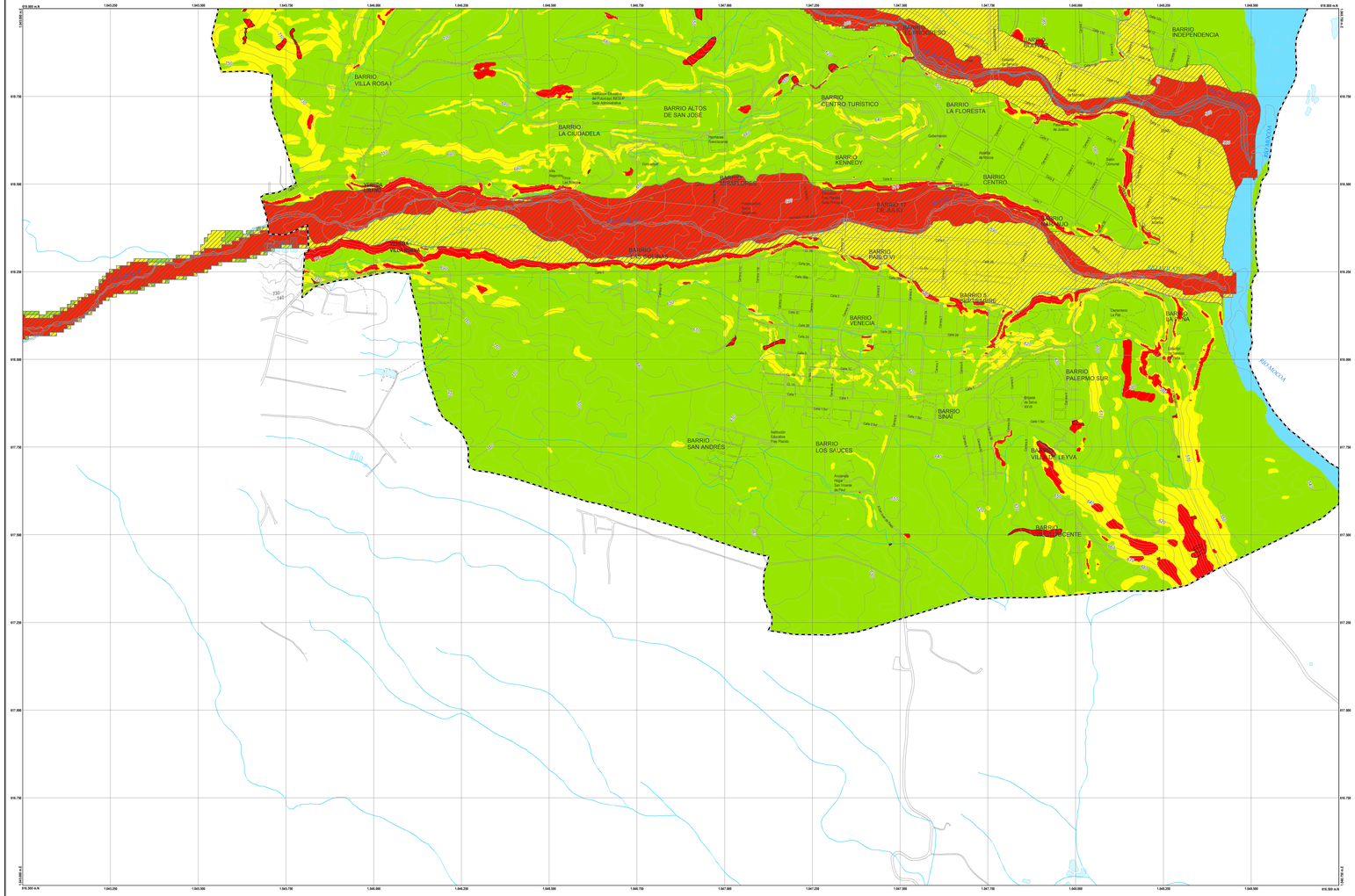


LEYENDA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIONES
ALTA	Corresponde a laderas con presencia de movimientos en masa activos de poca profundidad y con alta potencialidad de ocurrencia, principalmente ante el aumento progresivo de agua en el subsuelo en temporadas de lluvia y ante la ocurrencia de sismos que generen aceleraciones horizontales en superficie superiores a 0.24g. Las áreas en esta categoría de amenaza ocupan aproximadamente 55 Ha, correspondientes a cerca del 5% del total del área de estudio modelada y se encuentran principalmente en el flanco oriental del cerro La Reserva, en las zonas de alta pendiente de la vereda El Libano, en varios sectores de los Barrios Villa Rosa I, II y de la vereda del mismo nombre, en algunas de las laderas asociadas con el curso de los ríos Rumiyaco y Mulato, así como en la ladera del costado occidental de la vía por la salida a Villagarzón. Los movimientos en masa característicos de toda el área de estudio corresponden a deslizamientos traslacionales de detritos con actividad reciente o antiguos en algunos casos, los cuales pueden alcanzar espesores entre 0,5 m y 1,0 m y volúmenes de material movilizado del orden de 30 a 2.000 m ^{3}, generalmente los materiales deslizados derivan posteriormente en flujos de detritos, flujos de tierra o flujos de lodo, con distancias de viaje de entre unos pocos metros hasta cerca de 200 m en donde generalmente se alcanza la zona baja adyacente al pie de las laderas. Particularmente a lo largo de los drenajes menores, estos movimientos en masa usualmente son precedidos de procesos erosivos tipo cárcavas. En esta zona no se identificaron movimientos en masa profundos. Las áreas correspondientes a esta categoría de amenaza, presentan pendientes de muy abrupta a escarpada (21° - 30° y 31° - 45° respectivamente). Corresponden en mayor medida a laderas de contrapendiente, muy inclinadas, inclinadas onduladas y escarpes de abanico fluvio-torrencial de diferentes edades, en las que predominan suelos residuales arcillosos de las lodolitas de la Formación Villeta, suelos de origen fluvio - torrencial, características del área de estudio y en menor proporción suelos residuales arcillosos provenientes de estos últimos y de las demás rocas que afloran en el sector. Estas zonas están cubiertas generalmente por bosque abierto y en menor proporción por tejido urbano y tierras desnudas y degradadas. Por su carácter superficial de los deslizamientos y generación de flujos, este tipo de movimientos en masa pueden ocasionar principalmente impactos a personas o a elementos expuestos que se encuentren en la parte inferior de las laderas por los materiales y vegetación movilizada los cuales también pueden invadir estos sectores. Así mismo, es frecuente en estos casos un comportamiento retrogresivo que podría generar el desconfinamiento y posterior inestabilización de elementos expuestos y afectación a personas que se encuentren cerca de la corona o parte superior de los deslizamientos.	