

**CONCEPTO TÉCNICO SOBRE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS Y
AVENIDAS TORRENCIALES EN LA CUENCA DEL RÍO CAÑAVERAL,
MUNICIPIOS DE SAN JOSÉ DEL PALMAR (CHOCÓ), LA CELIA (RISARALDA)
Y EL AGUILA - CORREGIMIENTO DE VILLANUEVA (VALLE DEL CAUCA)**



Bucaramanga, enero de 2017



Dirección de
Geoamenazas

**CONCEPTO TÉCNICO SOBRE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS Y
AVENIDAS TORRENCIALES EN LA CUENCA DEL RÍO CAÑAVERAL,
MUNICIPIOS DE SAN JOSÉ DEL PALMAR (CHOCÓ), LA CELIA (RISARALDA)
Y EL AGUILA - CORREGIMIENTO DE VILLANUEVA (VALLE DEL CAUCA)**

Por:

**Eduardo Castro Marín
Geólogo, MSc. Ing. Geol.**

**Ángela María Galindo
Ingeniera. Civil.**

Bucaramanga, enero de 2017

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUCCION	9
1.1 LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO	10
1.2 CLIMA y VEGETACIÓN	11
1.3 ANTECEDENTES	11
2 GEOMORFOLOGIA.....	12
3 GEOLOGIA.....	14
3.1 GRUPO CAÑAS GORDAS	15
3.1.1 Formación Penderisco - Miembro Urrao (Ksu).....	15
3.1.2 Formación Penderisco - Miembro Nutibara (Ksn).....	18
3.2 DEPOSITOS CUATERNARIOS.....	18
3.2.1 Depósitos Fluviotorrenciales	19
3.2.2 Depósitos coluviales	20
3.2.3 Depósitos de talus.....	21
3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	22
4 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	23
4.1 DISTRIBUCION DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA (MM)	23
4.1.1 Deslizamiento de San José del Palmar-Chocó	24
4.1.2 Deslizamientos del Norte de Villanueva-Valle del Cauca	26
4.2 TORRENCIALIDAD Y APRECIACION DEL RIESGO	28
4.2.1 La Lechería - La Sirena.....	30
4.2.2 La Sirena - Escuela Luis Eduardo Ochoa	31
4.2.3 El Rebaño	32
4.2.4 La Esperanza	34
4.2.5 La Playa	35
4.2.6 El Jazmín.....	36
4.2.7 Barrio Castañeda.....	36
4.2.8 Escuela Marco Fidel Suárez	39
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del área visitada entre los municipios de San José del Palmar, El Aguila y La Celia, en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca y Risaralda, respectivamente.	10
Figura 2. Geomorfología montañosa de la cuenca alta del río Cañaveral, con la localización de los deslizamientos visitados. Obsérvese la presencia de ganchos de falla y el alineamiento del río en el sector de Villanueva. Las líneas en blanco corresponden al límite departamental y las rojas a trazos de falla. Imagen tomada de Google Earth.	13
Figura 3. Mapa Geológico Regional de la cuenca del río Cañaveral (En color rojo se muestra el principal deslizamiento visitado. Las líneas a trazos indican fallas geológicas). (Modificado de la Plancha 204- Pueblo Rico, escala 1:100.000, INGEOMINAS, 1999). ...	14
Figura 4. Capas de arenisca de color gris oscuro, en capas delgadas, con intercalaciones de limolitas laminadas, en el cauce del río Cañaveral, punto 11 de la figura 6.	16
Figura 5. Capas de limolita del Miembro Urrao, alteradas gradando de color gris oscuro a gris amarillento y crema. Foto tomada en una pequeña cantera sobre el borde de la vía al sur del punto 11 de la figura 6.....	16
Figura 6. Mapa Topográfico de la cuenca del río Cañaveral, desde su nacimiento hasta la población de Villanueva. En color rojo los sitios donde se presentan los deslizamientos y en círculos rojos, los puntos de control donde se tomaron datos de campo (ver Anexo 1). Las líneas punteadas y a trazos corresponden a lineamientos de fallas geológicas. Tomado de la plancha 204-IV-D, escala 1:25.000 del IGAC.	17
Figura 7. Depósitos fluvio torrenciales del río Cañaveral en su parte alta, compuestos por cantos y bloques de limolitas y areniscas, sueltos, dentro de una matriz arcillosa de color gris oscuro. En el depósito también se observan troncos de árboles. El espesor máximo encontrado para estos depósito es de aproximadamente 7 m. Foto tomada hacia aguas abajo del punto 4, de la figura 6.	19
Figura 8. Cono de deyección desarrollado a partir de depositación de material suelto, proveniente de una pequeña quebrada que desemboca en el valle del río Cañaveral. Obsérvese que el río ha erosionado el cono formado un escarpe producto de la disección lateral de uno de sus brazos.	20
Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)	

Figura 9. Deposito Coluvial en la corona de un deslizamiento traslacional de detritos, clasto soportado, conformado por cantos y algunos bloques angulares de limolitas y areniscas de color gris oscuro. En el sitio, la roca se encuentra cizallada (punto 2 de la figura 6).....	21
Figura 10. Panorámica de la corona de deslizamiento. En primer plano se observa un depósito de derrubios y en el centro (bordado por una línea amarilla), una masa de coluvión en condiciones muy inestables, sobre un plano de estratificación de 36° de inclinación.....	25
Figura 11. Flujo de detritos canalizado proveniente de la pata del deslizamiento. La quebrada se encañona hasta llegar al río Cañaverál, formando una garganta donde han ocurrido represamientos.	25
Figura 12. Deslizamiento rotacional de detritos y suelo residual ubicado sobre la margen derecha del río Cañaverál.....	27
Figura 13. Deslizamiento superficial de detritos y suelo residual acompañado por procesos de erosión en forma de surcos y cárcavas, que forman pequeños conos de detritos en la margen derecha del río Cañaverál.	28
Figura 14. Niveles de material depositado por avenidas torrenciales en el cauce del río Cañaverál. Obsérvese la homogeneidad en el espesor de los niveles (2 m cada nivel aproximadamente) y en la distribución y tamaño de los materiales. Foto tomada hacia aguas arriba del punto 4 de la figura 6.	29
Figura 15. Localización de puntos de toma de datos geológicos y puntos críticos en la vereda La Playa-Chorritos. Obsérvese el valle fluviotorrencial con su cauce actual, la zona de socavación y su antiguo cauce.	30
Figura 16. Sitio donde el río socava lateralmente hacia su borde de terraza de muy baja altura amenazando con capturar un antiguo cauce. Foto tomada hacia aguas arriba desde el punto 5 de la figura 15.	31
Figura 17. Valle fluviotorrencial del río Cañaverál en los alrededores de la Escuela Luis Eduardo Ochoa. Foto tomada hacia el occidente.....	32
Figura 18. Sitio de angostamiento del valle aluvial y de cambio en la dirección de la corriente del oriente hacia el sur, producida por un lomo de falla.....	33
Figura 19. Localización de puntos de toma de datos geológicos y puntos críticos, en la vereda Cañaverál.	34
Figura 20. Jarillón de 4 m de altura destruido parcialmente por la acción del agua. El cauce actual tiene 4 m de ancho y alta capacidad de arrastre de materiales.	35

- Figura 21.** Puente que comunica con la vereda Caimalito Bajo. Nótese que el agua ha tomado dos canales y está siendo forzada a pasar por debajo del puente debido a la obstrucción de su cauce por la banca de la vía. 36
- Figura 22.** Puente de concreto de 10 m de largo y 5 m de luz, que comunica con la vereda El Diamante. Sobre la margen izquierda se observa parcialmente un jarillón que encausa el agua..... 37
- Figura 23.** Localización de puntos de toma de datos geológicos y puntos críticos, en la Inspección de Policía de Villanueva. 38
- Figura 24.** Valle del río Cañaveral visto hacia aguas arriba del barrio Cañaveral. En el sitio prácticamente no hay nivel de terraza y el agua puede penetrar fácilmente durante una avenida torrencial. 38
- Figura 25.** Fondo del cauce del río Cañaveral, bordeado por roca fracturada. Vista desde el puente hacia aguas arriba. 39
- Figura 26.** Cuenca de la quebrada Santa Rita en cuya desembocadura se encuentra la población de Villanueva. Esta quebrada tiene gran capacidad de arrastre de sedimentos debido a que la pendiente longitudinal de la quebrada es alta. Imagen tomada de Google Earth. 40

RESUMEN

Por solicitud de la Oficina de Gestión de Riesgo de Parques Nacionales Naturales de Colombia, se realizó una visita técnica a la cuenca de la quebrada Cañaveral, localizada entre los municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca), para conceptuar sobre el riesgo a que están expuestos los habitantes localizados sobre el valle del río, debido a un deslizamiento de grandes proporciones, el cual ha generado avenidas torrenciales en años anteriores. El deslizamiento es de tipo traslacional, retrogresivo, de detritos y tiene un área de influencia de 1000 m de largo y 180 m en su parte más de ancha, con un espesor variable entre 5 y 20 m. Se encontró que sobre capas sedimentarias compactas, de tipo limolita, inclinadas en el mismo sentido de la ladera, se ubica un volumen muy inestable de material suelto (200.000 m³ de coluvión) que está a punto de deslizarse debido a la alta pendiente (35°- 40°), la humedad de la zona y a cualquier sismo de magnitud fuerte que pueda movilizarlo. En su parte baja, este deslizamiento se comporta como un flujo de detritos canalizado hasta llegar al río Cañaveral, donde se forma una garganta que puede ocasionar represamientos y avenidas torrenciales. A 3 km se encuentran las primeras casas sobre el valle torrencial de 200 m de ancho, dos escuelas, tres puentes, la vía principal de acceso a la vereda Chorritos y, a 8,5 km aguas abajo, donde el valle se cierra (menos de 60 m de ancho), se ubica el barrio Castañeda del corregimiento de Villanueva, con más de 60 viviendas en alto riesgo.

