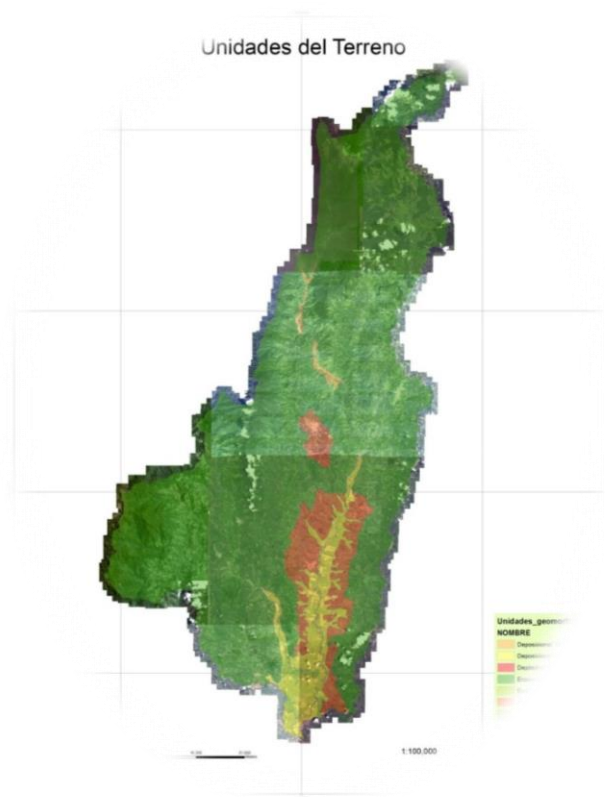
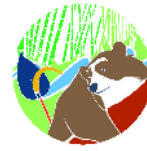


### III. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO - BIÓTICO

FORMULACIÓN  
**POMCA**  
RÍO RISARALDA

Plan de Ordenación y Manejo  
de la Cuenca Hidrográfica

"La cuenca vive, para que tu vivas"



### III-9. GEOMORFOLOGÍA

ABRIL 2017

PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO RISARALDA  
FASE DE DIAGNÓSTICO

CONSORCIO ORDENAMIENTO CUENCA RIO RISARALDA

Carrera 18 E Nro. 42 B 352, Local 5

(6) 314 17 28 Pereira (Risaralda)

[pomcasrisaralda@gmail.com](mailto:pomcasrisaralda@gmail.com)

@POMCASRisaraldayOtún

#POMCASRisaralda



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.	Resumen.....	7
1.2.	Generalidades Del Área.....	7
2.	GEOMORFOLOGÍA .....	12
2.1.	Introducción.....	12
2.2.	Metodología.....	12
2.3.	Interpretación de Sensores Remotos.....	14
2.4.	Análisis de pendientes .....	18
2.4.1.	Conclusiones sobre Pendientes en la cuenca .....	22
2.5.	Clasificación Geomorfológica según Zinck (2012) .....	22
2.5.1.	Definición de ambientes morfogenéticos.....	22
2.5.2.	Tipos de relieve (por foto interpretación).....	26
2.5.3.	Sistemas del terreno.....	27
2.5.4.	Unidades del terreno (Sensores remotos) .....	30
2.6.	Control de campo.....	36
2.7.	Procesos morfodinámicos.....	37
2.7.1.	Cicatrices de antiguos deslizamientos.....	39
2.7.2.	Deslizamientos activos .....	40
2.7.3.	Erosión superficial en surcos .....	41
2.7.4.	Taludes verticales antrópicos y desprendimientos de materiales.....	43
2.7.5.	Erosión en terracetos.....	45
2.7.6.	Reptamientos.....	45
2.8.	Jerarquización geomorfológica según Carvajal.....	46
2.8.1.	Geomorfoestructura.....	47
2.8.2.	Provincia Geomorfológica.....	48
2.8.3.	Región Geomorfológica .....	48
2.8.4.	Unidad Geomorfológica .....	49
2.8.5.	Subunidad Geomorfológica .....	50
2.9.	Conclusiones y Dominio Geomorfológico.....	56
3.	RECOMENDACIONES.....	57
4.	CONCLUSIONES.....	58
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama del proceso para la obtención del producto de Geomorfología requerido para los POMCA.....	14
Figura 2 Identificación de sitios de interés prioritarios con base a la Fotointerpretación para geomorfología básica a nivel de Relieve .....	16
Figura 3 Análisis de fotografías aéreas detallando geoformas a nivel de relieve presentes. Obsérvese los puntos en color verde que representan los puntos de control geomorfológicos planteados.....	17
Figura 4 Pendientes en porcentaje Cuenca del Río Risaralda.....	20
Figura 5 Pendientes en grados Cuenca del Río Risaralda.....	21
Figura 6 Mapa de sombras del área donde se detallan los ambientes morfogenéticos existentes. Flecha azul ambiente deposicional y flecha roja ambiente denudacional.....	24
Figura 7 Ambientes morfogeneticos definidos sobre la cuenca .....	25
Figura 8 Relieves o modelados similares según fotointerpretación.....	27
Figura 9 Sistemas del terreno. ....	29
Figura 10 Unidades del terreno (Tipos de relieve). (Zinck 2012).....	31
Figura 11 Mapa geomorfológico con criterios edafológicos según Zink .....	35
Figura 12 Controles de Campo para geomorfología. Nótese la socavación lateral del cauce y un sistema de depositación fluvial originado por acción del río mapa. ....	36
Figura 13 Controles de Campo para geomorfología. Nótese la presencia de valles en V, con laderas morfométricamente cortas y rectas, hacia la parte central del área.....	37
Figura 14 Mapa de procesos morfodinámicos en relación con los sistemas del terreno según Zink.....	38
Figura 15 Movimiento antiguo registrado en zona rural del municipio de San José. Nótese La superficie cóncava de su corona. ....	39
Figura 16 Movimiento en masa antiguo registrado en la vereda Buenos Aires perteneciente al municipio de Belalcázar, Caldas. Nótese la superficie cóncava de la corona y su estado revegetalizado. ....	40
Figura 17 Movimiento en masa afectando vía secundaria (Belén de umbría – Mistrató), entre las veredas providencia – La Llorona .....	41
Figura 18 Movimiento en masa de tipo combinado, en el sector de la cuchilla de San Juan, vereda Dosquebradas. ....	41
Figura 19 Vía san José – Risaralda, sector Quebra de varillas. Proceso activo con erosión concentrada en surcos hacia la parte baja. ....	42
Figura 20 Vía Mateguadua - vereda Al Abejero (Vía Belén-Mistrato), movimiento rotacional con presencia de erosión laminar por acción de escorrentía superficial, se observa fuerte carcavamiento .....	42
Figura 21 Taludes verticalizados que ha sufrido desprendimientos de materiales en el tramo vial Santuario – Apía.....	43
Figura 22 Desprendimiento de roca en macizo rocoso, hacia el sector de Belén de Umbría – La Isla.....	44
Figura 23 Cantera ubicada sobre la vía San José – Risaralda. Nótese el flujo de detritos que forma depósitos tipo talus.....	44
Figura 24 Presencia de terracetas sobre la Vía Asia – San José, Vereda El Contento .....	45



Figura 25 Reptamiento y erosión pluvial registrada en el sector la isla – vereda Taparcal .....46

Figura 26 Mapa geomorfológico con criterios morfogenéticos (Carvajal, 2012) .....55

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos básicos de la cuenca del rio Risaralda.....	9
Tabla 2. Rangos de Pendientes en porcentaje.....	18
Tabla 3. Rangos de Pendientes en porcentaje.....	19
Tabla 4. Rangos de Pendientes en grados .....	19
Tabla 5 Ambientes morfogeneticos del área. ....	23
Tabla 6 Relieves o modelados similares. ....	26
Tabla 7 Paisajes fotogeológicos.....	28
Tabla 8 Unidades según el tipo de relieve o modelado.....	30
Tabla 9 tabla de Jerarquización según Zinck con criterios edafológicos.....	32
Tabla 10 Cantidad de procesos morfodinámicos por tipología.....	46
Tabla 11 Jerarquización Geomorfológica en la Cuenca del Río Risaralda según Carvajal.....	52
Tabla 12 jerarquización según morfocronologia .....	53

## ANEXOS

Anexo 1 mapas y salidas cartográficas

Anexo 2 puntos de control geológico y geomorfológico

Anexo 3 Procesos activos

Anexo 4 Base de datos

Anexo 5 Registro fotográfico

## 1. INTRODUCCIÓN.

En los procesos de manejo y ordenación de cuencas hidrográficas el componente de gestión del riesgo en la planificación territorial se constituye en un insumo vital para la prevención y control de la degradación de los recursos naturales, hídricos, y condiciones económicas y sociales del área. Para una correcta evaluación de dicho componente se requiere del análisis geomorfológico de la zona que permita definir las unidades presentes y que se convierten en el insumo para la determinación de susceptibilidad ante diversos eventos (movimientos en masa, inundaciones e incendios forestales).

El presente documento incluye la evaluación geomorfológica para el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Risaralda, código 2614 basado en lo establecido en la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA- (expedida mediante la Resolución 1907 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), evaluando la geomorfología bajo la clasificación de Zinck y posteriormente establecer la clasificación geomorfológica según la propuesta de Carvajal (2001).

### 1.1. Resumen

La cuenca del Río Risaralda se localiza sobre la vertiente oriental de la cordillera occidental, con tal diversidad de unidades geológicas y ambientes geotectónicos, que no es extraño encontrar condiciones geomorfológicas particulares que hacen de la cuenca un territorio diverso y con multiplicidad de factores que condicionan su aprovechamiento y que eventualmente tipifican las condiciones de riesgo predominantes en la zona.

Geomorfológicamente la cuenca del río Risaralda manifiesta un predominio de unidades denudativas en relieve montañoso con buen desarrollo de suelos residuales, y con presencia de zonas escarpadas, ladera y vertientes alargadas propias de modelado estructural.

### 1.2. Generalidades Del Área

Los estudios geomorfológicos adelantados en el área fueron realizados por un grupo compuesto por tres Geólogos así: un geólogo Coordinador, y dos geólogos de apoyo para la etapa de campo y verificación de la información tanto cartográfica como de eventos, como también para la parte de análisis y elaboración de resultados.

La cuenca del río Risaralda cubre un área de aproximadamente 1302.09 km<sup>2</sup> y su corriente principal empieza a formarse en el Alto del Morro Plancho, en los límites entre Caldas y Antioquia, sobre los 3750 m.s.n.m. y desemboca en el Río Cauca frente al municipio de La Virginia a 896 m.s.n.m., recorriendo un trayecto aproximado de 95 Km, en sentido Norte–Sur. Sus principales afluentes son los ríos Guática por el Norte, Chapatá, Guarne, Mapa y Totuí por la margen derecha.



En forma general el área de la cuenca del río Risaralda es compartida por dos departamentos: Caldas y Risaralda (con un 40 y 60% respectivamente). En su trayectoria, atraviesa un total de 14 municipios, circunstancia que afecta directa o indirectamente la dinámica ecológica, ambiental y de sedimentos del río (Estudios y Asesoría Ingenieros Consultores Ltda., 1996).

Fisiográficamente la cuenca del río Risaralda presenta los siguientes rasgos predominantes:

Las vertientes oriental y occidental de las cordilleras Occidental y Central respectivamente, asociadas al cordón montañoso denominado Cuchilla del San Juan, de naturaleza volcánica, que se origina en el Nudo o Alto de los Mellizos y se extiende hasta el valle del Risaralda y la divisoria de aguas donde se encuentran localizadas las cabeceras municipales de Belalcázar, San José, Risaralda y Anserma en el Departamento de Caldas. Las llanuras, vegas y terrazas de origen sedimentario, localizados sobre las márgenes del río Risaralda.

Se trata de una Cuenca muy particular ya que la dirección de la red de drenaje es de Norte a Sur, lo cual evidencia la presencia de fallas que condicionan la red hidrográfica.

El clima de la cuenca es cálido y húmedo, en virtud de su localización en el valle interandino de los ríos Risaralda y Mapa. Conforme a las características climáticas enunciadas en las Agendas para la Gestión Ambiental de los municipios de influencia, tiene un temperatura media máxima de 24°C que se encuentra en la cota 900 m en el valle del río Risaralda, al tiempo que se registra una temperatura mínima de 6°C en el cerro de Tatamá. Como consecuencia de las variaciones de temperatura y altitudinales.

La variedad altimétrica de la Cuenca influye de manera directa sobre el régimen de distribución de las lluvias, la temperatura y la humedad del territorio. La precipitación media anual para la cuenca es de 2.086 mm, con valores que oscilan entre los 2900 y 1600 msnm. La cuenca se caracteriza por presentar dos periodos de relativa sequía y dos periodos húmedos. Esta distribución corresponde a un régimen de precipitación tipo ecuatorial (bimodal) con influencia mitigada de los alisios norte que penetran en la región desde el Chocó por el boquerón que corta la Cordillera Occidental entre los cerros Tatamá y Caramanta, influencia ésta que se advierte porque el periodo seco de principio de año es más prolongado que el de mitad de año.

En la Tabla 1 se muestra un resumen de cada una de los datos básicos en la cuenca.