En las áreas urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales que estén dentro de estas zonas, se requiere de estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa que incluyan la definición de posibles medidas de mitigación, previa priorización, de tal manera que puedan definirse las zonas de riesgo mitigable y no mitigable Para los desarrollos propuestos dentro de estas zonas, se requiere de estudios detallados de riesgo por movimientos en masa que definan la mitigabilidad del riesgo potencial y cuando aplique, definir las posibles medidas de mitigación , las cuales deben construirse antes de los desarrollos propuestos Debe efectuarse una pe manente vigilancia de estas zonas por parte de las autoridades locales, a fin de detectar tempranamente cualquier intervención antrópica o proceso erosivo natural que pueda contribuir a generar nuevos movimientos en masa o incrementar los existentes en magnitud o distribución, tales como cortes, sobrecargas, retiro de vegetación, disposición de residuos, socavación lateral de corrientes, entre otros. En todo caso, cualquier intervención como las ya mencionadas debe obedecer a los resultados de estudios geotécnicos de detalle. No se deben adelantar desarrollos sobre rellenos antrópicos que no hayan sido diseñados específica y adecuadamente para construcciones (vivienda, edificaciones para otros usos o infraestructura).
MEDIA	Corresponde a laderas con baja presencia de movimientos en masa activos, los cuales son de poca profundidad y con moderada a baja potencialidad de ocurrencia principalmente ante el aumento progresivo de agua en el subsuelo en temporadas de lluvia y ante la ocurrencia de sismos que generen aceleraciones horizontales en superficie superiores a 0.24g. Las áreas en esta categoría de amenaza ocupan aproximadamente 1 44 Ha, correspondientes a cerca del 12% del total del área de estudio modelada y se encuentran principalmente hacia las partes media e inferior de las laderas del cerro La Reserva, en las zonas de alta pendiente de la vereda El Libano, en buena parte de la s Barrios Villa Rosa I, II y de la vereda del mismo nombre, así como en algunas de las laderas asociadas con el curso de los ríos Rumiyaco y Mulato, así como en la ladera del costado occidental de la vía por la salida a Villagarzón. Los movimientos en ma sa característicos corresponden a deslizamientos traslacionales de detritos, así como flujos que involucran detritos, tierras o lodo, con volúmenes de material movilizado de 30 a 1.000 m ^{3}, para el caso de los flujos, éstos pueden alcanzar distancias de vía je entre unos pocos metros hasta cerca de 200 m. En esta zona no se identificaron movimientos en masa profundos. Las áreas correspondientes a esta categoría de amenaza, presentan pendientes entre abrupta y muy abrupta (16° - 20° y 21° - 30° respectivamente), correspondientes en mayor medida a laderas de contrapendiente, estructurales, muy inclinadas, inclinadas onduladas y escarpes de abanico fluvio-torrencial, en las que predominan suelos residuales arcillosos de las arcillolitas de la Formación Rumiyaco y de las lodolitas de la Formación Villeta, suelos de origen fluvio-torrencial características del área de estudio y en menor proporción suelos residuales arcillosos provenientes de estos últimos y de las demás rocas que afloran en el sector. Estas áreas están cubiertas generalmente por bosque abierto, por vegetación secundaria baja, por tejido urbano y en menor proporción por pastos. Por su carácter superficial de los deslizamientos y generación de flujos, este tipo de movimientos en masa pueden ocasionar principalmente impactos a personas o a elementos expuestos que se encuentren en la parte inferior de las laderas por los materiales y vegetación movilizada los cuales también pueden invadir estos sectores. Así mismo, es frecuente en estos casos un comportamiento retrogresivo que podría generar el desconfinamiento y posterior inestabilización de elementos expuestos y afectación a personas que se encuentren cerca de la corona o parte superior de los deslizamientos.	