El cauce del río ya se encuentra colmatado, presentando divagación, pudiendo tomar antiguos cauces; por lo tanto cualquier obra de control que se realice (diques o jarillones), no garantizan que el río retome su cauce nuevamente ni protejan del impacto de las avenidas torrenciales. Las autoridades de Gestión de Riesgo de los tres departamentos, deben pensar en la posibilidad de reubicar en zonas cercanas, fuera de la influencia del río, todas las viviendas y escuelas para preservar la vida de las personas en caso de una avenida torrencial. Se deben instalar lámparas de gran potencia para iluminar en la noche los sitios donde el río se estrecha y cambia bruscamente de dirección, e instalar sirenas con un sistema de comunicación para dar alertas tempranas a la comunidad en caso de que se presenten avenidas torrenciales.

ABSTRACT

By request of the Risk Management Office of National Natural Parks of Colombia, a technical visit was carried out to Cañaveral river basin, located between the municipalities of San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) and El Aguila-Localitie of Villanueva (Valle del Cauca), to give a concept about the risk over inhabitants located on the river valley, due to a landslide of large proportions that already has generated torrential avenues in previous years. The mass movement is classified as traslational debris slide, retrogressive, covering 1000 m long and 180 m at its more wide side, with a variable thickness between 5 and 20 m. It was found that on compact sedimentary layers of Siltstone, leaning in the same direction of the slope, lies a very unstable loose material volume (200.000 m³ of colluvium) which is about to slide, due to the high slope (35 ° - 40 °), the humidity of the area and to any earthquake of strong magnitude, which can mobilize it. In its lower part, this slide behaves like a channeled debris flow running to Cañaveral river, where a throat is formed and could cause dams and overflowing. Three kilometers downstream, the first houses on the torrential Valley 200 m wide, are found; as well as two schools, three bridges and the main route of access to Vereda Chorritos. Eight 8,5 km downstream, where the Valley is narrow (less than 70 m wide), the Castañeda neighborhood, corregimiento Villanueva, is located, with more than 60 homes exposed to high risk.

The river valley is already filled, presenting wandering and taking old river courses; therefore, any control work performed (longitudinal dikes), not guarantee the river fix its runway again. The authorities related with risk management of the three Departments, must think in the possibility of relocate in nearby areas, out of the influence of the River, all the housing and schools for preserve the people lives, in case of a torrential avenue. They should install powerful lamps to illuminate at night, sites where the river narrows and abruptly changes direction, and install sirens with a communication system to give early warnings to the community in cases that arise overflowing.

1 INTRODUCCION

La Oficina de Gestión de Riesgo de Parques Nacionales Naturales de Colombia, solicitó al Servicio Geológico Colombiano (SGC) el apoyo técnico científico, para emitir un concepto técnico sobre los problemas geológicos que afectan una parte del Parque Nacional Natural Tatamá, localizada en la cuenca alta del río Cañaveral, perteneciente a los municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila (Valle del Cauca).

Con base en esta solicitud, el SGC designó al Geólogo Eduardo Castro Marín y a la Ingeniera Civil, Angela María Galindo, para visitar el área, quienes se desplazaron al sector los días 13 y 14 de diciembre de 2016, para emitir un concepto basado en observaciones oculares de campo, teniendo en cuenta las texturas de los materiales geológicos aflorantes, las geoformas que se desarrollan y las variables geológicas e ingenieriles que intervienen en la inestabilidad del sector visitado.

Se encontró en la parte alta de la cuenca un deslizamiento traslacional activo de detritos, de grandes proporciones que puede detonar una gran cantidad de material hacia aguas abajo en forma de flujos de detritos y represar el cauce, en el sitio de confluencia con el río Cañaveral, donde se forma una garganta. El resultado son avenidas torrenciales que pueden afectar aguas abajo, viviendas, vías, escuelas y el barrio Castañeda ubicado sobre el valle torrencial a 8,5 km de distancia, en el corregimiento de Villanueva, donde se asientan más de 60 viviendas. En este informe se describen los resultados generales de la inspección ocular y se dan algunas recomendaciones sobre el manejo del área.

Durante la visita se contó con el acompañamiento de Luis Enrique Gallego, José Narciso Gómez González y Aldemar Velázquez, funcionarios del Parque Nacional Natural Tatamá, así como de Jhon Jairo Gómez Pulgarín, funcionario de la alcaldía de El Águila y de otro habitante de la zona, sin cuyo apoyo en campo no hubiera sido posible el acceso a la parte alta de la cuenca, ni la consecución de los objetivos trazados.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

1.1 LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO

El sector visitado se ubica en la cuenca alta-media del río Cañaveral, el cual nace cerca de la divisoria de aguas de la Cordillera Occidental de Colombia, en el departamento de Chocó (municipio de San José del Palmar). Este río drena sus aguas hacia el suroriente, sirviendo de límite entre los departamentos de Risaralda (municipio de La Celia) y Valle del Cauca (municipio de El Águila, corregimiento de Villanueva) (Figura 1). La Vía acceso principal desde Pereira se encuentra pavimentada, pasando por las poblaciones de La Virginia y Balboa, hasta llegar a La Celia, en un tramo de 68 km. Desde esta última población se toma un carreteable de 20 km, hacia el occidente hasta llegar a la población de Villanueva, corregimiento del municipio de El Águila, cuyas coordenadas planas con origen Bogotá son X=1.041.401 y Y=1.115.247.

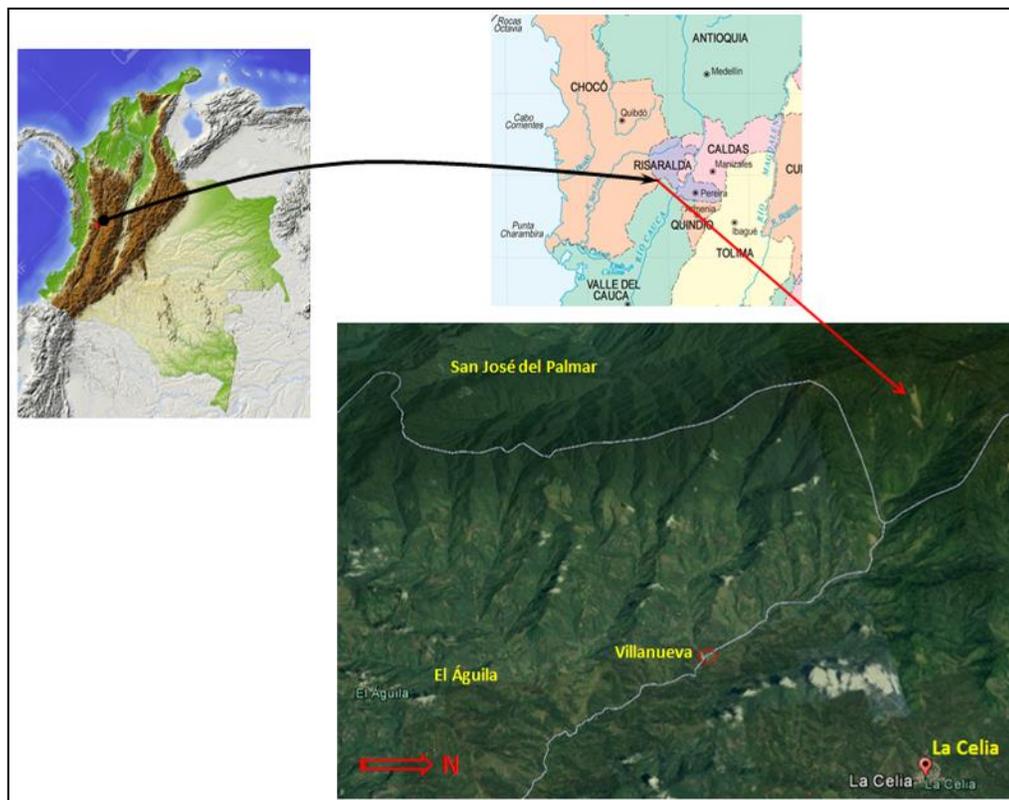


Figura 1. Localización geográfica del área visitada entre los municipios de San José del Palmar, El Águila y La Celia, en los departamentos de Chocó, Valle del Cauca y Risaralda, respectivamente.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN

