planes de concientización en el cuidado del medio ambiente en la microcuenca, así como la implementación de programas de reforestación que involucre a la comunidad residente de este espacio.

Es necesario realizar estudios más detallados para la estabilización y recuperación de las unidades de escarpe y laderas para evitar futuros deslizamientos y remociones en masa.

BIBLIOGRAFIA

BOCCO, Gerardo; MENDOZA, Manuel E; PRIEGO y Ángel, BURGOS Ana. La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. México: Instituto Nacional de Ecología, 2010.

CARRARA, A., CARDINALI, M., GUZZETTI, F. & REICHENBACH, P. GIS technology in mapping landslide hazard.- En: CARRARA, A. & GUZZETTI, F. (eds.): Geographical Information Systems in assessing natural hazards. Holand: Kluwer Academic Publishers, 1995.

CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA, Capitulo 3. Artículo 79. Santa fe de Bogotá: Emfasar, 1991.

FUENTES DELGADO, José Eduardo. Aplicación de la Geomorfometria para la definición de unidades fisiográficas de paisaje en una zona piloto del Parque Nacional Natural Puracé. Maestría en Ciencias de la Geo-Información y Observación de la Tierra, mención en Información de Tierras para la Planificación del Territorio. Bolivia: s.n. 2009.

JIMÉNEZ, Jorge Faustino; VELÁSQUEZ, Sergio; ALPÍZAR, Francisco y PRINS, Cornelis. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Curso Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Cali: s.n. 2006.

LEIVA, Omar, TREJOS, Gustavo y MOYA, Harold. Documento metodológico para la elaboración del mapa geomorfológico, insumo para el mapa nacional de amenazas por movimientos en masa escala 1.100.000. Bogotá: s.n. Versión 1. 2010.

LOZANO PICÓN, Ricardo José, Instituto colombiano de Hidrología, Metodología y estudios ambientales (IDEAM), "Guía para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Bogotá: s.n. 2010.

MURCIA LEAL, Armando y CEPEDA VANEGAS, Héctor. Geología de la plancha 429 – Pasto. Escala 1:100.000. Memoria Explicativa. Pasto: Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, 1991.

SERRATO A., Pedro Karin, Propuesta metodológica para la definición, clasificación y zonificación de los cañones colombianos: una visión geográfica. Revista perspectiva geográfica. Bogotá: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, 2007.

SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL, Titulo 2, Articulo 3. Bogotá, Litio Imperio 1993.

SOLARTE CRUZ, María Elena y BRAVO, German Narváez. Proyecto estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de nariño. San Juan de Pasto: Universidad de nariño. Corporación autónoma regional de nariño – Corponariño, 2007.

SUÁREZ, A.M., PERALDO, G., BADILLA, E. & OBANDO, Zonificación geomorfológica para la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la cuenca del río Viejo, Puriscal, Costa Rica: s.n. s.f.

ZINCK J, Alfred. Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. Bogotá: s.n. 2012.

NETGRAFIA

AGENTES MORFOGENETICOS. Disponible en Internet. <http://www7.uc.cl/sw-_edu/geografia/geomorfologia/html/1_2.html>

ANALISIS DE PENDIENTES. Disponible en internet <www.mariposurcl/analisisdependientes.htm>

Cuenca Hidrográfica. Disponible en internet < [es.wikipedia.org/wiki/Cuenca hidrográfica](http://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrografica)>

Diccionario Geomorfológico. Disponible en internet <www.cricyt.edu.ar/ladyot/publicaciones/glosario/PDF/comp_11.pdf>

Geomorfología disponible en internet < www.slideshare.net/prgijon/geomorfologa-3-sistema-glaciar-3325448>

Glosario Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Disponible en internet <www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/Glosario>

Llanura de inundación. Disponible en internet <www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch13.htm>

Viceministerio de ambiente, política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, dirección de ecosistemas, grupo de recurso hídrico, república de Colombia, 2010. Disponible en internet <www.minambiente.gov.co/.../5774_240610_libro_pol_nal_rec_hidrico>

PLANICIE ALUVIAL. Disponible en internet <www.definicionabc.com/geografia>

SISTEMA MONTAÑOSO ANDINO. Disponible en internet <www.fabiodominguez.blogspot.com/sistemamontañoso-andino-y-periferico/>

ANEXOS

Anexo A. Mapa Base.

Anexo B. Mapa de Pendientes.

Anexo C. Modelo digital de Terreno.

Anexo D. Imagen Aster.

Anexo E. Mapa Geomorfológico.

Anexo F. Registro Fotografico