En las áreas urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales que estén dentro de estas zonas, se requiere identificar condiciones desfavorables qu e puedan facilitar la generación de procesos de inestabilidad (deficiente manejo de agua, procesos erosivos intensos, actividad antrópica, entre otros) y establecer las acciones preventivas o correctivas. Para los desarrollos propuestos dentro de estas z onas, se requiere de estudios detallados de riesgo por movimientos en masa que definan la mitigabilidad del riesgo y cuando aplique, definir las posibles medidas de mitigación. Para los sitios con movimientos en masa activos o con procesos erosivos que se encuentren dentro de estas zonas, se debe realizar un diagnóstico técnico a fin de dar recomendaciones de intervención a corto plazo o si es el caso, advertir sobre la necesidad de realizar estudios geotécnicos de detalle que definan posibles obras de mitigación. Debe efectuarse una permanente vigilancia de estas zonas por parte de las autoridades locales, a fin de detectar tempranamente cualquier intervención antrópica o proceso erosivo natural que pueda contribuir a generar nuevos movimientos en masa o incrementar los existentes en magnitud o distribución, tales como cortes, sobrecargas, retiro de vegetación, disposición de residuos, socavación lateral de corrientes, entre otros. En todo caso, cualquier intervención como las ya mencionadas debe obedecer a los resultados de estudios geotécnicos de detalle.
BAJA	Áreas con muy baja presencia de movimientos en masa de poca profundidad y con muy baja potencialidad de ocurrencia, ante el aumento progresivo de agua en el subsuelo en temporadas de lluvia y ante la ocurrencia de sismos que generen aceleraciones horizontales en superficie superiores a 0.24g. Las áreas en esta categoría de amenaza ocupan aproximadamente 972 Ha, correspondientes a cerca del 83% del total del área de estudio modelada. En esta zona no se identificaron movimientos en masa profundos. Las áreas correspondientes a esta categoría de amenaza, presentan pendientes de plana a ligeramente inclinada, inclinada y muy inclinada (<5°, 6° - 10° y 11° - 15° respectivamente), correspondientes en mayor medida a los abanicos fluvio - torrenciales, terrazas bajas y laderas muy inclinadas, donde predominan suelos de origen fluvio-torrencial características del área de estudio, suelos residuales provenientes de estos últimos, suelos de llanura aluvial, rocas arcillosas de la Formación Rumiyaco y en menor proporción suelos residuales arcillosos derivados de estas últimas. Estas áreas e stán cubiertas generalmente por pastos limpios, por pastos enmalezados o enrastrojados o por vegetación secundaria baja.	Las áreas en esta categoría de amenaza que se encuentren muy cerca de zonas de amenaza media o alta, deben ser monitoreadas para detect ar cualquier intervención o proceso erosivo natural que pueda contribuir en detrimento de la magnitud o distribución de esta condición de amenaza por movimientos en masa (cortes, sobrecargas, retiro de vegetación, disposición de residuos, socavación lateral de corrientes, entre otros).