El referente geográfico que es la población de Villanueva, se encuentra ubicada a una altura aproximada de 1300 metros sobre el nivel del mar, a orillas del río Cañaveral, bordeada por una zona montañosa con laderas de pendiente moderada a escarpada. Presenta un clima húmedo, con temperatura promedio de 18°C, siendo menor a media que se sube hacia la cordillera. Según datos del municipio El Águila, la precipitación media anual de dicho municipio es de 2000 mm/ año con una distribución de lluvias bimodal, es decir con dos estaciones lluviosas, una en los meses de abril y mayo y la otra en octubre y noviembre; y dos estaciones secas en el resto del año. En el municipio la pluviosidad está altamente influenciada por las masas de aire que ascienden del Valle del Cauca a través de los valles de los ríos Cañaveral y Catarina y por la acción de los vientos húmedos del pacífico, que al encontrarse con el aire más cálido del Valle geográfico del Río Cauca, producen precipitaciones en toda la región. (www.elaguila-valle.gov.co)

Existen zonas cubiertas con selva sub andina hacia la parte alta de la cuenca del río Cañaveral, que se extiende desde los 2100 m de altitud hasta los 3900 m, variando a vegetación de páramo. En la parte media - baja, el principal cultivo es el café, plátano, yuca, mora, lulo y granadilla. Debido a los procesos de deforestación, pastoreo y cultivos en alta pendiente, estos terrenos son propensos a movimientos en masa.

1.3 ANTECEDENTES

Estudios anteriores realizados en el área en el tema de geología, se han centrado específicamente en cartografía Geológica y atención de emergencias. Se destacan los siguientes:

- El INGEOMINAS (1999) realizó estudios de cartografía geológica regional, a escala 1:100.000, en la Plancha 204 – Pueblo Rico, cuya memoria explicativa describe de manera detallada las formaciones geológicas aflorantes en la zona, así como la deformación y las fallas geológicas que atraviesan la región.
- Después de la ocurrencia de una Avenida Torrencial el 9 de Enero de 2004, se realizaron varias visitas de emergencia, en febrero, septiembre y octubre del mismo año, por parte de la CARDER y del Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres de Risaralda, para evaluar los daños en viviendas y vías de la vereda Chorritos. En el informe de octubre de 2004, la CARDER propone algunas recomendaciones, entre ellas, la más importante, declarar viviendas en alto riesgo e iniciar acciones de reubicación para 22 de estas.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

2 GEOMORFOLOGIA

La cuenca alta del río Cañaveral, en el sector que corresponde al departamento del Chocó, se encuentra localizada sobre el flanco oriental de la Cordillera Occidental, vierte sus aguas al río Cauca e incluye un sector del Parque Natural Tatamá. Presenta una morfología de origen estructural plegada y elevada, que conforma Sierras cuyas cimas tienen dirección NS a NW; son de carácter agreste, con laderas muy empinadas, casi inaccesibles y selváticas, con valles en forma de V, estrechos y profundos, que le dan alta torrencialidad a las quebradas que nacen en el sector ya que, además, presentan, una inclinación longitudinal pronunciada.

Hacia la parte media, en los departamentos de Risaralda y Valle del Cauca, la morfología, aunque sigue siendo montañosa, es de menor altitud y más suavizada, encontrándose lomos alargados en dirección NW formando ganchos que tuercen hacia el Sur, indicando posiblemente una falla de rumbo dextral, que controla el cauce del río Cañaveral en un tramo (Figura 2). En esta zona, el río se amplía formando un valle fluvio torrencial que alcanza hasta 200 m de ancho, en algunos sectores.

De otra parte, las rocas expuestas en la superficie del terreno han perdido su resistencia por los cambios climáticos y se han ido desfragmentando con ayuda de los esfuerzos tectónicos que trituran las rocas, facilitando el proceso de transporte y depositación de material sobre las laderas, desarrollando Coluviones y depósitos de Talus, en los cambios de pendiente.

Otras geoformas erosivas son los Conos de Deyección que se desarrollan por arrastre y acumulación de sedimentos a la salida de pequeñas corrientes de agua, hacia zonas de menor pendiente, en su mayoría formados después de eventos torrenciales.

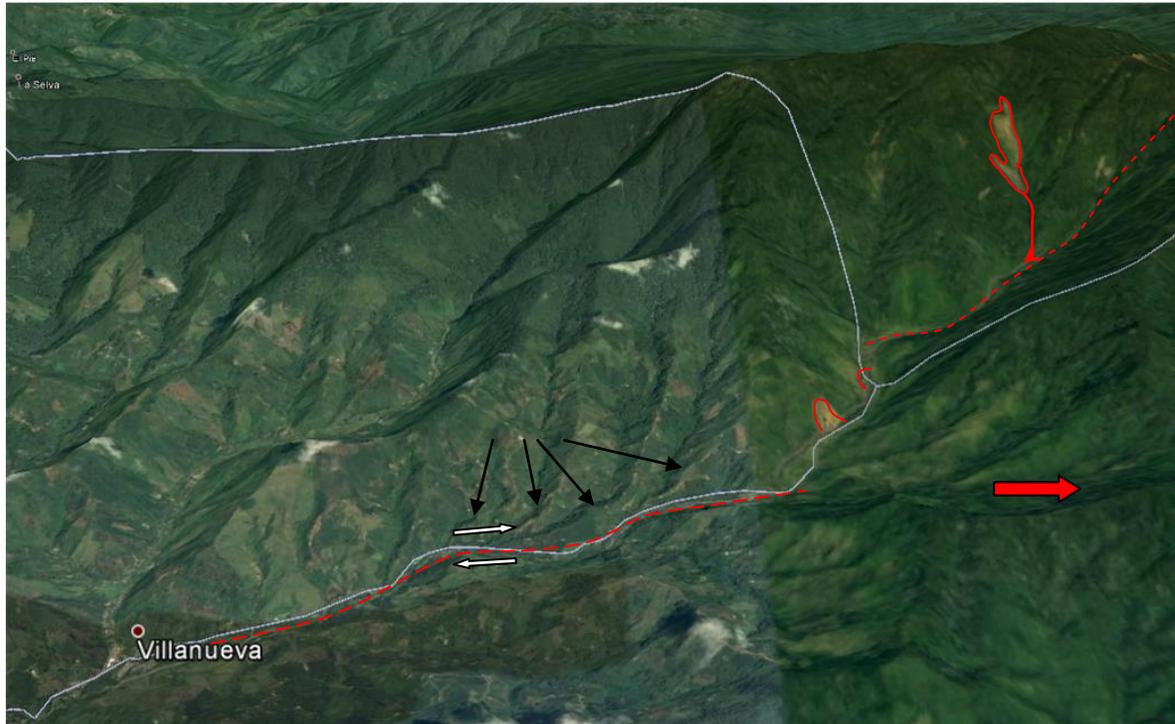


Figura 2. Geomorfología montañosa de la cuenca alta del río Cañaveral, con la localización de los deslizamientos visitados. Obsérvese la presencia de ganchos de falla y el alineamiento del río en el sector de Villanueva. Las líneas en blanco corresponden al límite departamental y las rojas a trazos de falla. Imagen tomada de Google Earth.

3 GEOLOGIA

La zona visitada se ubica hacia el extremo sur oriental del mapa geológico de la Plancha 204 – Pueblo Rico, elaborado por el INGEOMINAS (1999, Figura 3). En la mayor parte del área se observa el mismo tipo de litología, correspondiente a rocas sedimentarias de edad Cretácica **del Grupo Cañas Gordas, Formación Penderisco, Miembro Urrao (KSu)**. Sin embargo, al sur, en inmediaciones de la población de Villanueva, se observa una faja de rocas del miembro Nutibara (Ksn) que afloran a la entrada de la población y en el fondo del río.