**Tabla 1 Datos básicos de la cuenca del río Risaralda**

DATOS BÁSICOS CUENCA RÍO RISARALDA		
ASPECTOS	DESCRIPCIÓN	
Geográficos	Departamento	Risaralda y Caldas
	Municipios	Los municipios que tienen jurisdicción dentro del POMCA de Risaralda, son para el departamento de Caldas: Anserma, Belalcázar, Riosucio, Risaralda, San José y Viterbo. En el departamento de Risaralda son los municipios en la cuenca son: Apía, Balboa, Belén de umbría, Guática, La Celia, La Virginia, Mistrató y Santuario.
	Área	La cuenca del río Risaralda ostenta un área total de 125.600 ha., de las cuales 51.281,32 ha. Corresponden al departamento de Caldas y el restante 74.318,32 ha. Al departamento de Risaralda.
	Ubicación espacial	La cuenca hidrográfica del río Risaralda se desarrolla en el flanco occidental de la cordillera Central, entre las coordenadas 777,000W y 817,000W, y las coordenadas 1°034,000N y 1°105,000N, en los departamentos de Caldas y Risaralda, donde el 60 % corresponde al Departamento de Risaralda y el 40% al de Caldas; tiene un área de drenaje de 1470 km², hasta su desembocadura en el Río Cauca, y se localiza en la vertiente oriental de la cordillera occidental.
Fisiográficos	Zona Alta	Hacia la parte alta de la cuenca, se encuentran las zonas del sector de Riosucio, que representa la menor parte del área, con condiciones altas de susceptibilidad, cabe destacar que la mayor afectación del municipio de Mistrato se encuentra en zona rural, afectando también la zona urbana, y condicionadas por usos del suelo y pendientes altas, hacia el municipio de Guática, parte alta.
	Zona Media	La parte media de la cuenca, corresponde principalmente hacia el casco urbano del municipio de Santuario, y veredas aledañas como el sector de la marina. Representando el municipio de tiene mayor susceptibilidad.
	Zona Baja	La parte baja de la cuenca, a pesar de tener condiciones topográficas correspondiendo a valles, espinazos y Peneplanicie, presenta condiciones altas condiciones susceptibles en su mayoría por los lineamientos y fallas que se presentan dentro de la cuenca.
Hidrográficos	Nacimiento	Arroyohondo a una altura de 3.250 m.s.n.m.
	Desembocadura	Río Cauca a los 900 m.s.n.m.
	Afluentes (Subcuencas).	R. Risaralda, R. Mapa, R. Arroyohondo, R. Guática. Q. Serna, Q. Chapatá, R. Guarne, Q. Samaria, R. Totui, Q. el Águila (Q. El Guamo), Q. Apía (Alta), R. Peñas Blancas, R. San Rafael, R. del Oro.
Clima	Temperatura	El clima de la cuenca es cálido y húmedo, en virtud de su localización en el valle interandino de los ríos Risaralda y Mapa. Tiene una temperatura media máxima de 24°C que se encuentra en la cota 900 m en el valle del Río Risaralda, al tiempo que se registra una temperatura mínima de 6°C en el cerro de Tatamá. Como consecuencia de las variaciones de temperatura y altitudinales. La variedad altimétrica de la Cuenca influye de manera directa sobre el régimen de distribución de las lluvias, la temperatura y la humedad del territorio.
		La región presenta una gran variedad de climas, desde las zonas bajas con temperaturas superiores a 22° C, en la planicie del Valle del

		<p>Cauca, hasta zonas más altas, con temperaturas medias de 15° C en la zona montañosa.</p> <p>La parte alta de la cuenca, se presentan temperaturas medias de 14 °C, posteriormente hacia la parte media de la cuenca la temperatura promedio es de 22 °C y hacia la parte baja se presentan valores que oscilan entre 26 y 30 °C.</p>
	Precipitación	La precipitación media anual para la cuenca es de 2.086 mm, con valores que oscilan entre los 2900 y 1600 mm. La cuenca se caracteriza por presentar dos periodos de relativa sequía y dos periodos húmedos. Esta distribución corresponde a un régimen de precipitación tipo ecuatorial (bimodal) con influencia mitigada de los alisios norte que penetran en la región desde el Chocó por el boquerón que corta la Cordillera Occidental entre los cerros Tatamá y Caramanta, influencia ésta que se advierte porque el periodo seco de principio de año es más prolongado que el de mitad de año.
	Humedad	La humedad relativa, al igual que la precipitación crece en la medida en que se asciende por las montañas que limitan la cuenca presentando valores medios que, en su mayoría, oscilan entre 70% en los meses secos (enero a marzo) y 85% en los periodos en que aumentan las lluvias (mediados de abril hasta el mes de noviembre).
	Evaporación	La evaporación en la cuenca del río Risaralda, hacia la parte alta se presentan valores de 950 mm, hacia la parte media valores de 1200 mm y hacia la parte baja valores de 1400 mm
	Radiación Solar	En la estación La Camelia, se registran valores medios mensuales multianuales que oscilan entre 110 horas en el mes de abril (el menor valor) y 160 horas en el mes de agosto (el mayor valor), se observa un comportamiento bimodal.
Vegetación	Usos Coberturas y del Suelo	<p>En la cuenca del río Risaralda las coberturas de bosque ocupan el 31,66% del área total de la cuenca, mientras que los territorios destinados a desarrollo agropecuario ocupan el 65,27% del área total de la cuenca.</p> <p>Para el año 2000-2004, se destaca el predominio de las coberturas naturales como: Bosque denso con 22.29%, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con 16.08% y pastos limpios con 12.67%. Para el año 2015 predomina las coberturas naturales de Bosque denso con 23.56%, Cultivos permanentes arbustivos con 15.82%, Mosaico de pastos y cultivos con 11.35% y Pastos limpios con 11.33%</p> <p>Se destaca el incremento significativo del área de cobertura natural de Cultivos permanentes arbustivos (cultivos de café), seguido de la cobertura de Mosaico de pastos y cultivos, bosque denso y los tejidos urbanos continuos y discontinuos.</p> <p>Las coberturas que presentaron disminución de área correspondieron a 9 destacando la pérdida de área de Bosque abierto, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Bosque fragmentado, Tierras desnudas y degradadas y Cultivos permanentes herbáceos.</p>
Población	Dinámica Poblacional en la cuenca.	La población de la cuenca para el año 2015 está estimada en 185.535 habitantes. La Cuenca Risaralda tiene un área de 125.600 has, y su territorio es compartido por los departamentos de Caldas y Risaralda con 6 y 8 municipios respectivamente cada jurisdicción. Está conformada por 340 veredas, 120 de Caldas y 220 de Risaralda.
	Densidad Poblacional	La densidad poblacional total promedio de la cuenca es de 147,72 hab/Km², pero como ya se dijo, este valor se desvirtúa al ser un promedio entre valores tan extremos, por tanto es necesario obtener la densidad poblacional urbana, y la rural independientemente. La densidad poblacional urbana en la cuenca es de 10.326,89 hab./Km². El municipio con mayor densidad poblacional urbana, es La Virginia, seguido por Santuario y Risaralda. La densidad poblacional rural en la

		cuenca es 67,14 hab./Km². El municipio con mayor densidad poblacional rural es Guática, seguido por Riosucio. La cuenca se caracteriza por ser el de mayor densidad poblacional urbana y el de menor densidad poblacional rural.
	Comportamiento Poblacional por Edades.	La cuenca presenta una muy buena base piramidal de 0 a 15 años, a partir de la cual se observa como poco a poco se va disminuyendo, hasta alcanzar su máxima disminución en el rango de 30 a 45 años. A partir de los 45 años, vuelve y se amplía la pirámide hasta volver nuevamente a estrecharse con tendencia de punta en las edades de los adultos mayores. En este sentido, se pueden inferir tres procesos diferentes, el primero para las edades de 0 a 26 años, grupo que representa el 47% del total de la población en 2015. El segundo para la población de 30 a 50 años, y el tercero para la población de 50 años hasta más de los 80.
	Comportamiento Poblacional por Sexo	De los 185.535 habitantes de la cuenca, el 50,16% son hombres, equivalentes a 93.056, y el 49,84% son mujeres equivalentes a 92.479.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

## 2. GEOMORFOLOGÍA

### 2.1. Introducción.

La geomorfología se encarga de la identificación, descripción y análisis de la génesis, clasificación y evolución de las formas antiguas y actuales del terreno y su relación con las estructuras infrayacentes, así mismo se encarga de la interpretación de los procesos endógenos y exógenos que controlan y moldean el terreno, generando geoformas, las cuales son el resultado de los materiales constituyentes, las disposiciones estructurales y los procesos que interactúan según el ambiente morfogenético y el tiempo de duración de la acción de los mencionados procesos.

La geomorfología en los POMCA pretende proporcionar información sistemática y jerarquizada de las geoformas del relieve con base en los ambientes morfogenéticos, los sistemas del terreno y las unidades del terreno; así mismo definir y caracterizar los procesos morfodinámicos que intervienen en la cuenca.

Para lograr el correcto levantamiento geomorfológico se consideran las metodologías de trabajo (IGAC – Metodología Zinck, 2012) y la evaluación de las amenazas naturales (SGC – Metodología Carvajal, 2011); en la primera el objetivo corresponde a generar la salida cartográfica de formas del terreno caracterizados por su geometría, historia y dinámica y la segunda está orientada a llevar la jerarquización hasta el nivel de detalle de subunidades que responde a las necesidades de la zonificación de la Gestión del Riesgo

### 2.2. Metodología.

El desarrollo metodológico consistió en una primera instancia en definir los ambientes morfogenéticos considerado como el primer nivel de jerarquía, debido a que agrupa las geoformas mayores del relieve. Este paso se llevó a cabo mediante la evaluación de la información disponible, el mapa geológico a escala 1:100.000 y el MDT de la cuenca.

Posteriormente se realizó el análisis de sensores remotos mediante el uso de imágenes de Google Earth (2015) las cuales nos presentan un nivel de detalle apropiado para la identificación de grandes porciones del terreno caracterizados por sus rasgos fisiográficos con relieves o modelados similares; es importante aclarar que dado el óptimo nivel de detalle aportado por el uso de imágenes Google Earth no se requirió el uso de imágenes adicionales para la cuenca.

El siguiente paso consistió en la definición de los sistemas del terreno la cual es considerada como el segundo nivel de jerarquía y agrupa las unidades del paisaje definidas por un macro-relieve y una génesis geológica similar.

Consecuente con este estudio se procedió a realizar una segunda fotointerpretación con el objetivo de definir y delimitar procesos morfodinámicos y geoformas con rasgos específicos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves internos de laderas o flancos, crestas, formas de valle).

Finalmente se determinaron las unidades de Terreno (Geomorfológicas) las cuales corresponden a las geoformas particulares del terreno y asociadas con las formas del relieve (definidos anteriormente), en donde se incluyen criterios genéticos, morfológicos y geométricos del relieve, luego del análisis de sensores remotos definido anteriormente, se determinaron los mapas de geomorfología con criterios geomorfogenéticos como también geomorfología con criterios edafológicos. Como se muestra en la metodología de la Figura 1.

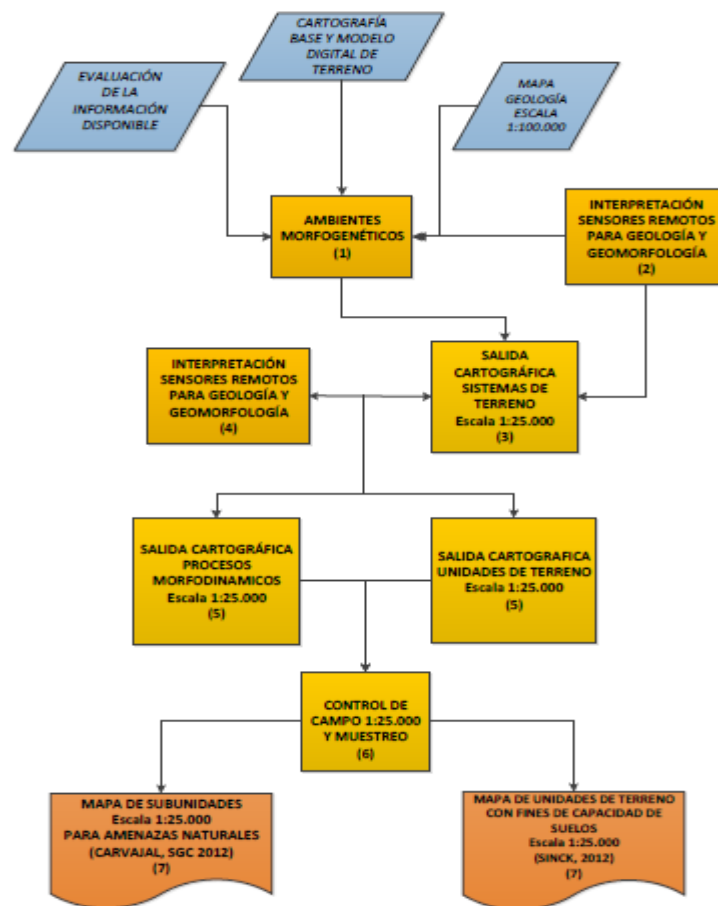
Luego del análisis de fotointerpretación realizada se procedió a la clasificación de las geoformas según la propuesta establecida por Zinck 2012, como lo establece el protocolo de gestión de Riesgo insumo base para la elaboración del presente informe.

Con los datos obtenidos en las fases anteriores se procedió a efectuar el control de campo para los procesos morfodinámicos y las unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio.

Para la definición de los puntos de control se tuvo en cuenta la categoría No 5 de la cuenca del río Otún determinada en el Protocolo y la cual determina que se realicen 5-6 controles de campo por cada plancha 1:25.000.

Finalmente con los insumos anteriores se construyó el mapa final de Geomorfología a nivel de Subunidades según la clasificación propuesta por Carvajal (2011).

.



**Figura 1 Diagrama del proceso para la obtención del producto de Geomorfología requerido para los POMCA**

Fuente: Protocolo para la incorporación de la Gestión del Riesgo en los POMCA, 2014

### 2.3. Interpretación de Sensores Remotos.

El análisis de sensores remotos se realizó mediante la evaluación de imágenes de satélite (Google Earth) para el área de estudio, las cuales aportaron la cobertura total del área con menos detalles en sectores puntuales hacia el sector Oeste (sector de la Cuenca alta del río Risaralda), sin embargo esto no impidió efectuar un correcto análisis en el proceso de la fotointerpretación geomorfológica, detallando el tipo de geoformas presentes, procesos morfodinámicos, morfometría, entre otros. Es preciso aclarar que según el detalle aportado por las observaciones efectuadas a las imágenes utilizadas (Google Earth) de manera general para el área, no fue necesaria la utilización de otro tipo de fotos o imágenes adicionales para el estudio.

Adicionalmente en esta etapa y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG), se identificaron los sitios de interés prioritarios para iniciar el control geomorfológico de campo o puntos de Control para geomorfología.



En el Anexo 1, y específicamente en la salida cartográfica, DBF-20 se muestran las zonas de interés prioritario para control geomorfológico obtenidas por medio del proceso de fotointerpretación geomorfológica a nivel de relieve y la identificación de los procesos morfodinámicos en la cuenca, como resultado de este análisis se evaluaron cinco zonas, las cuales fueron ajustadas con base a la identificación inicial de grandes porciones del terreno o geoformas particulares que por medio de sus características intrínsecas como los materiales que la constituyen, sus disposiciones estructurales, topográficas, morfométricas entre otras, se pudo efectuar una correcta delimitación y ajuste de estas áreas conformando de esta manera las zonas de interés prioritario para iniciar el control de campo geomorfológico.