LEYENDA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA TIPO FLUJO DE DETRITOS

TIPO DE AMENAZA	DESCRIPCION	RECOMENDACIONES
ALTA	Corresponde a zonas cubiertas con depósitos recientes de avenidas torrenciales de las quebradas Taruca y Taruquita y los ríos Sangoyaco y Mulato, donde se pueden presentar inundaciones por flujo y de detritos y lodo por lo menos una vez cada 25 años, con alturas hasta de 11 ,7 m y velocidades entre los 10 y 62 km/h de materiales finos, arenosos gravosos y bloques con diámetros de hasta 12 m. Esta categoría de amenaza ocupa el 16% del área total de estudio 1.330 Ha. Con influencia en los barrios: 17 de Julio, Bolívar, El Carmen, El Centro, El Progreso, Huasipanga, José Homero, José María Hernández, Kennedy, La Esmeralda, La Floresta, La Independencia, Las Acacias, Las Américas, Las Orquídeas, Los Pinos, Los Prados, Miraflores, Modelo, Naranjito, Pablo VI, San Agustín, San Fernando y Villa del Norte. En este nivel de amenaza, se incluyen las áreas afectadas por el evento del 31 de Marzo de 2017. Por las características del flujo, puede causar pérdidas humanas, arrastrar fácilmente personas y objetos pesados y generar destrucción total o parcial de viviendas e infraestructura.	Teniendo en cuenta el poder destructivo de los eventos que pueden presentarse, se recomienda que en estas zonas n o se permita la ocupación o urbanización de estas áreas ni la ubicación de infraestructura de servicios públicos. Se recomienda la implementación de medidas encaminadas a la recuperación ambiental de estas áreas, por considerarse de amortiguación frente a eventos futuros donde se presenten avenidas torrenciales. Es necesario implementar sistemas de alerta temprana, enfocados a evitar la pérdida de vidas humanas as por la ocurrencia de nuevos eventos de flujos de detritos en las diferentes; e instrumentar las cuencas de las quebradas Taruca y Taruquita y los ríos Sangoyaco y Mulato , de manera que se tenga certeza del comportamiento hidrológico del área.
MEDIA	Corresponde a zonas en las cuales se encuentran depósitos de avenidas torrenciales de las quebradas Taruca y Taruquita y los ríos Sangoyaco y Mulato con periodos de retorno mayores a 100 años. S e pueden presentar inundaciones por flujo de detritos y lodo con alturas entre 0 ,2 m. y 1,0 m., con velocidades hasta de 10 km/h. de materiales finos, areno-gravosos y bloques con diámetros de hasta 3 m. Esta categoría de amenaza ocupa el 20% del área total de estudio 1.330 Ha. Con influencia en los barrios: 17 de Julio, 5 de Septiembre, Bolívar, El Carmen, El Centro, El Dorado, El Progreso, Huasipanga, José Homero, José María Hernández, La Esmeralda, La Floresta, La Independencia, La Unión, Las Acacias, Las Américas, Las Orquídeas, el Los Pinos, Los Prados, Miraflores, Modelo, Naranjito, Nuevo Horizonte, Obrero I Etapa, Obrero II Etapa, Olímpico, Pablo VI, Primero de Enero, Quinta Paredes, Rumipamba, San Agustín, San Fernando, Urb . Altos de La Colina, Urb. Caimaron, Villa Colombia, Villa Daniela y Villa del Norte Por las características del flujo, pueden causar daño a niños, adultos mayores y personas discapacitadas, generar afectación mayor a viviendas e infraestructura y arrastrar objetos como motocicletas, muebles y electrodomésticos. Igualmente, debido a la energía del flujo y el tamaño de los bloques que puede arrastrar, se pueden presentar pérdida de vidas humanas y destrucción de parcial o daños graves a viviendas	Realizar estudios detallados que permitan el diseño de obras de mitigación para proteger la vida de las personas, infraestructura y viviendas , que tengan en cuenta las características de los flujos de detritos que pueden presentarse.
BAJA	Corresponde a zonas en las que pueden presentarse inundaciones por flujo de lodo con alturas menores a 0,2 m velocidades hasta 3,6 km/h. de material fino y areno-gravoso. Además corresponde a zonas asociadas a los depósitos antiguos y muy antiguos, de carácter fluviotorrencial de las quebradas San Antonio, El Carmen y de los ríos Mulato y Sangoyaco. Por las características del flujo, las personas pueden movilizarse dentro de él y generar afectación menor a viviendas y objetos como muebles y electrodomésticos.	