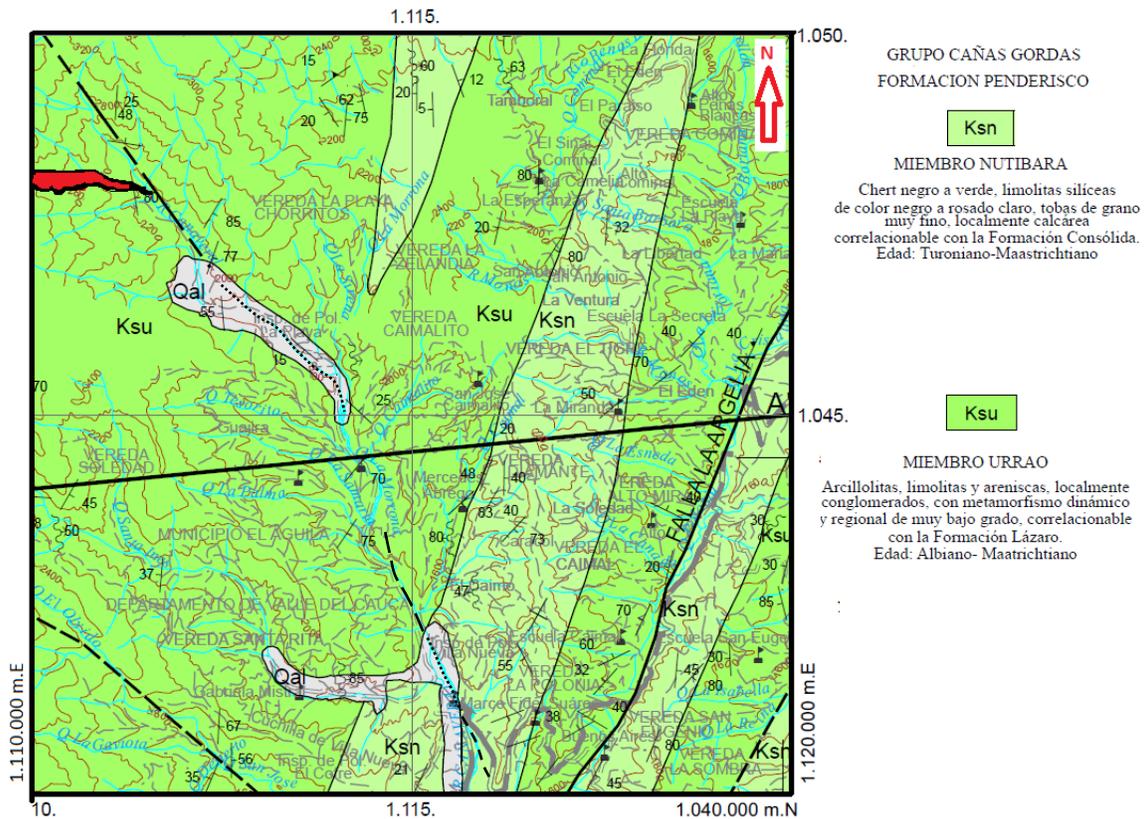


Figura 3. Mapa Geológico Regional de la cuenca del río Cañaverál (En color rojo se muestra el principal deslizamiento visitado. Las líneas a trazos indican fallas geológicas). (Modificado de la Plancha 204- Pueblo Rico, escala 1:100.000, INGEOMINAS, 1999).

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaverál, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

En general esta formación se dispone en capas de roca bien estratificadas conservando un rumbo N20-40°E, con tendencia principal de buzamiento al SE, desde 20° hasta 73° y en ocasiones verticales y plegadas por efecto de fallas geológicas. A continuación se describen brevemente los miembros que componen esta Formación.

3.1 GRUPO CAÑAS GORDAS

Este Grupo está conformado por las formaciones Barroso y Penderisco, descritas por Álvarez (1983, en INGEOMINAS, 1999), en los departamentos de Antioquia y Choco. En la cuenca del río Cañaveral sólo aflora la **Formación Penderisco** que se compone de rocas sedimentarias bien estratificadas y ha sido subdividida en dos Miembros: Urrao (Ksu) y Nutibara (Ksn).

3.1.1 Formación Penderisco - Miembro Urrao (Ksu)

Se compone de intercalaciones de capas de limolitas, areniscas y esporádicamente de conglomerados. Se encuentra bien expuesta en afloramientos frescos en el valle del río Cañaveral, donde la roca es muy compacta y bien estratificada (Figura 4).

Las **limolitas** son laminadas, silíceas, muy compactas, de color gris oscuro a negro, en ocasiones con algo de sedosidad, posiblemente por efectos de metamorfismo dinámico, asociado a deformación de las rocas y metamorfismo. Se presentan en capas planas paralelas a onduladas de 5 a 20 cm de espesor, normalmente inclinadas hacia el oriente pero también plegadas y verticalizadas por efecto de una falla que se ubica a lo largo del río Cañaveral.

En afloramientos fuera de las quebradas, estas rocas se encuentran alteradas y decoloradas, con colores gris medio a claro, siendo menos resistentes y se parten con facilidad a lo largo de la laminación (Figura 5).

Las **areniscas** son de grano fino, cuarzosas, a veces líticas, con cemento silíceo, de color gris oscuro a azulado, muy compactas y masivas, en capas delgadas a medias de 5 a 30 cm de espesor, con estratificación plano paralela a ondulada.

Estas rocas en general desarrollan suelos residuales de color amarillento a marrón, matriz soportado, de poco espesor y corresponde a los horizontes que se deslizan en la parte alta de la cuenca, cuando la pendiente aumenta y se saturan por la humedad en épocas de lluvia, ayudados por las actividades agrícolas.



Figura 4. Capas de arenisca de color gris oscuro, en capas delgadas, con intercalaciones de limolitas laminadas, en el cauce del río Cañaveral, punto 11 de la figura 6.



Figura 5. Capas de limolita del Miembro Urrao, alteradas gradando de color gris oscuro a gris amarillento y crema. Foto tomada en una pequeña cantera sobre el borde de la vía al sur del punto 11 de la figura 6.

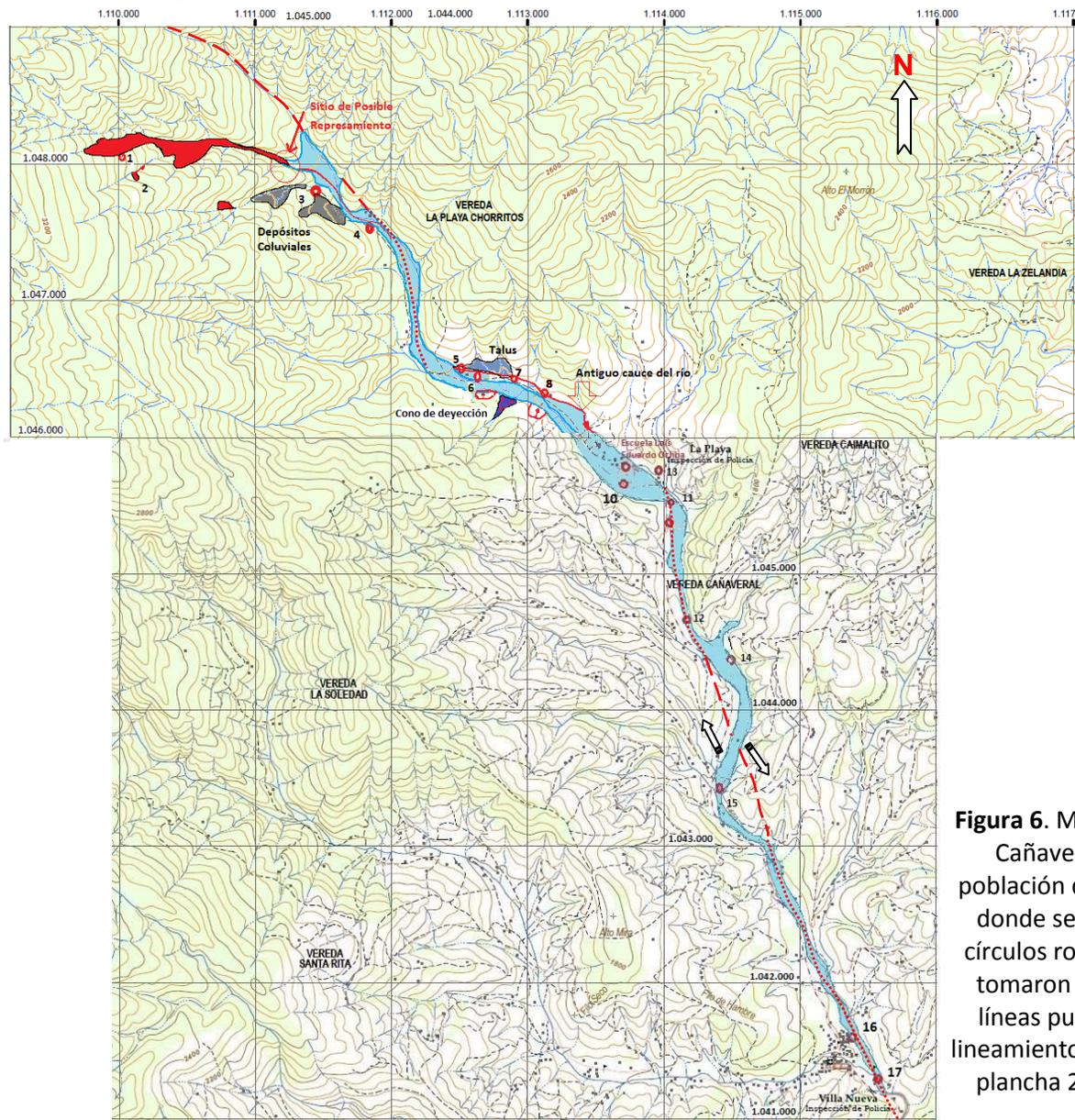


Figura 6. Mapa Topográfico de la cuenca del río Cañaverál, desde su nacimiento hasta la población de Villanueva. En color rojo los sitios donde se presentan los deslizamientos y en círculos rojos, los puntos de control donde se tomaron datos de campo (ver Anexo 1). Las líneas punteadas y a trazos corresponden a lineamientos de fallas geológicas. Tomado de la plancha 204-IV-D, escala 1:25.000 del IGAC.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaverál, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

Los **Conglomerados** no fueron observados en ningún afloramiento en la zona visitada, pero se encuentran esporádicamente como rodados en los depósitos del río Cañaveral. Estas rocas son polimícticas, es decir presentan granos de variada composición (incluyen guijos de cuarzo, líticos de chert negro, limolita gris oscura, granodiorita, cuarzo diorita y diabasas, entre otros), con formas angulosas a sub redondeadas, de 2 mm a 1 cm de diámetro. Se encuentran bien compactados, pero mal seleccionados, con matriz arenosa y cemento silíceo.