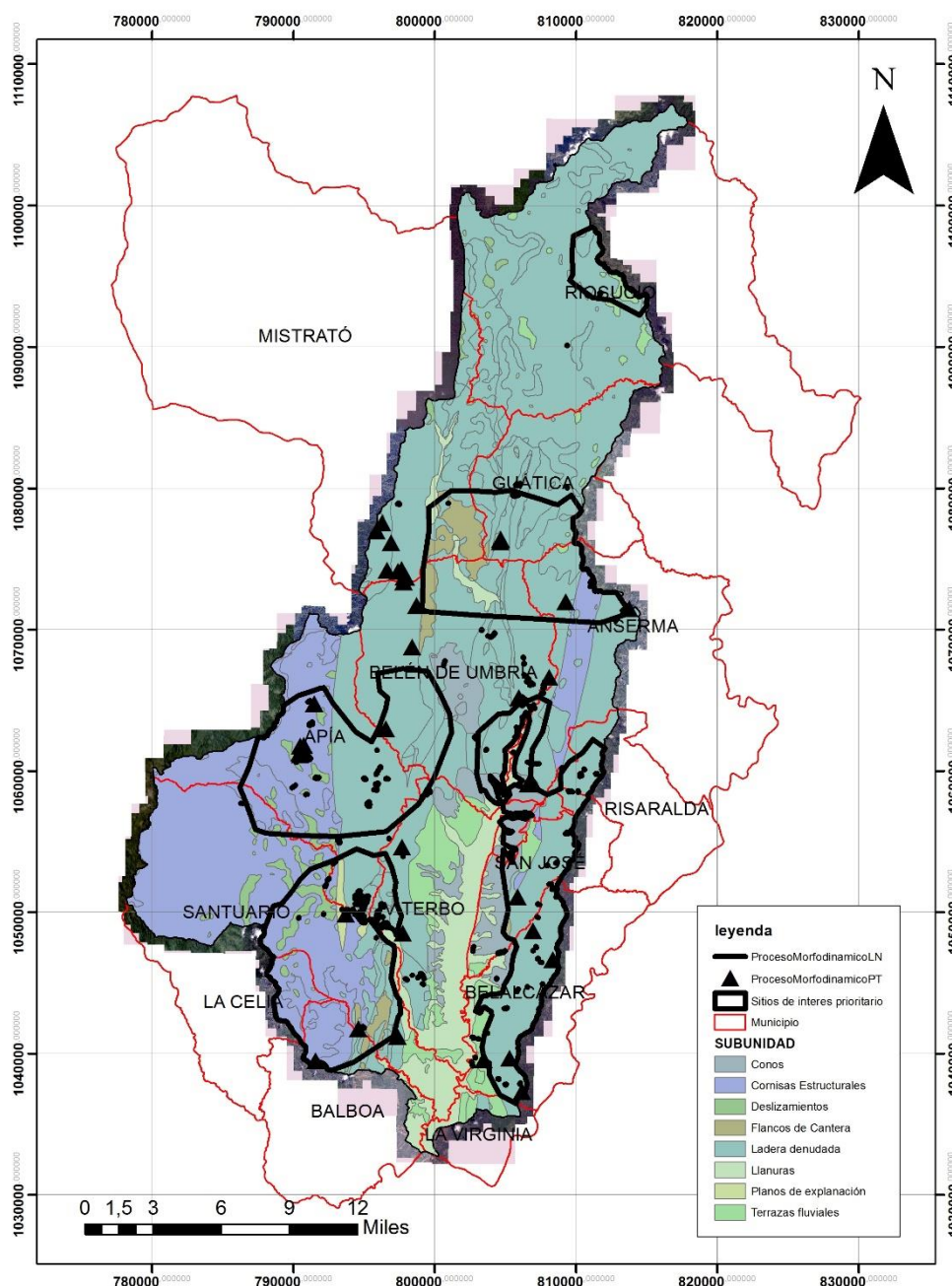
Con base a este análisis inicial de fotointerpretación de sensores remotos se logró obtener una mejor claridad de ambientes morfogenéticos presentes en la cuenca y los relieves o modelados similares predominantes; es importante precisar que entre las zonas evaluadas se destaca el municipio de Santuario, Apia, Mistrató, Belalcázar, Rio sucio; debido a la presencia en esta zona de ambientes tanto denudaciones como erosionales y un relieve predominantemente montañoso debido a áreas donde aflora la Formación Barroso, Plutón de Mistrató y Formación Penderisco.

También se destaca el sector bajo de la cuenca y en general los tramos de los cauce de los ríos mapa y Totuí, en donde se observan áreas de valle, dado por un ambiente típico de acumulación configurado por terrazas y llanuras aluviales, además del glacis de acumulación.

Otra zona de vital importancia es hacia el sector de la parte alta del municipio de Santuario, sector de San Juan, donde se observan ambientes de tipo Erosional y de laderas con alta pendiente, enmarcado por un sistema montañoso y por la presencia de rocas sedimentarias altamente deformadas y erosionadas hacia la parte más alta y occidental de la cuenca.

En la Figura 2 se evidencian los sitios de interés prioritarios para iniciar la etapa de verificación y controles de campo.



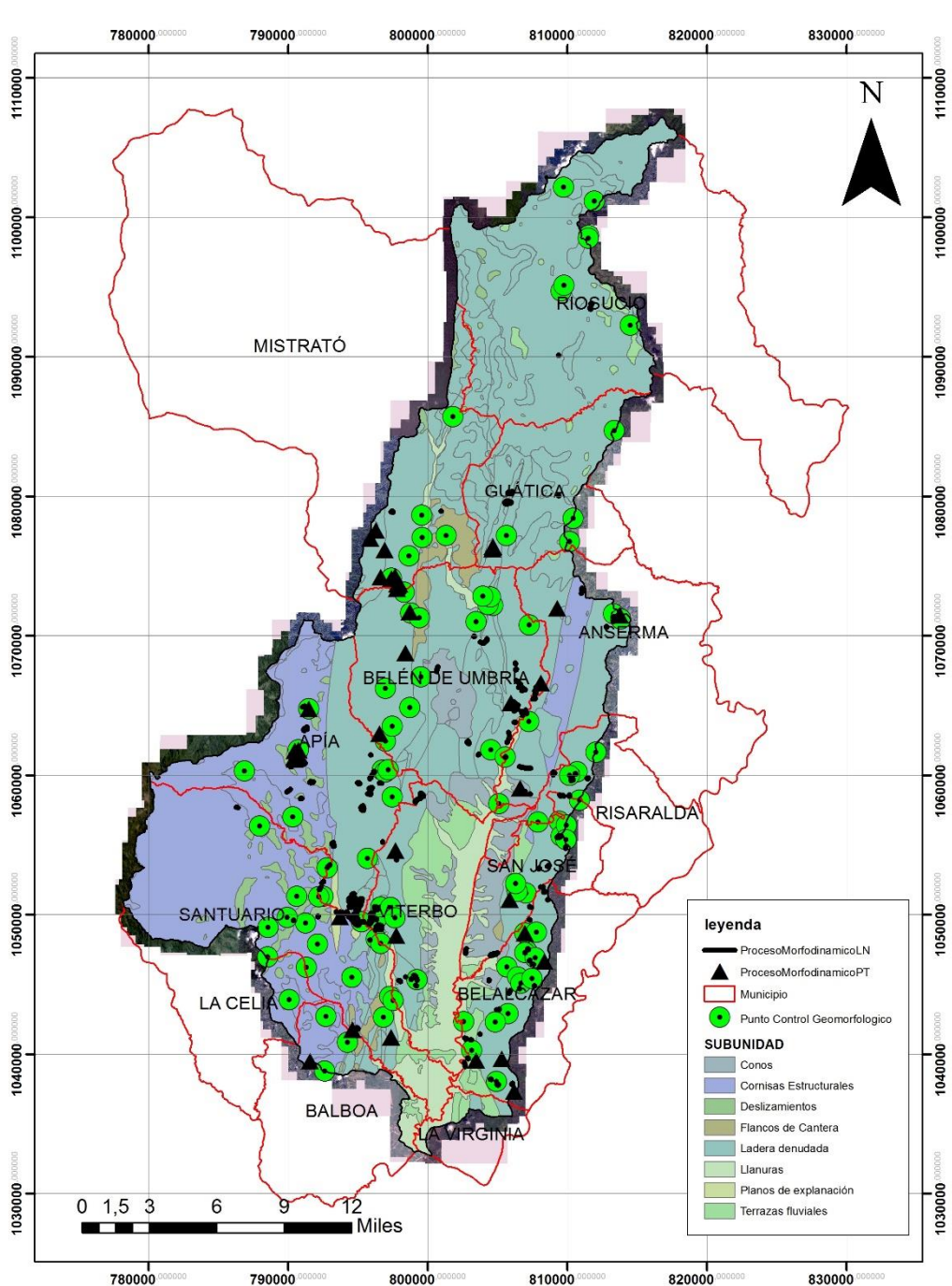


**Figura 2 Identificación de sitios de interés prioritarios con base a la Fotointerpretación para geomorfología básica a nivel de Relieve**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Basados en la identificación de los sitios de interés prioritarios determinados a partir de fotointerpretación geomorfológica, se procedió a realizar los controles de campo para verificar, georreferenciar y caracterizar las geoformas y los procesos morfodinámicos por medio de los formatos de campo establecido en el “PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Hacienda y Crédito Público)” y suministrado en el Anexo 2.

En la Figura 3 se remite el análisis fotogeológico realizado basado en las fotografías aportadas por Google Earth y donde se detallan las unidades delimitadas en el proceso de fotointerpretación como también los puntos de controles de campo para las unidades evidenciadas.



**Figura 3** Análisis de fotografías aéreas detallando geoformas a nivel de relieve presentes. Obsérvese los puntos en color verde que representan los puntos de control geomorfológicos planteados.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

### 2.4. Análisis de pendientes

La definición de las pendientes de la Cuenca del Río Risaralda como insumo para entender muchos de los procesos dinámicos que se dan en la cuenca.

El Análisis de las pendientes, entendidas como la diferencia en grados o porcentaje de un terreno, es fundamental desde diferentes campos de análisis, (i) en lo relacionado al análisis de las geoformas y como elemento aportante a la morfometría hidráulica que es moldeadora del paisaje, dando una carácter restrictivo o por el contrario potencializando las condiciones del área de estudio; (ii) como insumo fundamental para los diferentes componentes del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca; (iii) por el papel determinante en el análisis de pendientes para la identificación de las unidades de Capacidad de uso de las tierras; y (iv) como factor aportante para la determinación de la susceptibilidad y amenazas a movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones y de incendios de cobertura vegetal.

Inicialmente mediante la construcción del modelo de elevación digital (Ver informe técnico de la caracterización básica de la Cuenca) se inició el proceso para la definición de las pendientes correspondientes al área de estudio.

Posteriormente mediante el procesamiento de la información obtenida a partir del DTM se generaron los mapas de pendiente para la cuenca, los cuales fueron reclasificados según las clases definidas en la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas Anexo A Diagnóstico, Ver Tabla 2.

Tabla 2. Rangos de Pendientes en porcentaje

SÍMBOLO	GRADIENTE %	GRADIENTE EN GRADOS	DESCRIPCIÓN
a	0 - 3	0 – 1,72	Plano
b	3 - 7	1,72 – 4,00	Ligeramente inclinado
c	7 - 12	4,00 – 6,84	Moderadamente inclinado
d	12 - 25	6,84 – 14,04	Fuertemente inclinado
e	25 - 50	14,04 – 26,57	Ligeramente escarpado
f	50 - 75	26,57 – 36,87	Moderadamente escarpado
g	>75	> 36,87	Fuertemente escarpado

Fuente: Guía Técnica para la formulación de los POMCAS, 2013.

El análisis de las pendientes para la Cuenca del Río Risaralda dio como resultado que el 61,25 % de la zona de estudio presenta pendientes superiores al 25%, dándole un carácter de cuenca de montaña, y en consecuencia presenta limitantes para algunos de los usos; solo el 0,14% del territorio presenta pendientes inferiores al 3% potencializando usos en estas zonas y el 38,61% del territorio presenta pendientes entre 3% al 25% (Tabla 3 y Tabla 4).

**Tabla 3. Rangos de Pendientes en porcentaje**

RANGO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ÁREA HA	% DEL ÁREA
0-3%	Plano	a	1460,19155 7	1,16%
3-7%	Ligeramente inclinado	b	5987,74372 4	4,77%
7-12%	Moderadamente inclinado	c	8532,55061 4	6,79%
12-25%	Fuertemente inclinado	d	26606,2661 1	21,18%
25-50%	Ligeramente escarpado	e	52077,8840 2	41,46%
50-75%	Moderadamente escarpado	f	23696,2754 5	18,87%
75-100%	Fuertemente escarpado	g	7239,15815 2	5,76%
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>125600,07</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

**Tabla 4. Rangos de Pendientes en grados**

GRADIENTE EN GRADOS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ÁREA HA	% DEL ÁREA
0 – 1,72	Plano	a	1460,1915 57	1,16%
1,72 – 4,00	Ligeramente inclinado	b	5987,7437 24	4,77%
4,00 – 6,84	Moderadamente inclinado	c	8532,5506 14	6,79%
6,84 – 14,04	Fuertemente inclinado	d	26606,266 11	21,18%
14,04 – 26,57	Ligeramente escarpado	e	52077,884 02	41,46%
26,57 – 36,87	Moderadamente escarpado	f	23696,275 45	18,87%
> 36,87	Fuertemente escarpado	g	7239,1581 52	5,76%
<b>TOTAL</b>			<b>125600</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

El último paso metodológico consistió en la elaboración de la salida cartográfica con su respectiva leyenda. En la Figura 4 se presenta la salida cartográfica de las pendientes en porcentaje de la zona de estudio y en la Figura 5 se presenta la salida cartográfica de las pendientes en grados.