Metodología aplicada mapa por movimientos en masa

La zonificación de amenaza se elaboró siguiendo los lineamientos técnicos consignados en la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, escala detallada (SGC-UNAL, 2015), específicamente en lo relacionado con estudios básicos a escala 1:5.000, para lo cual se elaboraron los mapas temáticos de: Unidades de Geología para Ingeniería (UGI), Elementos Geomorfológicos (EGM) y Cobertura del suelo a la escala del estudio.

Alcance del mapa por movimientos en masa

Define las zonas ocupadas y no ocupadas, con condición de amenaza por movimientos en masa tipo deslizamiento y deslizamiento - flujo.
No se incluyen en este mapa movimientos en masa tipo flujo de detritos a lo largo de la red principal de drenajes del área de estudio (río Mocoa, río Sangoyaco, río Mulato, quebrada Taruca, quebrada San Antonio y quebrada El Carmen).
El mapa es una herramienta útil de planificación urbana, dado que corresponde a estudios básicos (escala 1:5.000) y puede ser usado para la definición y priorización de las zonas de riesgo para efectos de ejecución de estudios detallados a escala 1:2.000, de acuerdo con lo definido en el Decreto 1807/2014, compilado en el Decreto 1077/2015.

Metodología aplicada del mapa por movimientos en masa tipo flujo

Los resultados se obtuvieron a partir de modelación hidrológica-hidráulica y mapeo geomorfológico escala 1:5.000.
La modelación hidrológica-hidráulica se realizó utilizando el software FLO2DPro®.
Para la modelación se utilizó topografía del área de estudio a escala 1:5.000 obtenida a partir del MDT GeoSAR de 5 metros, el cual se ajustó con el uso de 215 secciones transversales levantadas por el SENA – Mocoa en los cauces de los ríos Sangoyaco, Mulato y la quebrada Taruca, dado que las condiciones de los drenajes fueron modificadas de manera importante después del evento y no permitían un ajuste adecuado tanto de la calibración, como de la zonificación de amenazas por movimientos en masa tipo flujo. A partir de las alturas del MDT se construyó un dominio computacional rectangular sobre una malla de 6 m. x 6 m., se utilizaron 9 hidrogramas de diseño de caudal líquido y sólido para la calibración del evento del 31 de marzo.