El origen de este Miembro según INGEOMINAS (1999) se asocia con sedimentos de origen marino, detrítico, originados por corrientes de turbidez en una pendiente continental, depositados en el Cretácico (Campaniano – Maastrichtiano, 83 a 72 millones de años).

3.1.2 Formación Penderisco - Miembro Nutibara (Ksn)

Este Miembro aflora desde el corregimiento de Villanueva hacia la Vereda El Diamante, en forma de franjas alargadas con dirección SW-NE. Se compone principalmente de chert negro a gris verdoso, con costras de óxidos de Fe y Mn así como venillas en enrejado de cuarzo y calcita. Según INGEOMINAS (1999), estas rocas se encuentran en capas delgadas a medias, plegadas, de 5 a 20 cm de espesor, con algunas intercalaciones de capas lenticulares de caliza micrítica, de color gris claro, y capas muy finas de material tobáceo. También se observan capas de limolitas silíceas de color gris oscuro a negro, con clastos de cuarzo y pirita.

A partir de correlación de las capas de este Miembro con unidades similares en otras áreas, se considera que tienen una edad del cretácico tardío (INGEOMINAS, 1999).

3.2 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Corresponden a depósitos inconsolidados recientes que se clasifican de acuerdo con el medio de transporte que los ha movilizado. Algunos materiales son transportados a lo largo de las laderas, con ayuda de la gravedad como fuerza direccional selectiva y del agua, acumulándose en los cambios de pendiente, originando depósitos coluviales, muchos de los cuales se derivan de antiguos deslizamientos. Otros, en ocasiones son producto de acumulación de detritos por gravedad originando depósitos de Talus. Cuando el agua se concentra a lo largo de canales de los ríos y quebradas, es capaz de transportar grandes volúmenes de material y lo deposita, en sus márgenes o en el fondo de sus valles, formando terrazas y conos de deyección entre otros. En general estos materiales son de carácter granular heterogéneo, inconsolidados, compuestos de fragmentos de rocas sedimentarias, minerales de cuarzo, así como de restos troncos y

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

materia orgánica. A continuación se hace una breve descripción de los depósitos cuaternarios.

3.2.1 Depósitos Fluviotorrenciales

Son depósitos sueltos, inconsolidados, de material reciente, compuestos de rocas sedimentarias principalmente de limolitas silíceas y areniscas gris oscuras compactas, acumuladas sobre el valle del río Cañaveral, por eventos fluvio torrenciales (Figura 7).



Figura 7. Depósitos fluvio torrenciales del río Cañaveral en su parte alta, compuestos por cantos y bloques de limolitas y areniscas, sueltos, dentro de una matriz arcillosa de color gris oscuro. En el depósito también se observan troncos de árboles. El espesor máximo encontrado para estos depósitos es de aproximadamente 7 m. Foto tomada hacia aguas abajo del punto 4, de la figura 6.

Estos depósitos son clasto soportados y están conformados por cantos y bloques de formas tabulares, angulares y sub angulares, con tamaños, desde 2 cm hasta 3 m de diámetro. Presentan escasa matriz, de composición areno arcillosa, de color gris oscuro. En la parte alta de la cuenca se pueden diferenciar niveles de terraza que permiten medir al menos tres eventos torrenciales que ha habido en esta cuenca. En la parte baja de la cuenca es difícil diferenciar niveles ya que los materiales se encuentran dispuestos en forma caótica, presentan una composición y color bastante homogéneo

y además, en muchos sitios ya han sido modificados para hacer obras de control de cauce.

Estos depósitos se distribuyen a lo largo del perfil longitudinal del río, con gradientes de 10° a 12° en la parte alta del río, hasta 6° a 9° en la parte baja, cerca del caserío de Villanueva.

Se incluyen en este grupo de depósitos aluviales, los **Conos de Deyección**, que se forman en la desembocadura de algunas quebradas, que depositan material en forma de cono, sobre el valle del río Cañaveral. Un ejemplo de este tipo de depósitos se observa hacia la parte alta de la cuenca, un kilómetro al NW de la Escuela Luis Eduardo Ochoa, cuya composición y grado de compactación es similar a los depósitos fluvio torrenciales descritos anteriormente (Figura 8).



Figura 8. Cono de deyección desarrollado a partir de depositación de material suelto, proveniente de una pequeña quebrada que desemboca en el valle del río Cañaveral. Obsérvese que el río ha erosionado el cono formado un escarpe producto de la disección lateral de uno de sus brazos.

3.2.2 Depósitos coluviales

Corresponden a depósitos de ladera provenientes de movimientos en masa activados por lluvias que saturan los suelos y se mueven ayudados por la gravedad. Los coluviones son depósitos heterogéneos, sueltos, que se caracterizan por presentar

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

fragmentos con bloques angulares, de limolitas y areniscas, compactas, a veces alteradas, de color gris oscuro a negro, en matriz arcillosa (Figura 9).

Cuando estos depósitos corresponden a movimientos en masa antiguos, ya estabilizados, los cantos y bloques se presentan alterados y son matriz soportados; mientras que en los deslizamientos activos sus depósitos son clasto soportados, y sus cantos y bloques son frescos y resistentes.



Figura 9. Depósito Coluvial en la corona de un deslizamiento traslacional de detritos, clasto soportado, conformado por cantos y algunos bloques angulares de limolitas y areniscas de color gris oscuro. En el sitio, la roca se encuentra cizallada (punto 2 de la figura 6).

3.2.3 Depósitos de talus

Son depósitos producidos por desplomes de rocas muy fracturadas, desde la parte alta de las laderas, que se acumulan en la base, donde cambia la pendiente. Estos depósitos

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

abarcen franjas angostas y alargadas que se extienden a lo largo del borde del valle del río Cañaveral (Punto 5 de la figura 6).

Los depósitos de talus son clasto soportados y están constituidos por bloques y cantos de areniscas y limolitas, en una matriz areno arcillosa, de color gris oscuro. En general la consistencia de estos suelos es baja a moderada y pueden ser socavados fácilmente por la acción erosiva del río.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Estructuralmente el río Cañaveral está afectado por dos trazos de falla de dirección NW que alinean el cauce en varios tramos. Las evidencias de esta falla se observan a ambos lados del valle donde las rocas se encuentran plegadas, verticalizadas y en algunos puntos, completamente cizalladas. Rasgos morfológicos como lomos deformados en forma de espolón y de ganchos sugieren componentes de rumbo dextral para esta falla (ver figuras 2 y 6).

4 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Con el objetivo de comprobar la magnitud de los movimientos en masa y analizar a lo largo del cauce, la posibilidad de afectación de personas e infraestructura, por posibles avenidas torrenciales, se realizó un recorrido a lo largo de la cuenca del río Cañaveral, desde la parte alta donde se presenta un deslizamiento de grandes proporciones, hasta la población de Villanueva (perteneciente al municipio de El Águila) distante aproximadamente 11 km aguas abajo. Los sitios visitados durante el recorrido de campo se muestran en la figura 6 y como soporte en el Anexo 1, se listan las coordenadas de cada sitio y se hace una breve descripción de los aspectos geológicos encontrados.

Para la evaluación de la morfodinámica y torrencialidad de la cuenca, se analizaron las características de los movimientos en masa activos (tipo de movimiento, volúmenes desplazados, distancia al valle y sitios de posible represamiento) y se integró, de una manera cualitativa con los procesos fluvio torrenciales que se dan en el fondo del valle y de cómo ha sido modificada la dinámica del transporte de sedimentos por la actividad humana.

4.1 DISTRIBUCION DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA (MM)

La presencia de MM se relaciona con la dinámica de deformación y fallamiento de la cuenca, tipos de roca y de suelos presentes, la pendiente del terreno, la inclinación y orientación de las capas de roca y discontinuidades, con respecto a la posición de las laderas, entre otros factores.