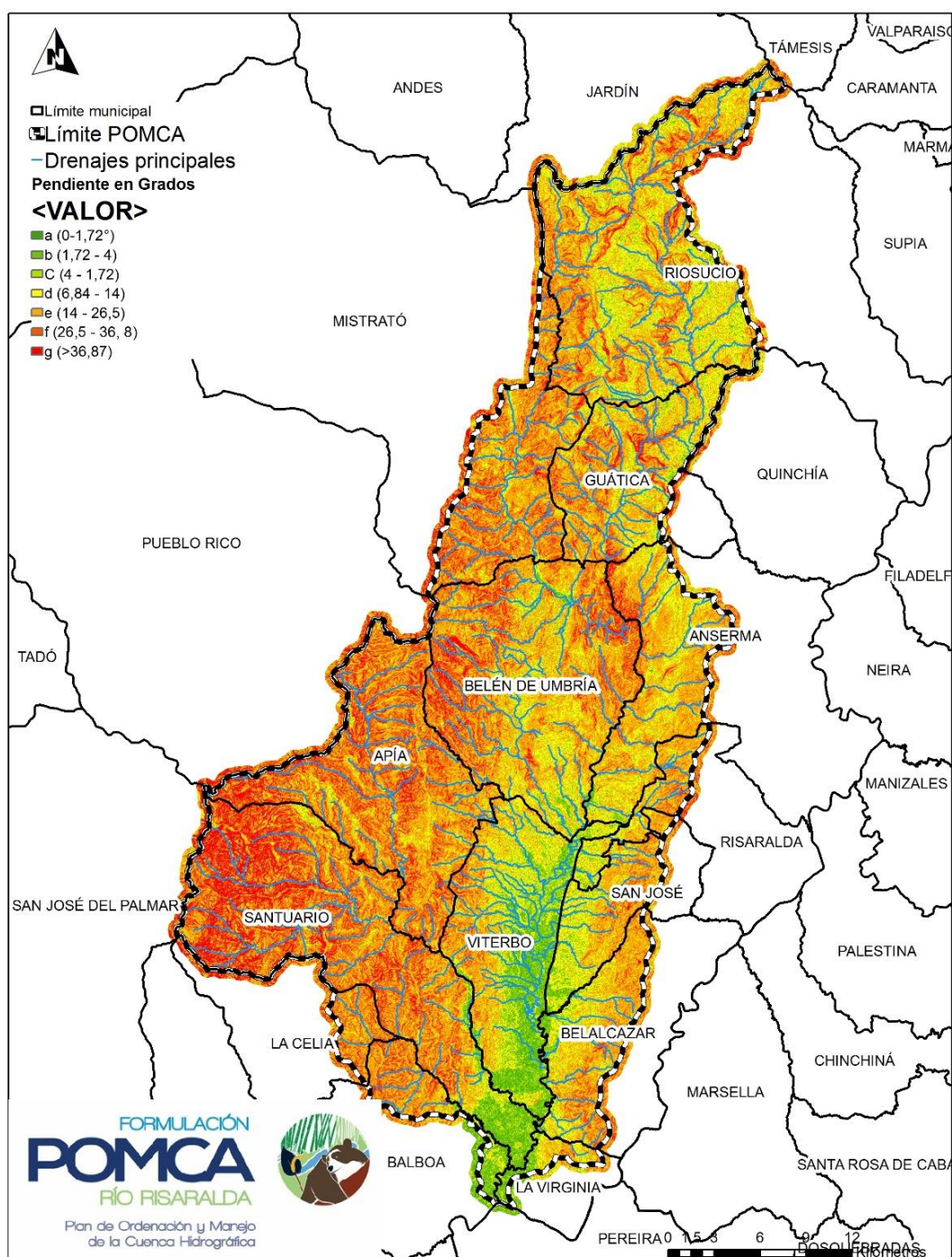


Figura 5 Pendientes en grados Cuenca del Río Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

#### 2.4.1. Conclusiones sobre Pendientes en la cuenca

La información de pendientes de la cuenca del Río Risaralda responde a la distribución de las formas del relieve en sus diferentes paisajes, siendo las zonas de montaña donde se evidencian la mayor cantidad o grado de inclinación del terreno, pendientes suaves en el valle y moderadas a fuertemente inclinadas en las laderas de los flancos de las cordilleras Occidental y Central.

Para la caracterización Biofísica, este subcomponente de pendientes, se consolidó como un factor determinante de la Cuenca del Río Risaralda a una escala 1:25.000 que en combinación con otros factores del territorio caracterizados en el Diagnóstico, son considerados puntos críticos y relevantes para la toma de decisiones; así mismo, esto contribuye a la construcción del análisis situacional de la cuenca, posibilitando la orientación del ejercicio de planificación de la cuenca, dando cimientos hacia un modelo de ocupación coherente a la oferta ambiental y las dinámicas sociales presentes en el territorio compartido entre los departamentos de Caldas y Risaralda.

#### 2.5. Clasificación Geomorfológica según Zinck (2012)

Basado en el análisis fotogeológico efectuado y las evaluaciones de las geoformas efectuadas se procedió a la clasificación y definición de ambientes, paisajes, relieves y/o modelados basado en la clasificación propuesta por Zinck (2012).

##### 2.5.1. Definición de ambientes morfogenéticos.

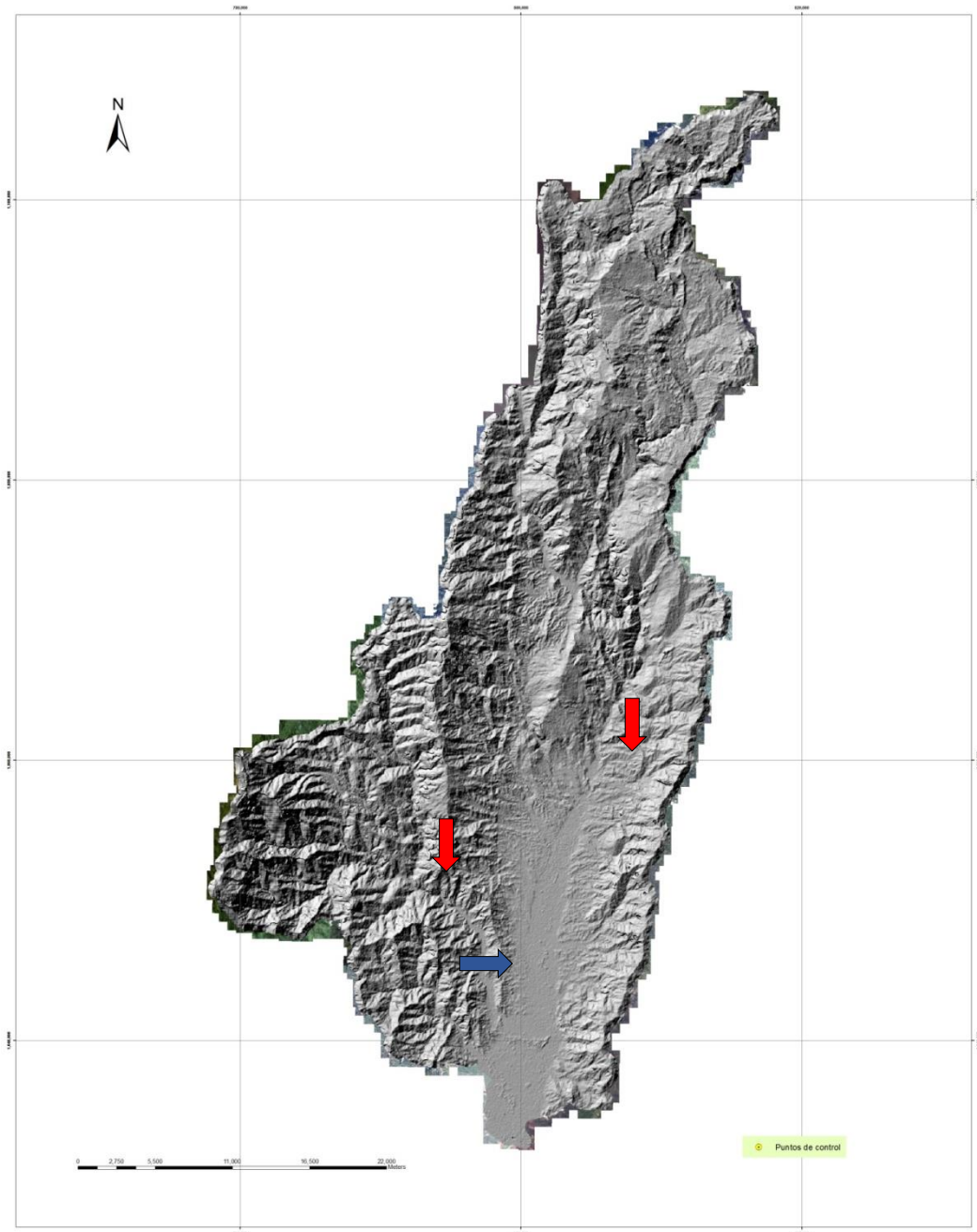
Mediante la cartografía evaluada, el mapa geológico (Esc 1:100.000) y el DTM se determinan los siguientes ambientes morfogenéticos existentes en la zona de estudio según Zinck (2012) como se relaciona en la Tabla 5, adicionalmente en la Figura 6 se muestra el DTM con la localización de los principales rasgos geomorfológicos en la cuenca, y en la Figura 7 después de haber hecho el procesamiento, se muestra los ambientes Morfogenéticos definidos en la cuenca.



**Tabla 5 Ambientes Morfo genéticos del área.**

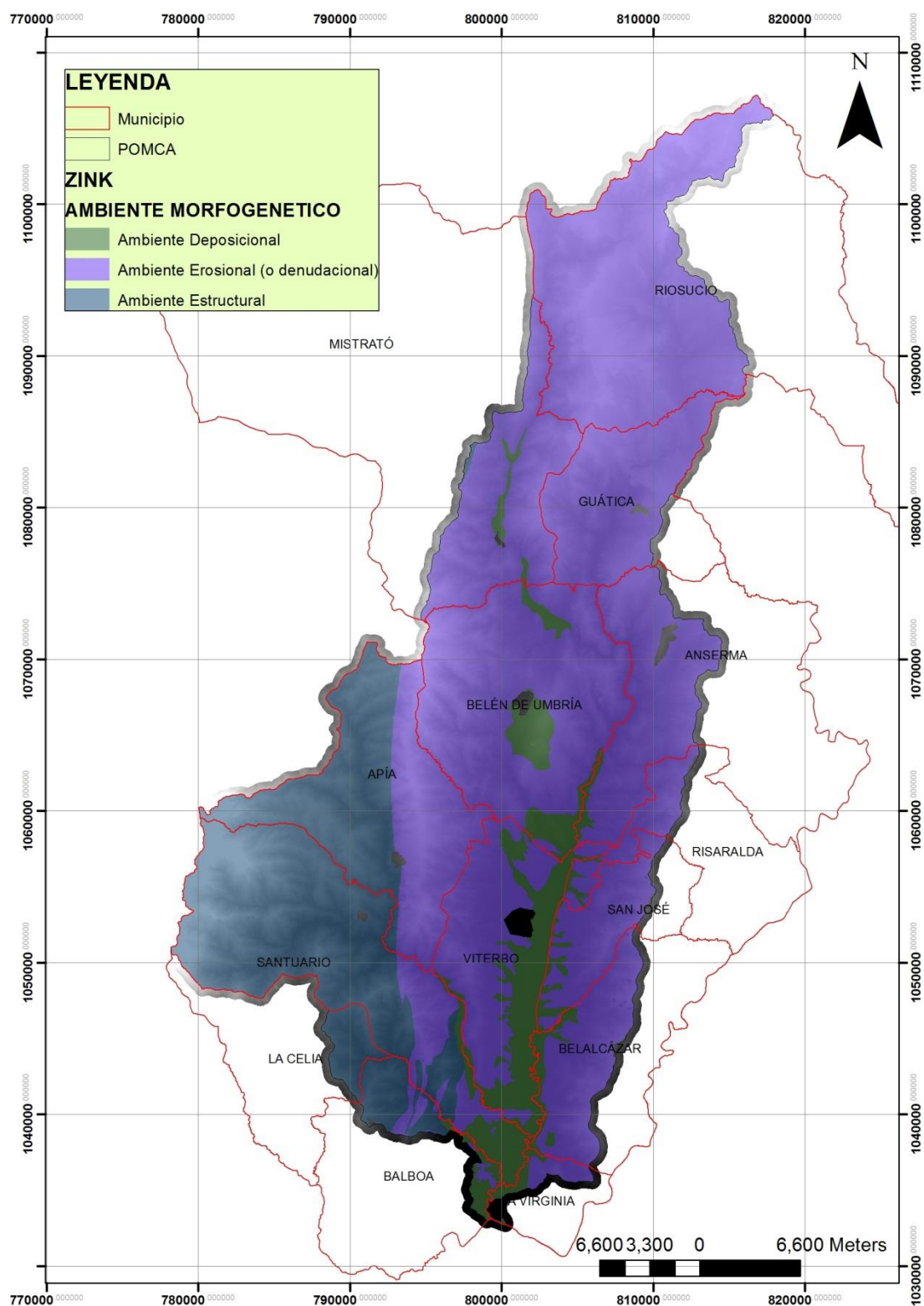
AMBIENTES MORFOGENÉTICOS	CARACTERÍSTICA
Denudacional.	Asociado a laderas con pendiente media a alta.. Presenta altas tasas de erosión laminar y por movimientos en masa.
Estructural	Relieves escarpados con marcados controles estructurales. (Formaciones geológicas denominadas Formación Barroso, el intrusivo del Tatamá y la Formación Penderisco).
Erosional ( Fluvial)	Asociado a ambientes fluviales con morfología plana a suavemente ondulada y modelada sobre sedimentos aluviales (Ríos Risaralda, Mapa y Cañaveral)
Erosional (coluvial)	Localizados en las zonas de transición (zonas de piedemonte de los ríos Risaralda, Mapa, Cañaveral) entre los relieves planos y montañosos de la zona.
Deposicional (aluviales)	Zonas de baja pendiente donde se presentan materiales de origen aluvial. (valle bajo del río Risaralda y en algunos tramos del río Mapa).

Fuente: Zinck 2012



**Figura 6 Mapa de sombras del área donde se detallan los ambientes morfogenéticos existentes. Flecha azul ambiente deposicional y flecha roja ambiente denudacional.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



**Figura 7 Ambientes morfogénicos definidos sobre la cuenca**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

2.5.2. Tipos de relieve (por foto interpretación).

Se realizó el análisis de imágenes de satélite (Google earth) se identificaron las grandes porciones del terreno caracterizadas por sus rasgos fisiográficos con relieves similares según lo establecido en Zinck (2012), donde se resalta la existencia de áreas de valles, montañas, lomas. Colinas y depósitos de pendiente como se detalla en la Tabla 6.