El mapeo geomorfológico se realizó a partir de levantamiento detallado de información en campo en escalas 1:2.000 y 1:5.000 a nivel de elementos geomorfológicos.

Alcance del mapa por movimientos en masa tipo flujo

La modelación hidrológica-hidráulica está limitada a la intensidad y período de retorno del evento climático del 31 de marzo de 2017.
La modelación es independiente de la evolución geomorfológica, la cual establece los sitios y volúmenes de depósito en las partes altas de las microcuencas, que al conjugarse con eventos climáticos extremos dan lugar a flujos de detritos de magnitud similar a la del evento del 31 de marzo de 2017.
Los polígonos obtenidos en la modelación hidrológica-hidráulica fueron complementados por la información cartográfica de detalle levantada en la temática geomorfológica de escalas 1:2.000 y 1:5.000 .
La base cartográfica donde se presentan los resultados de la zonificación se integró a partir de la cartografía 1:2.000 y del DTM GeoSar 1:5.000, obteniendo un cubrimiento general que se ajusta con los resultados de la modelación.

Notas del mapa por movimientos en masa

Dado que para el área de estudio no se contó con información oficial de cartografía básica o modelo digital de elevación post-evento, para efectos del presente estudio, fue necesario construir una cartografía básica con base, tanto en el modelo digital de elevación del IGAC de 2 metros de resolución generado en el año 2013 a partir de las fotografías tomadas en el año 2008, como en el modelo digital de elevación del sensor GeoSAR de 5 metros de resolución espacial generado en el año 2008. Por lo anterior, la cartografía básica elaborada para este propósito puede presentar diferencias en las condiciones topográficas e hidrográficas en algunas zonas, en relación con las condiciones del terreno en el área de estudio.
La metodología y análisis de los resultados contenidos en este mapa se encuentran en el informe "Evaluación de la Amenaza por Movimientos en Masa en el área Urbana, Periurbana y de Expansión del municipio de Mocoa – Putumayo, escala 1:5.000".
En este mapa, 1 cm^2 representa 0.25 Ha en el ras terreno.

Fuentes de información del mapa por movimientos en masa

El mapa de amenaza por movimientos en masa se basa tanto en información primaria de geología, geomorfología, cobertura del suelo y exploración del subsuelo, elaborada en el marco de este proyecto, así como en información secundaria de estudios geotécnicos recopilada de estudios realizados para desarrollos locales.

Limitantes del mapa por movimientos en masa tipo flujo

El programa FLO2DPro® define geométricamente un fondo fijo, es decir, la altura topográfica de cada celda es constante y no considera el efecto de la socavación sobre el cauce como en las planicies de inundación.
La precisión en los resultados depende en gran medida de la calidad de la información de entrada, especialmente en la topografía, dado que el software genera una malla de cálculo interpolada de los nivelles de elevación del terreno en cada una de las celdas (cuadradas). Así mismo, depende del tamaño de la celda empleada, es decir, mientras menor sea ésta, más precisos son los resultados.