Desde el punto de vista geológico, los materiales encontrados en el 95% de la cuenca, corresponden principalmente a la denominada Formación Penderisco, Miembro Urrao, compuesto por rocas sedimentarias de tipo limolitas, de color gris oscuro a negro, intercaladas con areniscas de grano fino, compactas, cuyas capas se inclinan entre 30° y 40° preferencialmente hacia el oriente, formando laderas estructurales o cuestas susceptibles a ser afectadas por procesos erosivos y de remoción en masa. Por lo tanto

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

la susceptibilidad a la generación de MM es mucho mayor en la parte occidental de la cuenca como se evidenció durante la visita, ya que la mayoría de los problemas de inestabilidad, erosión y movimientos en masa se concentran en dicha zona. A continuación se describen los MM encontrados.

4.1.1 Deslizamiento de San José del Palmar-Chocó

En la parte alta de la cuenca, cerca eje de la cordillera se observó un MM que se clasificó como un **Deslizamiento Traslacional de detritos retrogresivo**, el cual se encuentra activo desde el 2004, según comunicación de los habitantes de la zona, aunque no hay una fecha exacta del año en que se detonó el movimiento (puntos 1 y 2, figura 6).

El material que conforma el deslizamiento se compone principalmente de detritos de limolitas, de manera parecida a un depósito de derrubios, con cantos de tamaño promedio de 10 cm, provenientes del desprendimiento de roca triturada de la corona. Igualmente se observan bloques de hasta 2 m de diámetro, de areniscas, de formas sub angulares y tabulares, que provienen del desprendimiento masas de roca poco fracturadas, de sectores topográficamente más elevados y adyacentes al deslizamiento (Figura 10).

Las dimensiones de este deslizamiento abarcan aproximadamente un ancho de 180 m, 1000 m de largo y un espesor variable entre 5 y 20 m. El volumen estimado de material que se ha desplazado es de **2.160.000 m³**, aunque todavía queda un volumen importante por desprenderse. En el sitio se observa un plano de estratificación sobre el que descansa una masa de material Coluvial de 40 m de ancho, 250 m de largo y 20 m de espesor, dando un volumen de **200.000 m³**, el cual se encuentra en estado de equilibrio crítico ya que la pendiente del terreno es alta (36°) y la humedad presente en la zona es alta (Figura 10).

Hacia la pata del deslizamiento el material se canaliza formando un encañonamiento o embudo, por donde se distribuye el material a lo largo de la quebrada que nace en el sector, en un tramo de 800 m, comportándose como un **flujo de detritos** (Figura 11). El perfil longitudinal de la ladera tiene una inclinación variable entre 30° y 40° , hasta llegar al río Cañaverál, donde se forma una garganta en la que se han presentado presamientos en años anteriores.



Figura 10. Panorámica de la corona de deslizamiento. En primer plano se observa un depósito de derrubios y en el centro (bordeado por una línea amarilla), una masa de coluvión en condiciones muy inestables, sobre un plano de estratificación de 36° de inclinación.



Figura 11. Flujo de detritos canalizado proveniente de la pata del deslizamiento. La quebrada se encañona hasta llegar al río Cañaverál, formando una garganta donde han ocurrido represamientos.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaverál, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

Las causas de este deslizamiento se deben a las condiciones geológicas, propias del terreno, entre las que se destacan, el alto grado de fracturamiento de las rocas, posiblemente por efecto de una falla a lo largo de la quebrada. Otro factor incluye, la posición de las capas de roca, que son paralelas a la ladera y de alta pendiente; la morfología escarpada del área; las condiciones hidrometeorológicas y la actividad sísmica proveniente de la zona del pacífico, asociada a la tectónica de placas.

Esta es una zona boscosa y con vegetación nativa, no intervenida, donde no se encuentran viviendas en los alrededores.

4.1.2 Deslizamientos del Norte de Villanueva-Valle del Cauca

Se observaron dos deslizamientos sobre la margen derecha del río Cañaveral.

1. Deslizamiento rotacional. Sobre la margen derecha del río Cañaveral, localizado en el punto 6 de la figura 6, se presenta un deslizamiento rotacional de detritos de pequeñas dimensiones, el cual involucra suelo residual y roca intensamente fracturada. El plano de falla está definido por el contacto entre la superficie natural del talud de roca inalterada y el saprolito (suelo y roca alterada). Las dimensiones aproximadas del movimiento en masa (MM) son: 30 m de alto, 50 m de ancho y un espesor entre los 2 y 8 metros (Figura 12). Estas dimensiones dan un volumen de material de aproximadamente 7500 m³.

Este MM se encuentra activo, es regresivo y tiene alta probabilidad de continuar desprendiendo material, ya que se encuentra en una zona de falla, por lo cual la roca se encuentra altamente fracturada, la pendiente de la ladera es alta y en la corona hay fuerte intervención antrópica (deforestación).

El material deslizado cae continuamente al río, por lo cual ha cambiado su cauce y se recuesta ahora sobre su margen izquierda, causando erosión lateral y amenaza con recapturar un antiguo cauce que puede causar daños en viviendas localizadas en los alrededores.



Figura 12. Deslizamiento rotacional de detritos y suelo residual ubicado sobre la margen derecha del río Cañaverál.

2. Deslizamiento Traslacional. Doscientos metros hacia aguas abajo del deslizamiento anterior (punto 7 de la figura 6), se encuentra un **deslizamiento traslacional de detritos** de carácter superficial, el cual se movió a lo largo de una superficie plana con inclinación aproximada de 40°. El plano de falla está definido por el contacto entre el suelo residual y la roca alterada. Las dimensiones aproximadas son: 70 m de ancho, 50 m de longitud y un espesor entre los 2 y 3 metros. Estas dimensiones dan un volumen de material de aproximadamente 7000 m³, el cual cae continuamente al río por efectos de la erosión que se da en forma de surcos y cárcavas.

Este MM es de carácter retrogresivo y tiene alta probabilidad de continuar desprendiendo material, que se va acumulando en el borde del río y contribuye a que éste cambie su curso, hacia su margen izquierda, aumentando la amenaza para la comunidad ubicada aguas abajo.

Aunque las causas que iniciaron este MM, y el descrito en el numeral anterior, son principalmente naturales (rocas intensamente fracturadas, inclinación de las capas en el mismo sentido de la pendiente y suelos residuales, entre otras), pudo haber sido detonado por lluvias, deforestación y la actividad agrícola que se presenta en estas laderas de alta pendiente (Figura 13).

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaverál, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)



Figura 13. Deslizamiento superficial de detritos y suelo residual acompañado por procesos de erosión en forma de surcos y cárcavas, que forman pequeños conos de detritos en la margen derecha del río Cañaverál.

4.2 TORRENCIALIDAD Y APRECIACION DEL RIESGO

Una avenida torrencial consiste de una creciente de un río con volúmenes excepcionales de detritos y agua, acompañados de troncos de árboles y material vegetal, que se produce por causas volcánicas, sísmicas, hidrometeorológicas o gravitacionales. El análisis de los MM en masa en las laderas del río Cañaverál elimina las causas sísmicas ya que sólo existe un MM importante que aporte gran cantidad de material y la fecha de activación, no está relacionada con sismos importantes. Las causas volcánicas tampoco son consideradas ya que no hay presencia de éstos en la zona. Sólo quedan las causas gravitacionales asociadas a lluvias torrenciales que transportan grandes volúmenes de material, bloqueando cauces, con posterior destaponamiento, causando flujos torrenciales súbitos.

En el recorrido a lo largo del cauce del río se encontraron al menos tres niveles de material depositado por avenidas torrenciales, que representan eventos importantes con

características similares en cuanto a volumen de material desplazado y diámetro de los cantos y bloques que conforman cada nivel (Figura 14).



Figura 14. Niveles de material depositado por avenidas torrenciales en el cauce del río Cañaveral. Obsérvese la homogeneidad en el espesor de los niveles (2 m cada nivel aproximadamente) y en la distribución y tamaño de los materiales. Foto tomada hacia aguas arriba del punto 4 de la figura 6.

Todos los cantos y bloques observados son aproximadamente de la misma composición (limolitas y areniscas de grano fino y muy esporádicamente conglomerados), se encuentran inalteradas a ligeramente meteorizadas y no presentan en su superficie líquenes, lo cual indica eventos muy recientes. Sólo se observa el crecimiento incipiente de maleza.

De otra parte, se observaron pequeños niveles de sobre lavado que solo dejan material arcilloso, en las márgenes del cauce actual, que representan aumentos en el nivel de agua por lluvias pero no avenidas torrenciales.