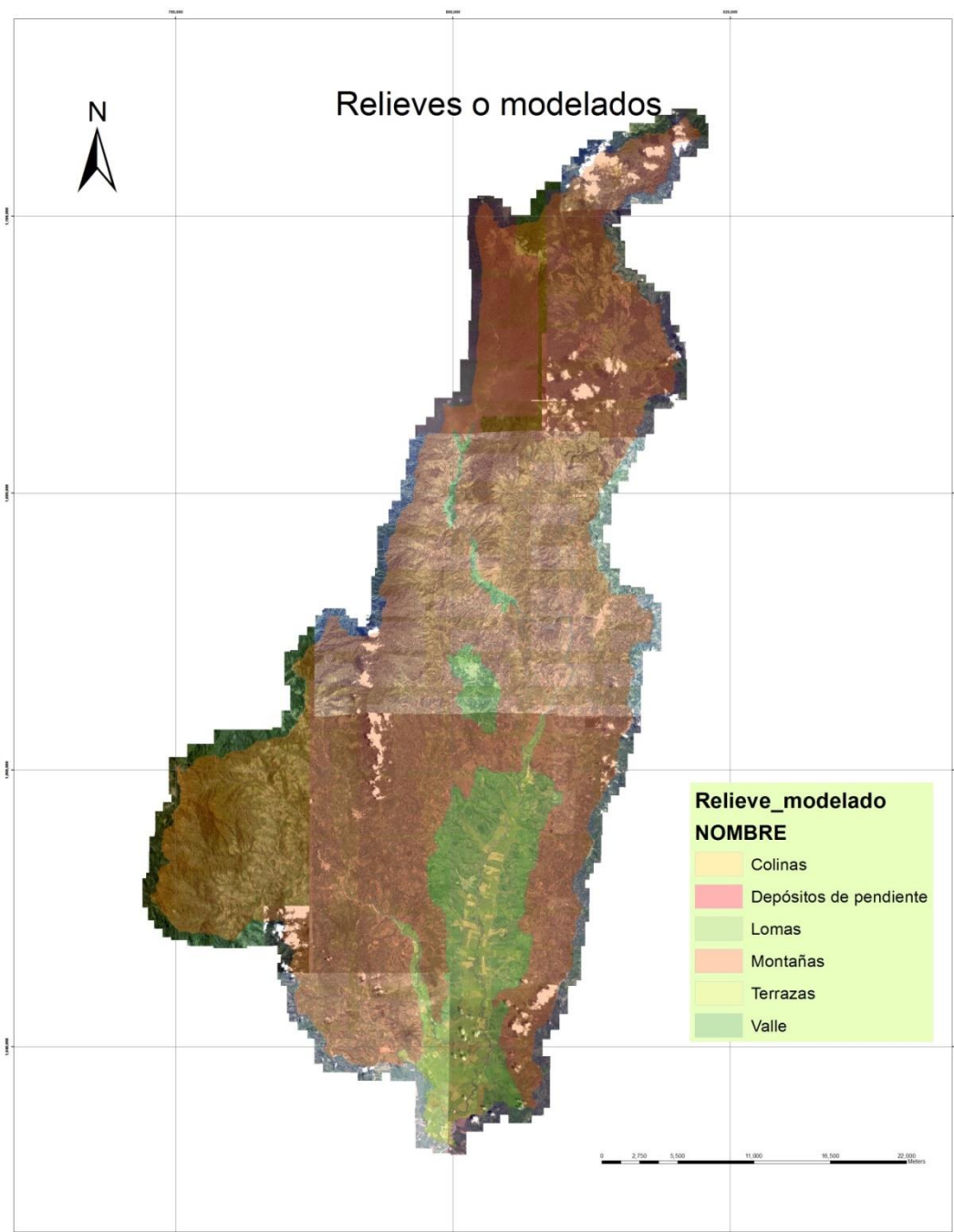
Tabla 6 Relieves o modelados similares.

RELIEVE	CARACTERISTICA
Montañas	Asociado a las áreas de laderas pertenecientes a la Formacion Barroso, Rocas intrusivas (stock de Mistrató), Formacion Penderisco entre otros.
Valle	Zonas relacionadas con las áreas donde transcurren los ríos Mapa, Risaralda, y algunas quebradas del sector.
Lomas	Áreas que se asocian con los depósitos de la Formacion La Paila y caracterizadas por presentar una superficie colinosa continua en áreas de piedemonte.
Colinas	Se localizan en las áreas adyacentes al cauce del rio Risaralda y se asocian con depósitos de la Formación Zarzal, los cuales manifiestan superficie colinosa.
Lomas	Zonas de transición en las áreas de piedemonte y la zona montañosa. Se caracterizan por presentar una serie de lomas de pendiente moderada y continua.
Depósitos de pendiente	Se relacionan con áreas donde existen depósitos asociados a procesos antiguos y/o donde se han presentado depósitos de diverso origen en zonas de baja pendiente.

Fuente: Zinck 2012

En la Figura 8 se muestra una representación gráfica de los tipos de relieves definidos a partir la una fotointerpretación inicial, como fundamento para el análisis de la geomorfología con criterios edafológicos (Zinck, 2012)





**Figura 8 Relieves o modelados similares según fotointerpretación.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

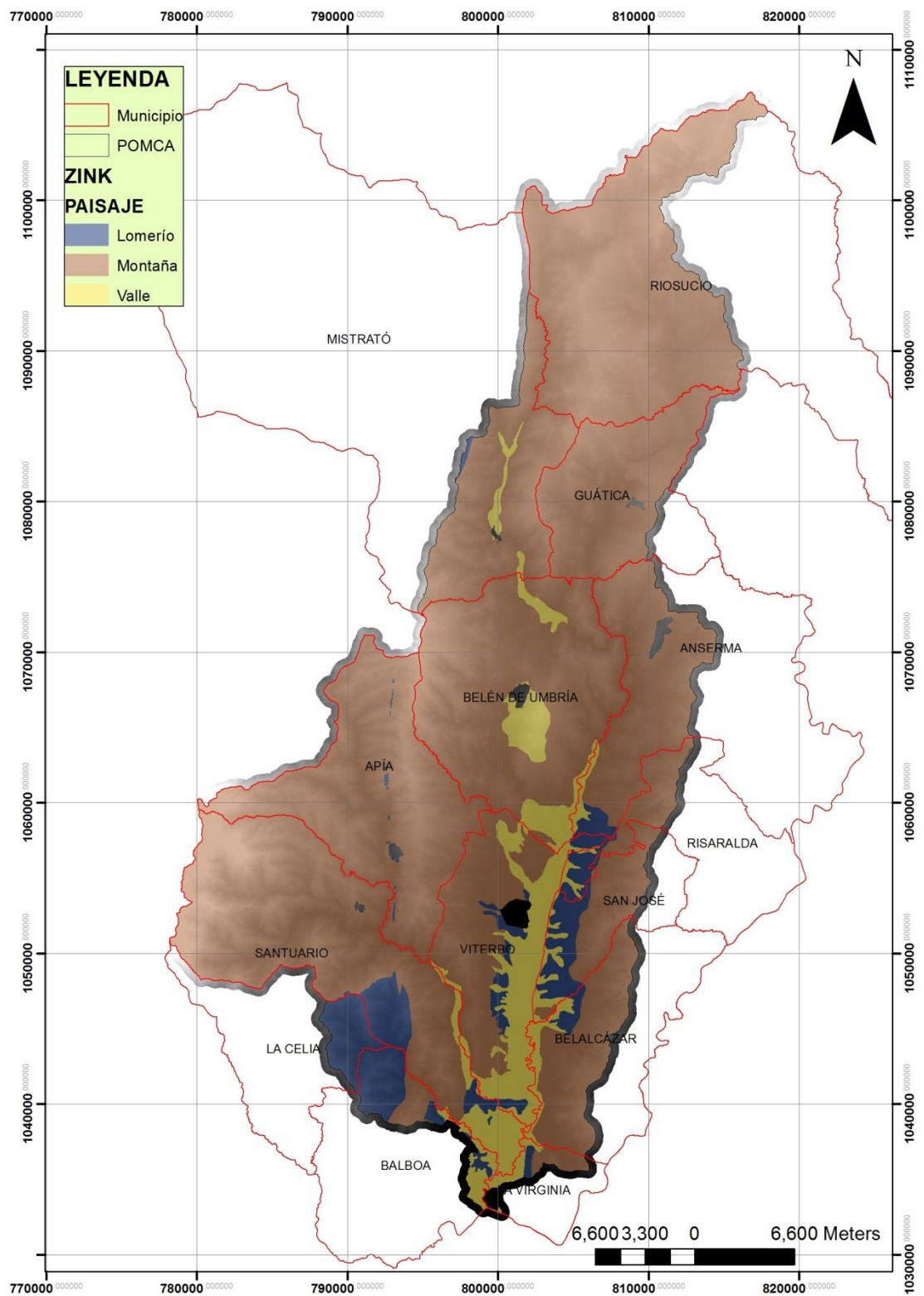
### 2.5.3. Sistemas del terreno

Basado en los ambientes Morfogenéticos definidos anteriormente y la fotointerpretación realizada, se definieron los paisajes fotogeológicos existentes en la cuenca mediante la superposición temática de la información obtenida según la clasificación establecida por Zinck (2012), como se describe en la Tabla 7 y mostrada en la Figura 9 los sistemas del terrenos definitivos después de los controles de campo efectuados.

**Tabla 7 Paisajes fotogeológicos.**

RELIEVE	CARACTERISTICA
Montaña	Asociado a las áreas de laderas pertenecientes a la Formación Barroso, Rocas intrusivas (stock de Mistrató), Formación Penderisco entre otros.
Valle	Zonas relacionadas con las áreas donde transcurren los ríos Mapa, Risaralda, y algunas quebradas del sector.
Piedemonte	Zonas de transición en las áreas de piedemonte y la zona montañosa. Se caracterizan por presentar una serie de lomas de pendiente moderada y continua.
Lomerío	Áreas que se asocian con los depósitos de la Formación La Paila y caracterizadas por presentar una superficie colinosa continua en áreas de piedemonte.
Planicie	Se relaciona con las áreas de baja pendiente de los Ríos Risaralda, Mapa y Cauca, como también las zonas de terrazas antiguas y zonas de baja pendiente asociadas a quebradas y drenajes del sector.

Fuente: Zinck 2012



**Figura 9 Sistemas del terreno.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



#### 2.5.4. Unidades del terreno (Sensores remotos)

Se realizó una segunda fase de fotointerpretación haciendo uso de imágenes de satélite de Google earth se definieron y delimitaron los procesos morfodinámicos y las Unidades del terreno (Zinck 2012) según el tipo de relieve o modelado como se detalla en la Tabla 8.

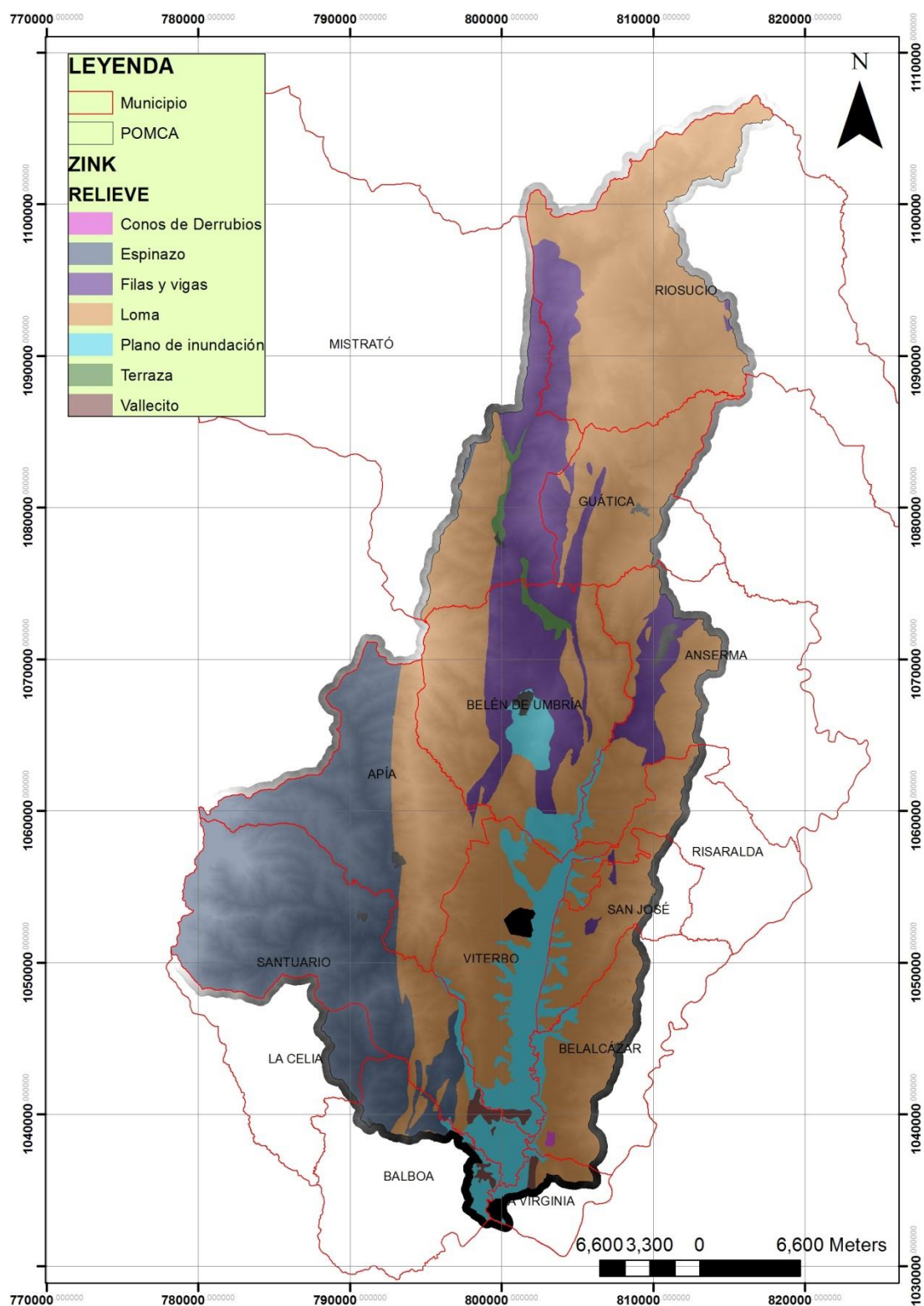
**Tabla 8 Unidades según el tipo de relieve o modelado**

TIPO DE GEOFORMAS	MODELADO
Espinazo	Cadena Montañosa. Relacionado con las laderas de pendiente media a alta.
Filas y Vigas	Cadena montañosa, Relacionado a laderas de pendientes altas y cauces estrechos
Lomas	Lomas. Zonas con superficie colinosa continua en áreas de piedemonte.
Vallecitos	Colinas. Superficie colinosa asociada a depósitos terciarios (Formación Zarzal).
Terrazas	Terrazas. Zonas de baja pendiente donde se presentan antiguos depósitos aluviales en antiguas terrazas en zonas de baja pendiente.
Conos de derrubios	Asociado a zonas con depósitos tipo coluvial y zonas de baja pendiente.
Planos de inundación	Valle. Comprende las áreas principales donde transcurren los ríos principales Mapa y Risaralda en modelado de valle aluvial.