Fuentes de Información del mapa por movimientos en masa tipo flujo

DEMT GeoSAR 1996 (banda X) que representa el Modelo Digital del Terreno (MDT), con un tamaño de pixel de 5 metros cuya fecha de procesamiento es del 24/09/2008 y publicación del 30/10/2008. IGAC.
Ajuste del MDT basado en 215 secciones transversales topográficas entregadas por el SENA de Mocoa para tramos de interés sobre la quebrada Taruca (123) y río Sangoyaco (92). IGAC – SGC.
Curvas de nivel con intervalo de 5 metros de altura, para las salidas cartográficas a escala 1:5.000 a partir de las curvas de nivel de la cartografía IGAC del año 2013 y de curvas de nivel generadas con el modelo digital de elevación GeoSAR. IGAC – SGC.
Ortofotomosaico 2008, 2013 y 4 de Abril de 2017 de alta resolución (0.2 m), adquirida por Geoespacial – CORPOAMAZONIA.
Imágenes satelitales Digital Globe (posterior al evento) - CORPOAMAZONIA.
Información pluviométrica y pluviográfica (http://hydras3.ideam.gov.co/LOGIN.HTM) suministrada por el IDEAM.
Secciones transversales de los cauces de los ríos Sangoyaco, Mulato y quebrada Taruca. SENA – Mocoa.

Convenciones

Base cartográfica

- Curva de nivel índice
- Curva de nivel intermedia
- Vía pavimentada dos calzadas
- Vía sin pavimentar dos calzadas
- Vía pavimentada angosta
- Vía sin pavimentar angosta
- Vía transitable en tiempo seco
- Carreteable
- Camino, Sendero
- Límite de departamento
- Límite de municipio
- Red de alta tensión
- Drenaje sencillo
- Banco de arena
- Centro poblado
- Cuerpos de agua
- Áreas inundables
- Isla
- Pista de aterrizaje
- Otras Construcciones
- Establecimiento Educativo
- Cementerio, Parque cementerio
- Helipuerto
- Límite área estudio
- Movimiento en masa

Información De Referencia

Base Cartográfica escala 1:2.000 tomada de la planchas 430IVB1a, 430IVB1b, 430IVB1c, 430IVB1f, 430IVB1g, 430IVB1h, 430IVB1k, 430IVB1l, 430IVB1m, 430IID3c, 430IID3x, 430IID3w, 430IID3q del IGAC 2013.

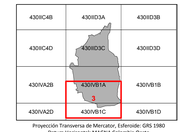
Coordenadas planas cartesianas con origen en la intersección de las coordenadas geográficas: Latitud 01°18'24.08409"N y Longitud 76°39'03.67639"W de Greenwich, al cual se le asignaron las coordenadas 617 828.474 metros Norte y 1 047 467.388 metros Este. El plano de proyección está a 655.2 metros sobre el nivel medio del mar. Las coordenadas del origen cartesiano están referidas al Datum Magna Elipsoide: GRS80.

Las curvas de nivel se elaboraron por el SGC con intervalo de 5 metros de altura, a partir de la cartografía IGAC del año 2013 y de curvas de nivel generadas con el modelo digital de elevación GeoSAR año 2008.

Para citar el mapa se sugiere:

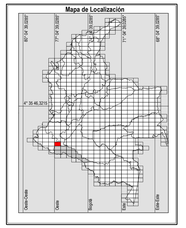
Servicio Geológico Colombiano. (2017). Mapa de Amenaza Por Movimientos En Masa (Incluye tipo flujo). Mocoa, Putumayo. Escala 1:5.000. Proyecto: Zonificación de la Amenaza. Dirección de Geoamenazas - Grupo de Trabajo Evaluación de Amenazas por Movimientos en Masa . Bogotá.

Índice de Hojas Adyacentes



Proyección Transversa de Mercator, Esferoide: GRS 1980
Datum Horizontal: MAGNA-Colombia Oeste
Origen de coordenadas: 77° 04' 39.0285" W
4° 35' 46.3215" N
Factor de escala: 1.0
Falso origen (metros): E = 1, 000,000
N = 1, 000,000

Mapa de Localización



www.sgc.gov.co

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

MAPA INTEGRADO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA Y AVENIDAS TORRENCIALES DEL ÁREA URBANA, PERIURBANA Y DE EXPANSIÓN DEL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO.

Plancha 3 de 3

Escala 1:5 000

0 25 50 125 250 375 500 750 1000 1500 2000 m

Primera Edición

©
2017