A lo largo del cauce se realizó un recorrido para identificar los sitios críticos, donde se realizaron cortes transversales esquemáticos con los espesores aproximados de los depósitos dejados por el río y el ancho del fondo del valle, cuyo puntos aparecen relacionados en segmentos del mapa topográfico de la zona, a escala 1:25.000 (figuras 6, 15, 19 y 23). Sin embargo los datos tomados hacia la parte baja no son confiables, ya que en la mayoría de los sitios, los depósitos del valle ya han sido modificados por obras como jarillones o diques, que han modificado la dinámica, y es casi imposible diferenciar los niveles dejados por el río. A continuación se describen los aspectos observados en diferentes sectores:

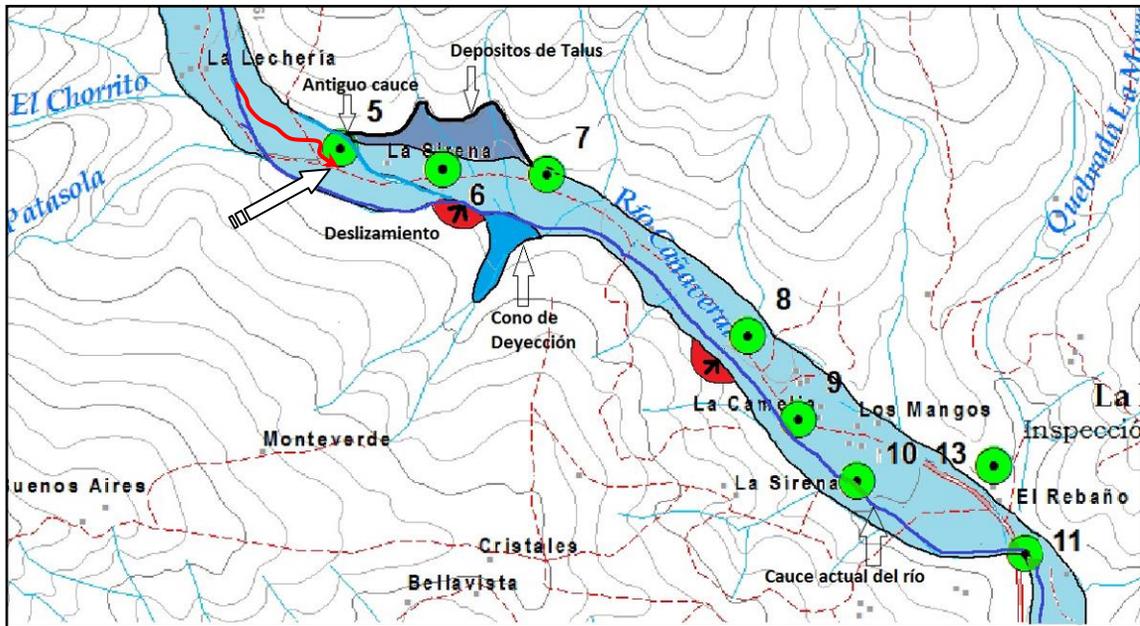


Figura 15. Localización de puntos de toma de datos geológicos y puntos críticos en la vereda La Playa-Chorritos. Obsérvese el valle fluviotorrencial con su cauce actual, la zona de socavación y su antiguo cauce.

4.2.1 La Lechería - La Sirena

En este sitio (punto 5 en la figura 15), el fondo del valle tiene aproximadamente 100 m de ancho y el río está socavando su margen izquierda, donde la terraza que deja el depósito torrencial, sólo tiene 1 m, como altura máxima (Figura 16). Esto indica que en el sitio, la cantidad de aporte de sedimentos provenientes de la zona montañosa ha sido importante

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

y ha sobrepasado la capacidad de arrastre del río, con la consecuente elevación del cauce, situación que es, en parte responsable, de que el río empiece a divagar, buscando otro cauce más estable. En el sitio se observa un antiguo cauce bien definido que coincide con el sitio donde la terraza es más delgada y donde el río está socavando de una manera directa, con lo cual se presume que en corto tiempo el río capture éste antiguo curso.

Si lo anterior se produce, hacia aguas abajo se ubican una serie de viviendas (puntos 6 a 10, en la figura 15), incluida la finca Los Mangos y la Escuela Luis Eduardo Ochoa, entre otros, que podrían ser afectadas por inundación y sedimentos.



Figura 16. Sitio donde el río socava lateralmente hacia su borde de terraza de muy baja altura amenazando con capturar un antiguo cauce. Foto tomada hacia aguas arriba desde el punto 5 de la figura 15.

4.2.2 La Sirena - Escuela Luis Eduardo Ochoa

En este sitio (punto 10 de la figura 15), el fondo del valle tiene su máximo ancho, siendo aproximadamente de 200 m. Por la mitad de la zona pasa la vía de acceso desde Villanueva, pasando por la Escuela, hasta llegar al sitio La Lechería, en la parte alta. Tanto la escuela como las viviendas y la vía se encuentran localizadas sobre antiguas barras del

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

río formando una zona de 140 m de ancho, elevada a 6 m de altura con respecto al nivel medio del cauce del río. Sobre la planicie de inundación del río, de aproximadamente 60 m de ancho, se ubican restos de un puente colapsado por donde transitan niños diariamente hacia la Escuela (Figura 17).

Toda esta zona quedaría expuesta a alto riesgo si se produce la captura del cauce antiguo aguas arriba, como se mencionó en el punto anterior, produciéndose divagación e inundación y sedimentación en la Escuela y sus alrededores.



Figura 17. Valle fluviotorrencial del río Cañaverál en los alrededores de la Escuela Luis Eduardo Ochoa. Foto tomada hacia el occidente.

4.2.3 El Rebaño

En este sitio (punto 11 en la figura 15), se produce un cambio brusco en la dirección del río variando de sentido desde el oriente hacia el sur, formando un codo de 90°, además de un angostamiento del fondo del valle, reduciéndose a 60 m de ancho. Este cambio se produce porque el río choca contra un lomo de falla, donde las rocas son muy resistentes

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaverál, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

a la erosión y lo obligan a cambiar de dirección. En el lugar se ubica un puente de 4 m de luz desde el nivel del agua y 20 m de longitud (Figura 18).



Figura 18. Sitio de angostamiento del valle aluvial y de cambio en la dirección de la corriente del oriente hacia el sur, producida por un lomo de falla.

En este sector ya se han realizado obras como un jarillón de 3 m de altura y 50 m de largo, para encausar el río y proteger algunas viviendas, que se ubican sobre la margen izquierda. Sin embargo por la capacidad de arrastre del río, estas obras no brindan suficiente protección a las viviendas y pueden ser fácilmente destruidas durante un episodio torrencial.

Este sitio es importante desde el punto de vista de las *Alertas Tempranas* ya que a partir de ahí la morfología cambia, de vertientes montañosas altas, que es donde se producen los MM que alimentan las avenidas torrenciales, a una morfología moderada, por donde éstas transitan. Desde un sitio ubicado en el punto 13 (Figura 15), en la casa del señor Juan Pablo Agudelo, se puede observar el tránsito de éstas avenidas y proceder a dar aviso a las autoridades para evacuar, especialmente los habitantes del barrio Castañeda, (donde hay más de 60 viviendas en alto riesgo), ubicado aguas abajo, a 4,5 km aproximadamente de este sitio.



Figura 20. Jarillón de 4 m de altura destruido parcialmente por la acción del agua. El cauce actual tiene 4 m de ancho y alta capacidad de arrastre de materiales.

4.2.5 La Playa

En este sitio (punto 14 en la figura 19), el río socava su margen derecha acompañado de alta sedimentación, por lo cual el cauce se encuentra colmatado y a menos de 2 m de altura de la superficie de inundación. En el lugar existe un puente de 12 m de largo y 4 m de luz con respecto al nivel medio del agua, el cual comunica con la vereda Caimalito Bajo (Figura 21). La causa del problema radica en que el río fue desviado de su curso para construir el puente y la banca de la carretera. Por lo tanto está socavando para retomar su cauce normal. De otra parte, la luz del puente no es suficiente para el tránsito de los sedimentos, en caso de una avenida torrencial, pudiendo generar taponamientos que impiden el libre tránsito de la carga que transporta el río.

Sobre la margen derecha, a menos de 60 m del borde de inundación, se ubican algunas viviendas así como la escuela y la vía, que pueden ser afectados en caso de algún taponamiento del cauce.

De otra parte, la vía que comunica el puente con su margen izquierda, se encuentra totalmente destruida por la acción de socavación del río, incomunicando la vereda

Caimalito. Esta situación al parecer lleva varios meses en este estado, perjudicando el transporte de productos agrícolas entre las veredas cercanas.



Figura 21. Puente que comunica con la vereda Caimalito Bajo. Nótese que el agua ha tomado dos canales y está siendo forzada a pasar por debajo del puente debido a la obstrucción de su cauce por la banca de la vía.

4.2.6 El Jazmín

En este sitio (punto 15 en la figura 19), el ancho del valle es de aproximadamente 70 m. Allí existe un puente que atraviesa el río y comunica con la vereda El Diamante, el cual tiene 10 m de largo y 5 m de luz sobre el nivel medio de las aguas. En el sector se encausó el río mediante la construcción de un jarillón sobre su margen derecha (Figura 22), permitiendo que el cauce vaya más recto. No se observan signos de inestabilidad en el sector.