Fuente: Zinck 2012

En la Figura 10 se muestra el esquema de las unidades de terreno definidas, en 7 formas del terreno, distribuidas a lo largo de la cuenca, teniendo en cuenta las variaciones morfológicas del territorio de análisis en cuestión.

En la Figura 11 se muestra el mapa definitivo de la geomorfología según Zinck (2012) a partir de la simbología, donde se resume cada uno de los ambientes definidos, adicionalmente para la claridad de la información en la Tabla 9 se muestra la cobertura areal de cada unidad definida después de la recopilación de la información. Tabla 9



**Figura 10 Unidades del terreno (Tipos de relieve). (Zinck 2012).**  
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

Tabla 9 tabla de Jerarquización según Zinck con criterios edafológicos

Leyenda Geomorfológica Cuenca del Rio Risaralda							
PAISAJE	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	TIPO DE RELIEVE	MATERIALES LITOLOGICOS	FORMA DE TERRENO	SÍMBOLO	SUP	%
MONTAÑA	EROSIONAL	Filas y vigas (f)	Rocas volcánicas básicas pórfidos andesíticos <b>Tadh</b>	Ladera (l)	EMf5	49,82	0,19
		Lomas (l)	Cenizas y flujos de escombros <b>Qfl</b>	Ladera (l)	EMI7	187,62	0,15
			Conglomerados con intercalaciones de arcillolitas <b>Tmp</b>	Ladera (l)	EMI8	3758,2	3,04
		Filas y vigas (f)	Melagabronoritas olivinicas, gabronoritas y lherzolitas <b>Kga</b>	Ladera (l)	EMf1	2204,45	1,75
		Filas y vigas (f)	Gabro uralítico de Belén de Umbría <b>Kgub</b>	Ladera (l)	EMf2	1647,62	1,31
		Filas y vigas (f)	Dunitas serpentizadas <b>Kuspi</b>	Ladera (l)	EMf3	245,68	0,002
		Filas y vigas (f)	Tonalita de grano grueso con variaciones a diorita y gabro <b>Ttdgm.</b>	Ladera (l)	EMf4	12533,08	9,93
		Lomas (l)	Diabasas, diababas espilitizadas, basaltos,	Ladera (l)	EMI1	38819,51	30,84

MONTAÑA	EROSIONAL		tobas y aglomerados <b>Kvb</b>				
		Lomas (l)	Rocas hipoabisales porfídicas <b>Tdm</b>	Ladera (l)	EMI2	1058,75	0,04
		Lomas (l)	Conglomerados, brechas sedimentarias areniscas y arcillolitas, intercaladas ocasionalmente con material piroclástico <b>Tmc</b>	Ladera (l)	EMI3	23113,85	18,38
		Lomas (l)	Areniscas gris verdosas y arcillolitas de color ocre con escasas intercalaciones de conglomerados <b>Tos</b>	Ladera (l)	EMI4	24,25	0,02
		Lomas (l)	Roca porfídica de composición andesítica <b>Tpv</b>	Ladera (l)	EMI5	92,97	0,08
	ESTRUCTURAL (ES)	Espinazos ( e)	Limolitas, arcillolitas y areniscas con algunos niveles conglomeráticos <b>Kaa</b>	Escarpe (es)	ESMe1	21275,15	
		Espinazos ( e)	Liditas asociadas en cuerpos lenticulares <b>Klb</b>	Escarpe (es)	ESMe2	1236,45	0,98
	DEPOSICIONAL (D)	Conos de derrubios ( c)	Flujos de lodo y cenizas recientes <b>Qto</b>	Cuerpo (cu)	DMc1	51,22	0,04
LOMERÍO (L)	ESTRUCTURAL (ES)	Espinazos ( e)	Limolitas, arcillolitas y areniscas con algunos niveles conglomeráticos <b>Kaa</b>	Escarpe (es)	ESLe1	4168,76	20,22

LOMERÍO (L)	EROSIONAL (E)	Vallecito	Areniscas y areniscas tobáceas blancas con intercalaciones de arcillas tobáceas y diatomitas <b>Tplz</b>	Vega (ve)	ELv1	600,74	
		Lomas (l)	Gravas, arenas y arcillas con niveles tobáceos y con cenizas volcánicas <b>Qtsv</b>	Ladera (l)	ELI1	3109,86	2,5
VALLE (V)	DEPOSICIONAL (D)	Terrazas (t)	Depósitos aluviales recientes <b>Qal</b>	Plano de terraza (p)	DVt1	704,33	0,54
		Plano de inundación (p)	Depósitos aluviales no diferenciados <b>Qar</b> (rocas sedimentarias) (s)	Vega (ve)	DVp1	9731,94	7,74
ZONA URBANA (Tejido urbano continuo y discontinuo)					ZU	986,13	0,92
TOTAL						125.600,38	100

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.





## 2.6. Control de campo

Con los datos obtenidos en las fases anteriores se procedió a efectuar el control de campo para los procesos morfodinámicos y las unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio.

Para la definición de los puntos de control se tuvo en cuenta la categoría No 5 de la cuenca del Río Risaralda determinada en el Protocolo y la cual determina que se realicen 5-6 controles de campo por cada plancha 1:25.000.

En el área de estudio se realizaron **99** puntos de control (ver Figura 12 y Figura 13) de campo distribuidos de manera estratégica según lo establecido anteriormente y de esta manera se garantiza el cubrimiento de la zona como lo determinan los lineamientos técnicos relacionados anteriormente.

Para cada punto de control se definieron las unidades geomorfológicas diligenciando el formato 7 y tablas establecidas en el “PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Minambiente, Minahacienda, Fondo de Adaptación 2014)”.



**Figura 12 Controles de Campo para geomorfología. Nótese la socavación lateral del cauce y un sistema de depositación fluvial originado por acción del río mapa.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.





**Figura 13 Controles de Campo para geomorfología. Nótese la presencia de valles en V, con laderas morfométricamente cortas y rectas, hacia la parte central del área**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

## 2.7. Procesos morfodinámicos.

A continuación se relacionan los procesos morfodinámicos evaluados preliminarmente en la fase de fotointerpretación y confrontados de manera directa en la etapa de campo, los cuales fueron plasmados en el mapa de Unidades del terreno (tipos de relieve) (ver Figura 14); adicionalmente en los anexos 3 y 4 se remiten los formatos de procesos evaluados y la base de datos asociada a dichos eventos.

Es preciso destacar que si bien la escala de trabajo y salida cartográfica solo permitiría la ubicación de procesos con dimensiones específicas y de gran tamaño, para el área de estudio se evaluaron y mapificaron los diversos tipos de procesos y que serán analizados con formato de punto para el análisis posterior de susceptibilidad con el fin de evitar el sesgo de omitir algún tipo de evento ocurrido o activo y que represente importancia para el análisis.

En el anexo 5 se suministran el registro fotográfico de los fenómenos evaluados.





### 2.7.1. Cicatrices de antiguos deslizamientos.

Se evidencian fundamentalmente hacia la zona centro-sur de la cuenca entre las laderas principales oriental y occidental, en donde se aprecia la transición de sistemas del terreno de piedemonte a montañoso, algunos de los sectores con mayor incidencia en este tipo de procesos corresponde a la ladera Belalcázar - San José – Risaralda (ver Figura 15 y Figura 16), la microcuenca del río Totuí y las zonas de piedemonte de los municipios de Belén, Viterbo y Santuario en donde las vertientes se catalogan como inclinadas a fuertemente inclinadas (35%-60%). Presentan una expresión cóncava en planta e irregular en perfil y con revegetalización natural.

Estos procesos se catalogan de secuencia retrogresiva, estado inactivos a suspendido, estilo sencillo a complejo, involucrando suelo y rocas y con humedad seco a húmedo para algunos sitios.



**Figura 15 Movimiento antiguo registrado en zona rural del municipio de San José. Nótese La superficie cóncava de su corona.**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



**Figura 16 Movimiento en masa antiguo registrado en la vereda Buenos Aires perteneciente al municipio de Belalcázar, Caldas. Nótese la superficie cóncava de la corona y su estado revegetalizado.**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

## 2.7.2. Deslizamientos activos

Este tipo de procesos se encuentran distribuidos en toda el área de la cuenca, pero se denota una mayor concentración hacia la zona central en sectores donde predomina el sistema de terreno montañoso de alta pendiente, destacando los vientos ocurridos en el municipio de Guática en donde recientemente se presentaron aproximadamente 70 movimientos en las veredas Santa Teresa, Ocharma, Las Lomas y Ospirma.

Otros sectores con una fuerte incidencia de deslizamientos tanto rotacionales, planares y flujos de lodos y escombros se observan hacia la vía rural que de Anserma conduce al municipio de Risaralda, también se presentan cerca al municipio de Belalcázar, más exactamente en la vereda Buenos Aires, y en zona montañosa del municipio de Belén de Umbría (ver Figura 17) hacia las veredas palo redondo, providencia, la llorona y la cuchilla de San Juan que abarca las veredas alturas, El Abejero y Dosquebradas (ver Figura 18).

Como rasgo importante se evidencia que la mayoría de estos procesos están asociados a reptación y terracetas desencadenados por inadecuado uso del suelo en fuertes pendientes y una fuerte infiltración de agua en el subsuelo, Los procesos involucran tanto roca como suelo y detritos; y las afectaciones principales se han presentado en viviendas y en vías primarias como secundarias.





**Figura 17 Movimiento en masa afectando vía secundaria (Belén de umbría – Mistrató), entre las veredas providencia – La Llorona**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



**Figura 18 Movimiento en masa de tipo combinado, en el sector de la cuchilla de San Juan, vereda Dosquebradas.**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

### 2.7.3. Erosión superficial en surcos

La erosión superficial en surcos corresponde a un tipo de erosión concentrada por la acción de flujos turbulentos se puede evidenciar en las áreas desprovistas de vegetación donde la acción del agua permite la generación de canales y



surcos. Las mejores expresiones de estos procesos se visualizan hacia el Sur y el parte central del área. Como se muestran en la Figura 19 y la Figura 20



**Figura 19 Vía san José – Risaralda, sector Quiebra de varillas. Proceso activo con erosión concentrada en surcos hacia la parte baja.**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



**Figura 20 Vía Mateguadua - vereda Al Abejero (Vía Belén-Mistrato), movimiento rotacional con presencia de erosión laminar por acción de escorrentía superficial, se observa fuerte carcavamiento**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

#### 2.7.4. Taludes verticales antrópicos y desprendimientos de materiales.

A lo largo de la zona de trabajo se presentan una serie de procesos tipo “desprendimientos” de materiales (rocas, cenizas volcánicas, rocas y limo vegetal) en taludes verticalizados desprovistos de vegetación generados para la ejecución de vías y/o adecuación de viviendas generando superficies verticalizadas.

Los procesos visualizados varían en magnitud y en general presentan alturas variables desde 1 m hasta 5 m y en algunos casos se aprecian los materiales movilizados por efectos de la gravedad en la base de dichos taludes (ver Figura 22 y Figura 23). El tamaño de los materiales sujetos a desprendimiento es variable, dependiendo si es modelado en suelo, roca, detrito o la combinación de estos.

La mejor expresión de este tipo de procesos se presenta en el tramo vial Santuario – Apía, sector La Marina, en donde se evidencian taludes verticalizados que han sufrido desprendimiento de materiales (ver Figura 21).



**Figura 21 Taludes verticalizados que ha sufrido desprendimientos de materiales en el tramo vial Santuario – Apía**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.





**Figura 22 Desprendimiento de roca en macizo rocoso, hacia el sector de Belén de Umbría – La Isla.**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



**Figura 23 Cantera ubicada sobre la vía San José – Risaralda. Nótese el flujo de detritos que forma depósitos tipo talus.**

Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

### 2.7.5. Erosión en terracetas.

Se caracterizan por su expresión en planta y perfil irregular (terraces y escalones) y por la inclinación de la vegetación. Se localizan de manera puntual en algunos sitios localizados al Sur y en la parte central del área donde se presentan usos del suelo como patos dedicados al sobre pastoreo.

Se visualizan estos procesos con intensidad media y de carácter puntual.

Los sistemas del terreno donde tienen mayor incidencia están relacionados con áreas de piedemonte y lomeríos ubicados cerca a los municipios de Viterbo y sobre el sector de La Isla (vía Asia – San Jose ver Figura 24) se observan una magnitud de eventos de este tipo de procesos morfodinámicos.



**Figura 24 Presencia de terracetas sobre la Vía Asia – San José, Vereda El Contenido**  
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

### 2.7.6. Reptamientos.

Hacen parte de movimientos lentos del terreno (casi imperceptibles: 1cm/año), teniendo como contribuyentes el tipo de material y los cambios de humedad experimentados en cada sitio. Se presentan de manera irregular a lo largo de la zona de trabajo con intensidad y magnitud variable. (Ver Figura 25)





**Figura 25 Reptamiento y erosión pluvial registrada en el sector la isla – vereda Taparcal**  
 Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

En la Tabla 10 se hace un resumen de la cantidad de procesos evaluados en este capítulo.

**Tabla 10 Cantidad de procesos morfodinámicos por tipología**

Tipo de proceso	Cantidad de procesos.
<b>Constructivo</b>	<b>2</b>
Sedimentación coluvial	1
Sedimentación marina o lacustre	1
<b>Denudativo</b>	<b>183</b>
Erosión antrópica	16
Erosión fluvial	13
Erosión pluvial	21
Meteorización de las rocas	9
Remoción en masa	124
<b>Total general</b>	<b>185</b>

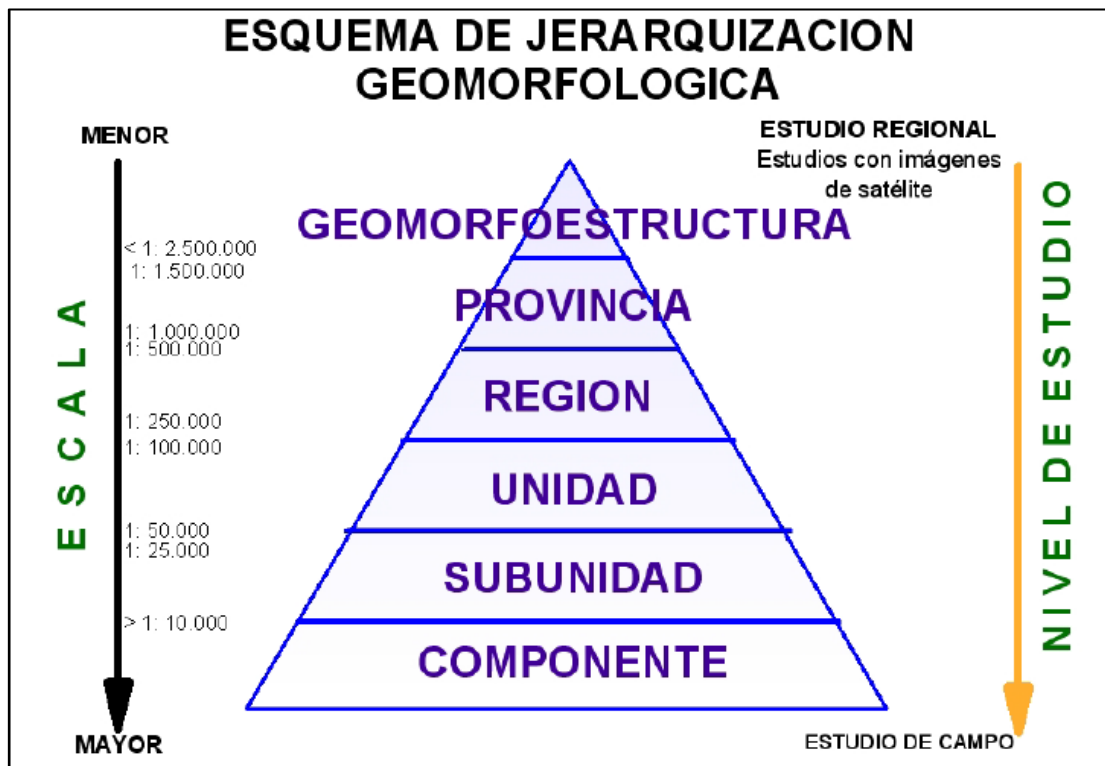
Fuente. Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

### 2.8. Jerarquización geomorfológica según Carvajal

Las propuestas de zonificación del terreno en categorías de unidades geomorfológicas son variadas tanto en número como en nombres, y dependen del objetivo perseguido y la especialidad del proponente. Esta misma situación, se presenta con los rangos de escala para cada categoría y los criterios de definición y diferenciación cartográfica.



Particularmente el SGC en sus estudios de evaluación del medio ambiente y Ordenamiento Territorial, propone retomar la jerarquización propuesta por (VELÁSQUEZ, 1999), modificando los nombres para darle un sentido estrictamente geomorfogenético.



**Figura 1 Jerarquización Geomorfológica propuesto para Ingeominas**

Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1999) e Ingeominas (1999), Carvajal (2002-2008)

### 2.8.1. Geomorfoestructura

Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea (Megageoformas de origen tectónico). (Propuesta de estandarización de la cartografía Geomorfológica de Colombia. Carvajal 2011)

El nombre propuesto para las Geomorfoestructura es compuesto y consiste del término Sistema asociado a un término Morfológico de macorelieve combinado con un nombre geográfico regional reconocido.

Se puede denotar que debido a la localización geográfica y las características fisiográficas y topográficas dadas a este nivel de detalle, el 100% de la cuenca corresponde a una Geomorfoestructura denominada Sistema Orogénico Andino.

## 2.8.2. Provincia Geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. (Propuesta de estandarización de la cartografía Geomorfológica de Colombia. Carvajal 2011).

Se diferencian y delimitan las formas del relieve tomando como base sus características geológicas, morfológicas y geográficas.

En la cuenca se observa de manera general la presencia de dos provincias, la de mayor predominio corresponde a la Cordillera Occidental con un cubrimiento del 97,91% y una segunda provincia que corresponde al Valle Interandino Cauca – Patía con un porcentaje de 2,09% en la cuenca y el cual está asociado al valle aluvial del Río Risaralda.

## 2.8.3. Región Geomorfológica

Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente.

Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. La escala de trabajo está definido entre 1:250.000 y 1:500.000. (VELÁZQUEZ 1999, INGEOMINAS 1999 VERSTAPPEN Y VAN ZUIDAM 1992, CARVAJAL 2011).

El ambiente morfogenético hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las mismas.

Los ambientes morfogenéticos presentes en la cuenca se agrupan de manera general en:

- **AMBIENTE DENUDACIONAL (D):** Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y principalmente producto de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, sobre geoformas pre existentes.

Este tipo de ambiente se presenta de manera directa sobre todo el sistema de las serranías denudacionales de la cordillera occidental abarcando un porcentaje de 81.42%.

- **AMBIENTE FLUVIAL Y LAGUNAR (F):** Corresponde a las geoformas generadas por procesos (erosión – sedimentación), generadas por corrientes de agua tales como ríos y arroyos, y lagos y lagunas respectivamente.

El ambiente fluvial está relacionado en la cuenca con la planicie aluvial del Río Risaralda, Rio mapa y afluentes principales, abarcando un porcentaje de 4.92%.

- **AMBIENTE MORFOESTRUCTURAL (S):** Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a plegamientos y fallamientos.

Representados en la cuenca en un 10.93% hacia la parte media central y occidental de la cuenca.

- **AMBIENTE ANTROPOGÉNICO (A):** Corresponde a las formas del terreno, productos de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre.

Representados en la cuenca en un 2.73% principalmente localizados sobre los municipios del municipio de Belén de Umbría y de Santuario sobre los cortes viales que llevan a este municipio, se localizan los planos de explanación, y sobre las vías principales con las canteras de lomas (vía a Balboa) y el toro (vía Pacífico 3).

#### 2.8.4. Unidad Geomorfológica

Esta categoría se propone como la unidad básica de la cartografía geomorfológica. El término Unidad geomorfológica se define como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destructivo (Acumulación o erosión), típico de un ambiente morfogenético dado.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambiente denudacional corresponden a Espinazos con un 63.39%, abarca en gran parte el sistema cordillerano y las unidades de mayor predominio en la cuenca dado sobre la Formación Barroso presentan geoformas significativas tipo Espinazo; la otra unidad geomorfológica de ambiente denudacional lo constituyen los Cerros Residuales con un 5.46% encontrándose inmediatamente en el cambio topográfico del valle hacia el sistema montañoso y hacia la parte norte de la cuenca, al igual que las laderas que se localizan hacia la parte media de la cuenca abarcando formaciones sedimentarias como La Formación La Paila, Formación Zarza, Formación Combia y tramos de la Formación Barroso y el Plutón de Mistrató con un 12.57% de representación en la cuenca.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambientes fluviales constituyen depósitos cuaternarios recientes y corresponden a Abanico Fluvial con un porcentaje de 1,64% se encuentra en forma coalescente sobre el valle del Río Risaralda y constituyen los Sedimentos de Viterbo y Llanuras de inundación con un 1,09% localizadas sobre gran parte del cauce del Río Risaralda y las planicies aluviales de otros afluentes principales como el Río Mapa. Al igual que terrazas localizadas sobre las partes bajas del valle, con espesores de 4 m y representados en 2.19%.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambientes estructurales constituyen el sector más occidental de la cuenca sobre los municipios de Santuario y Apia,

y en específico sobre la formación Penderisco caracterizado por espinazos y sierras homoclinales, característicos de ambientes con mucha actividad tectónica y que por consiguiente generan deformación de las rocas y plegamiento fuerte sobre estas unidades sedimentarias. Estas dos unidades están representadas en 0.55% y 10.38% sobre la cuenca respectivamente.

Las unidades geomorfológicas asociadas a ambientes antropogénicos constituyen canteras asociadas a la acción de explotación minera como también a los terraplenes realizado para la intervención vial tanto sobre material rocoso como suelo, localizados sobre la vía hacia el municipio de balboa, pacífico 3, y el municipio de Santuario. Representando 2.73% de la cuenca.

### 2.8.5. Subunidad Geomorfológica

Esta categoría corresponde a una subdivisión de las Unidades geomorfológicas. Está determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos, con la correspondiente topografía del terreno. Igualmente está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos o determinados. La escala de trabajo está definida entre 1:10.000 y 1: 25.000.

La nomenclatura de las Subunidades está definida por la posición dentro de la unidad o por el proceso geomorfológico dominante, ejemplo: Ladera estructural de espinazo o de cuesta, laderas denudativas o residual. La notación cartográfica propuesta, corresponde a abreviaturas de hasta 6 caracteres: El primero hace alusión al ambiente morfogenético, la segunda y tercera para definir la unidad correspondiente y las restantes para especificar la disposición estructural o la posición dentro de la unidad geomorfológica.

De manera general en la cuenca del Río Risaralda, la subunidad con mayor predominio corresponde a Laderas denudadas con un porcentaje de 76.50% adicionalmente se presentan deslizamientos que se encuentran distribuidos sobre toda la cuenca en general, pero por su dimensión y escala son cartografiables. Representados en la cuenca en un 3.83% y las cornisas estructurales están sobre la cuenca en un 12.02% localizadas sobre los municipios de Santuario y Apia, como también sobre el municipio de Anserma, se presenta sobre toda la cuenca, exceptuando el valle aluvial del Río Risaralda y demás planicies aluviales, tiene un marcado predominio dado el relieve montañoso característico de la cuenca la cual abarca tanto el flanco occidental de la cordillera central como el flanco oriental de la cordillera occidental; seguido por Terrazas Fluviales las cuales se encuentran con un porcentaje de 2,19% está relacionada con la Formación La Paila y Zarzal y constituyen depósitos cuaternarios aluviales recientes, en un tercer lugar aparecen Conos de origen aluvial interdigitados con la planicie aluvial del Río Risaralda, asociado a los Sedimentos de Viterbo con un porcentaje de 1,64% y por último Llanuras con un 1,09% asociada con la planicie aluvial del Río Risaralda y afluentes principales.

Es importante aclarar que los factores antropogénicos han sido un modelador importante en la geomorfología debido a las ampliaciones y mejoras viales, al igual que las acciones mineras, representando un 2.73% de la cuenca estas subunidades antropogénicos.

En la Tabla 11 se incluye la tabla resumen de la clasificación de Carvajal con fines geomorfogenéticos para el análisis de la cuenca del río Risaralda. Adicionalmente en la Figura 26 se muestra el mapa final de la geomorfología de Carvajal con criterios morfogenéticos.

En la Tabla 12 se muestra un análisis de la cuenca con respecto a la morfogénesis, morfoestructura, morfometría, morfología y morfocronología asociada a cada una de las 8 unidades identificadas en la cuenca del río Risaralda



**Tabla 11 Jerarquización Geomorfológica en la Cuenca del Río Risaralda según Carvajal**

GEOMORFOES	PROVINCIA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	HECTAREAS	PORCENTAJE
Cordillera, Orógeno	Cordillera Occidental	Ambiente Antropogénico	Canteras	Flancos de Cantera	2.277,72	1,64%
				Planos de explanación	484,71	1,09%
		Ambiente Denudacional	Cerros Residuales	Deslizamientos	2.609,67	3,83%
				Ladera denudada	20.117,08	1,64%
			Cuestas	Ladera denudada	38.750,74	12,57%
				Cornisas Estructurales	38,43	1,09%
			Espinazos	Ladera denudada	15.577,17	62,30%
				Espinazos	2.038,53	0,55%
		Ambiente Estructural	Sierras homoclinales	Cornisas Estructurales	23.988,03	10,38%
			Abanico Fluvial	Conos	4.101,61	0,55%
	Valle interandino Cauca - Patía	Ambiente Fluvial	Terrazas fluviales	Terrazas fluviales	5.217,68	2,19%
				Abanico Fluvial	1.433,57	1,09%
			Llanuras Inundación	Llanuras	8.965,11	1,09%
Total general					125.600,03	100,00%

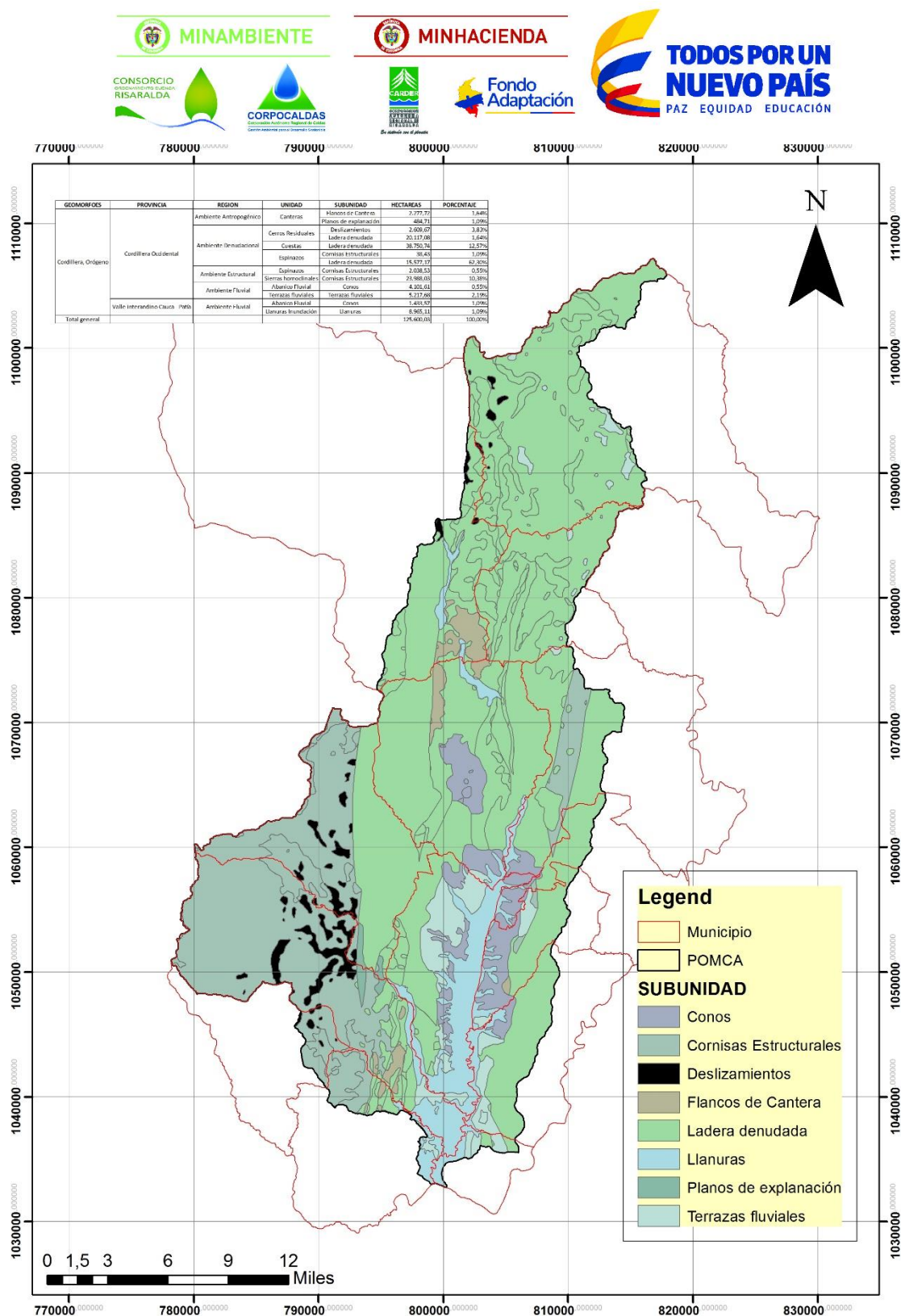
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Río Risaralda, 2016

Tabla 12 jerarquización según morfocronología

Unidad Geomorfológica	Morfogénesis	Morfometría	Morfoloía	Morfocronología	Morfodinámica	Morfoestructura (Litología)	Observaciones
<b>Cerros residuales</b>	Procesos denudacionales producidos por la acción erosiva de agentes exógenos como lluvia y viento contra rocas en donde algunos altos topográficos quedan expuestos por su alta erodabilidad (rocas cristalinas mas resistentes y competentes)	Pendiente con gradiente de 12 a 25% (Fuertemente inclinado)	Elevación aislada de relieve montañoso conformado por laderas empinadas y cimas planas	Cretácico superior	Erosión pluvial, inclinación y orientación de las laderas	Rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Zarzal (arcillolitas y diatomitas). Formación La Paila (areniscas tobáceas y conglomerados polimícticos) y Formación Combia	Presenta un porcentaje de 4,19% en la cuenca; se evidencian inmediatamente en el cambio topográfico del valle hacia el sistema montañoso y hacia la parte norte de la cuenca
<b>Espinazos</b>	1) Esfuerzos tectónicos que dieron origen al levantamiento orogénico de las cordilleras central y occidental 2) Procesos denudacionales producidos por la acción erosiva de agentes exógenos como lluvia y viento contra rocas en donde algunas quedan expuestas por su alta erodabilidad (rocas cristalinas mas resistentes y competentes)	Pendiente con gradiente de 25 a 50% (Ligeramente escarpado)	Conformado por laderas largas, irregulares y superficies onduladas	Mioceno	Erosión pluvial, fallamientos y lineamientos	Rocas ígneas volcánicas básicas (basaltos y andesitas) y rocas sedimentarias (lodolitas grises y paquetes de arenitas de tamaño de grano fino a medio).	Corresponde a un 63,39% del área total de la cuenca; abarca en gran parte el sistema cordillerano y las unidades de mayor predominio en la cuenca, es decir, la Formación Penderisco y la Formación Barroso observándose hacia el flanco occidental de la cordillera central y el flanco oriental de la cordillera occidental
<b>Abanico fluvial</b>	Aumento en la carga de sedimentos lo cual genera pérdida en el caudal y posterior colapso de material por corte de la resistencia al peso, este colapso se genera en forma de explayamiento produciendo: flujos de corriente, flujos de lodo, flujos de detritos	Pendiente con gradiente de 7 a 12% (Moderadamente inclinado)/Extensión promedio: 3 kms	Concavos, cambios en el gradiente desde la parte distal a la proximal	Pleistoceno	Erodabilidad del suelo, potencial erosivo de la lluvia	Sedimentos de viterbo (generalmente sedimentos gruesos en las partes proximales y finos hacia las partes distales)	Presenta un porcentaje de 1,57% del total del área de la cuenca; se encuentra en forma coalescente sobre el valle del Río Risaralda y constituyen los Sedimentos de Viterbo
<b>Llanura de inundación</b>	Procesos fluviales, río con modificaciones en su nivel base por causas tectónicas o climáticas	Pendiente con gradiente de 3 a 7% (Ligeramente inclinado), bajo densidad de drenaje, drenaje rectilíneo	Terrenos bajos y planos, presentan tramos extensos	Pleistoceno a Holoceno	Erosión fluvial, textura del suelo, densidad de drenaje	Depósitos aluviales recientes (inconsolidados) y sedimentos de viterbo	Corresponde a un 1,05% del área total de la cuenca; se encuentran localizadas sobre gran parte del cauce del Río Risaralda y las planicies aluviales de otros afluentes principales como el Río Mapa

Unidad Geomorfológica	Morfogénesis	Morfometría	Morfología	Morfo cronología (Época)	Morfodinámica	Morfoestructura (Litología)	Observaciones
<b>Canteras</b>	procesos denudacionales producidos por la acción antropica sobre el terreno, tales como obras de ingeniería como también acciones mineras a cielo abierto localizadas sobre la cuenca	pendientes con gradientes de 50 a 70%, fuertemente inclinadas.	localizadas entre la parte baja y media de la cuenca, laderas entre cortas a largas. Superficies onduladas y planas	Cretacico Superior	erosion antropica ingenieril y minera	localizados sobre unidades cretácicas como lo son la Fm. Penderisco, Fm. Barroso, y Pluton de Mistrato	representan un 2,73% del área total de la cuenca, localizados hacia la parte baja y media de la cuenca.
<b>Cuestas</b>	procesos denudativos producidos por la acción erosiva de suelo residual principalmente volcánico, por poca resistencia de los materiales.	Pendientes con gradientes de 12 a 25%, fuertemente inclinadas en sistemas de montaña.	Elevación aislada de relieve montañoso conformado por laderas empinadas y cimas planas	Cretacico Superior a paleogeno	Erosión pluvial, inclinación y orientación de las laderas	Rocas volcánicas y rocas plutónicas de la Formación Barroso como del pluton de Mistrato, altamente meteorizado y con una capa de suelo de espesores de hasta 3m	localizados sobre los municipios del departamento de Caldas y sobre algunos municipios del departamento de Risaralda, sobre los sistemas de montaña. Representadas en 12,57% de la cuenca
<b>Sierras homoclinales</b>	procesos denudativos producidos por la acción erosiva de suelo altamente deformado y meteorizado de la Fm. Penderisco, con la ayuda de agentes externos como la pluviosidad	Pendientes con gradientes de 12 a 25%, fuertemente inclinadas en sistemas de montaña.	sistemas montañosos fuertes y elevados de la cordillera occidental, con alta actividad tectónica y por consiguiente deformadas y plegadas	Cretacico superior	Erosión pluvial, inclinación y orientación de las laderas	Sobre la Formación Penderisco altamente deformada y meteorizada por acciones antropicas y naturales como la pluviosidad	representan un 10,38% de la cuenca, principalmente hacia el sector suroccidental del sistema montañoso presente. Sobre los municipios de Santuario y Apia.
<b>Terrazas fluviales</b>	Procesos fluviales, río con modificaciones en su nivel base por causas tectónicas o climáticas	Pendiente con gradiente de 3 a 7% (Ligeramente inclinado), bajo densidad de drenaje, drenaje rectilíneo	Terrenos bajos y planos, presentan tramos extensos	Pleistoceno a Holoceno	Erosión fluvial, textura del suelo, densidad de drenaje	Depósitos aluviales recientes (inconsolidados) y sedimentos de viterbo	Corresponde a un 2,19% del área total de la cuenca; se encuentran localizadas sobre gran parte del cauce del Río Risaralda y las planicies aluviales de otros afluentes principales como el Río Mapa

Fuente: consorcio ordenamiento cuenca Risaralda



**Figura 26 Mapa geomorfológico con criterios morfogenéticos (Carvajal, 2012)**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.



### 2.9. Conclusiones y Dominio Geomorfológico.

Las condiciones determinadas anteriormente permiten establecer que dichas unidades de la cuenca, presentan un dominio de laderas con altas pendientes debido a las condiciones tectónicas de la cuenca, en relación con los procesos geomorfológicos que intervienen en la cuenca, hacia la vertiente oriental, norte y occidental de la cuenca sobre los municipios que presentan afluentes directos sobre la cuenca (Santuario, Apia, Mistrató, Belalcázar, Guática, Río sucio, San José y Risaralda) con un predominio de 76,50% representados en 74444,99 Ha, lo que muestra una cuenca con condiciones morfométricos y de pendientes altas desde unos 4000msnm hacia el sector del valle san Juan hasta una altitud de 900msnm en el sector del municipio de Viterbo. Estas condiciones de valles y de geoformas asociadas a depósitos aluviales representan un 5,5% de la cuenca con una extensión areal de 19717,93Ha.

### 3. RECOMENDACIONES.

- Poner al conocimiento de las entidades gubernamentales, regionales, y de cada municipio las condiciones geomorfológicas que se encuentran en la zona, como también, evaluación constante de los procesos erosivos que están incidiendo en el territorio.
- Se recomienda hacer una cartografía más detallada, escala 1:10000 y 1:5000, a nivel de municipio para identificar las condiciones geomorfológicas, morfométricas, y morfodinámicas (procesos erosivos) del territorio, para una zonificación más precisa de cada municipio.
- Control de procesos erosivos constantes, con la caracterización de cada uno de ellos, tales como, dimensión, tamaño, tipo de movimiento principal y secundario si se tiene, así como hacer un análisis del entorno para definir sus condiciones detonantes y proponer su posible mitigación para la prevención de desastres.

#### 4. CONCLUSIONES

Geomorfológicamente la cuenca del río Risaralda presenta un predominio de unidades de relieve montañoso y colinado estructural erosional y de depósitos coluvio-aluviales recientes, que constituyen uno de los rasgos fisiográficos más significativos y evidentes del área de estudio.

En general, los fenómenos de remoción en masa para los territorios de la cuenca del río Risaralda, están asociados a las unidades geológicas Formación Barroso y Gabros de Anserma. La amenaza por fenómenos de remoción en masa se concentra en el sector suroccidental de los departamentos de Caldas y Risaralda y los mismos están relacionados con las fuertes pendientes, el afloramiento de rocas altamente fracturadas y diaclasadas, usos inadecuados del suelo y la acción de un factor detonante como las lluvias en los períodos húmedos del año.

De igual forma, para los municipios del territorio Risaraldense, la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa está asociada a las unidades geológicas aflorantes, las fuertes pendientes, los controles estructurales y la presencia de factores coadyuvantes como el mal manejo de aguas servidas y de escorrentía, las bajas especificaciones de infraestructura, la conflictiva ubicación de descoles y vertimientos y las deficiencias constructivas de edificaciones.

Geomorfológicamente la cuenca del río Risaralda manifiesta un predominio de unidades denudativas en relieve montañoso con buen desarrollo de suelos residuales, y con presencia de zonas escarpadas, ladera y vertientes alargadas propias de modelado estructural.

A su vez, en otros sectores, es de particular significado la conformación y evolución tectónica, como es el caso de la parte occidente de la cuenca, mientras en la parte alta de la cuenca, los procesos volcánicos, dieron lugar al modelado principal del sector.

Uno de los aspectos de mayor relevancia, dentro del modelado del paisaje, corresponde al desarrollo de una zona poco desarrollada de piedemonte constituido por materiales denudados y erosionados de las partes altas de la cuenca, relacionado con la interacción entre los materiales geológicos y los procesos climáticos y morfodinámicos, y en general presentan un espeso desarrollo de suelos residuales.

Se identificaron un total de 71 procesos activos de los cuales predominan los rotacionales, flujos y desprendimientos asociados a cortes viales. Los sectores más afectados por procesos activos están asociados con el municipio de Santuario, Apia, Mistrató hacia el occidente de la Cuenca, y centro norte como lo son el sector de Guatica y Anserma afectados por el reciente fenómeno de la niña.

La principal tipología de los procesos evaluados corresponde a fenómenos rotacionales, flujos y desprendimientos; y para los fenómenos antiguos se relacionan gran cantidad asociados los cortes viales ejecutados en el área.

## 5. BIBLIOGRAFÍA.

Álvarez, A. J. 1983. Geología de la Cordillera Central y el Occidente colombiano y petroquímica de los intrusivos granitoides mesocenoicos. Boletín Geológico de INGEOMINAS. V. 26, N. 2:1 -175.

Aspden, J.A., & McCourt, W.J., 1986a, Low-K granitoids from the Western Cordillera of Colombia: Geología Norandina, v. 10, p. 19-27.

Aspden, J.A., & McCourt, W.J., 1986b, Mesozoic oceanic terrane in the Central Andes of Colombia: Geology, v. 14, p. 415-418.

Aspden, J.A., McCourt, W.J., & Brook, M., 1987, Geometrical control of subduction-related magmatism: the Mesozoic and Cenozoic plutonic history of Western Colombia: Journal of the Geological Society, London, v. 144, p. 893-905

Caballero, H., & Zapata, G., 1984, Mapa geológico preliminar. Plancha 244-Pereira, escala 1:100 000: Medellín, Ingeominas.

Calle, B., & González, H.b., 1980b, Geología y geoquímica de la plancha 186, Riosucio- Antioquía: Medellín, Ingeominas, p. 1-173

Duque-Caro, H., 1990, El Bloque Chocó en el noroccidente Suramericano: implicaciones estructurales, tectonoestratigráficas y paleogeográficas: Boletín Geológico, Ingeominas, v. 31, p. 48-71.

Estrada, J.J., & Viana, R., 1993, Geología del área de Anserma y Chinchiná: VI Congreso Colombiano de Geología, p. 2-21.

Gobernación de Risaralda, Secretaría de Planeación (2000). Atlas de Risaralda.

González, H (1993). Mapa geológico del departamento de Risaralda escala 1: 200000, memoria explicativa. INGEOMINAS, Santafé de Bogotá, Colombia.

Nivia, A., 1989, El terreno Amaime-Volcánica una provincia acrecionada de basaltos de meseta oceánica: V congreso Colombiano de geología, p. 1-30

Restrepo, J. J. & J. F. Toussaint 1973. Obducción Cretácea en el Occidente Colombiano. Publicación Geológica Especial, Universidad Nacional. Medellín, v. 3, p. 1-26.

Toussaint, J. F. & Restrepo, J. J., 1976. Modelos orogénicos de tectónica de placas de los Andes Colombianos. Boletín de Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional. Medellín, v. 1, p. 1-47.

Toussaint, J. F. & Restrepo, J. J., 1994. The Colombian Andes during Cretaceous times, en Vieweg, S. ed. Cretaceous Tectonics of the Andes (1994). Wiesbaden, p. 61-100.



Toussaint, J.F., 1996, Evolución geológica de Colombia durante el Cretácico: Medellín, Universidad Nacional de Colombia, p. 277.

Van der Hammen, T., 1958, Estratigrafía del Terciario y Maastrichtiano continentales y tectogénesis de los Andes Colombianos: Boletín Geológico, Servicio Geológico Nacional, v. 6, p. 67-128.