4.2.7 Barrio Castañeda

En este sitio (punto 16 en la Figura 23), se encuentra asentado el barrio Castañeda, también conocido como barrio Lata. La mayor parte de este barrio se ubica sobre el valle del río el cual tiene un ancho promedio de 75 m aproximadamente y un espesor de sedimentos que no sobrepasa 1 m. En este sector el río está socavando sobre su margen izquierda, pero aproximadamente a 200 m aguas arriba, el nivel de la terraza es Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

tan delgado, que durante cualquier creciente del río, el agua penetra por el sector (Figura 24).



Figura 22. Puente de concreto de 10 m de largo y 5 m de luz, que comunica con la vereda El Diamante. Sobre la margen izquierda se observa parcialmente un jarillón que encausa el agua.

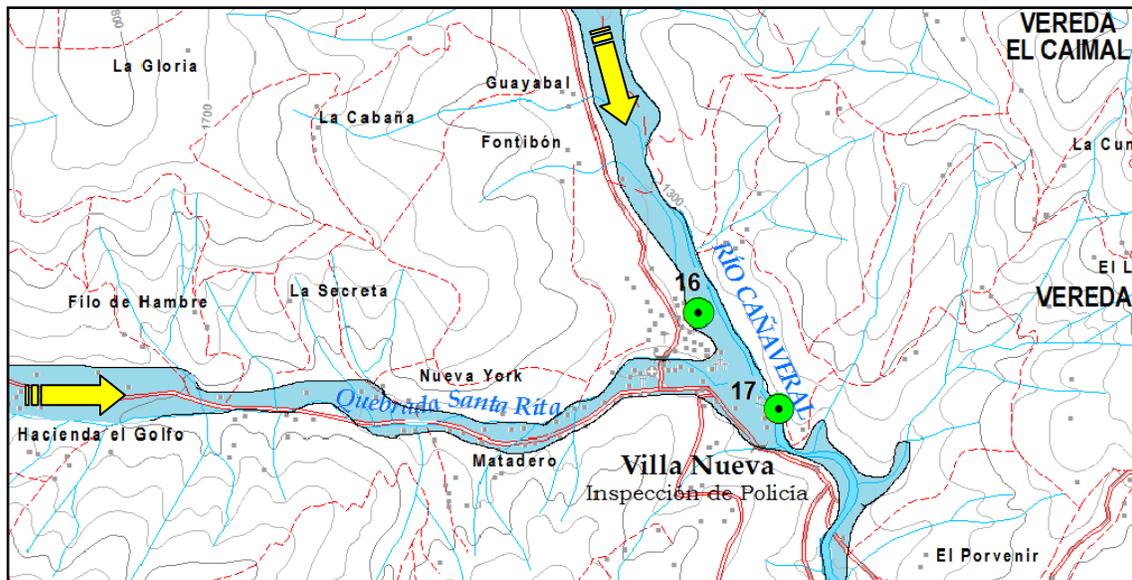


Figura 23. Localización de puntos de toma de datos geológicos y puntos críticos, en la Inspección de Policía de Villanueva.



Figura 24. Valle del río Cañaveral visto hacia aguas arriba del barrio Cañaveral. En el sitio prácticamente no hay nivel de terraza y el agua puede penetrar fácilmente durante una avenida torrencial.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

Según comunicación de los habitantes, el río ha inundado con agua y lodo durante lluvias fuertes, desde dicho sitio, en octubre de 2015 y en mayo de 2016, pero sólo ha afectado las casas ubicadas en el extremo más cercano al cauce.

Este barrio se considera expuesto a riesgo alto ya que se ubican más de 60 viviendas que pueden ser afectadas durante avenidas torrenciales por impactos, acumulación de sedimentos e inundación.

4.2.8 Escuela Marco Fidel Suárez

En el sector se ubica un puente que cruza el río hacia las veredas La Polonia y El Caimal (número 17 en la figura 23). En el sitio, el valle del río se estrecha ya que en su fondo y márgenes, se encuentra la roca intacta formando una garganta que puede facilitar represamientos durante avenidas torrenciales (Figura 25).

Especial atención se debe prestar a la Escuela Marco Fidel Suarez, localizada a 40 m del puente, sobre la margen derecha del río, ya que se encuentra construida sobre antiguos depósitos fluviotorrenciales provenientes de la quebrada Santa Rita, al igual que parte de la zona urbana de Villanueva. En este sector el registro geológico indica que el área fue rellenada por sedimentos provenientes de antiguas avenidas torrenciales que alcanzaron a formar conos de deyección en la zona.



Figura 25. Fondo del cauce del río Cañaveral, bordeado por roca fracturada. Vista desde el puente hacia aguas arriba.

Según comunicación de los habitantes, la quebrada Santa Rita ya ha generado episodios torrenciales que han dejado personas muertas en la zona. Al analizar la morfología de la cuenca se observa que esta tiene una forma estrecha y alargada, con una pendiente longitudinal de 12° en promedio; características que le confieren alta capacidad de arrastre de material, representando alto riesgo para la infraestructura y habitantes localizados sobre su valle y en su desembocadura al río cañaveral, si se llegan a dar deslizamientos que aporten sedimentos al valle (Figura 26).

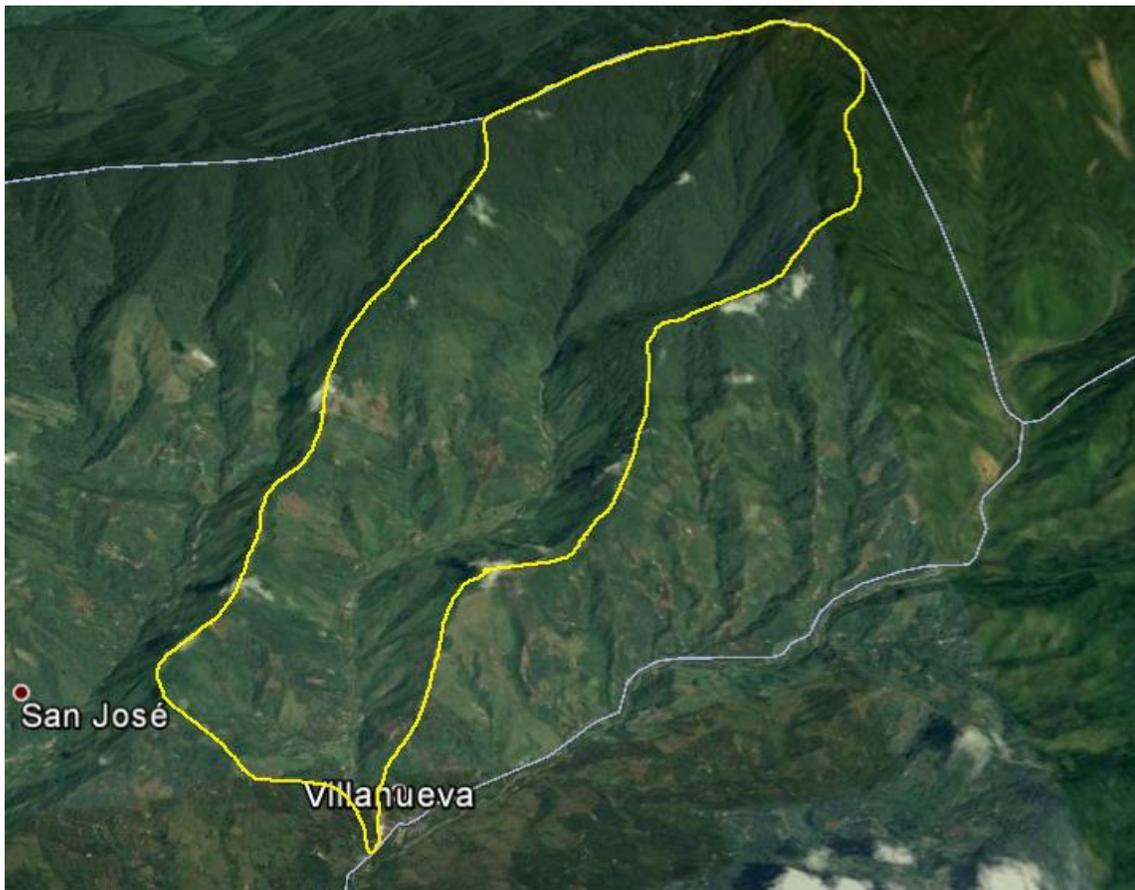


Figura 26. Cuenca de la quebrada Santa Rita en cuya desembocadura se encuentra la población de Villanueva. Esta quebrada tiene gran capacidad de arrastre de sedimentos debido a que la pendiente longitudinal de la quebrada es alta. Imagen tomada de Google Earth.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El área visitada se enmarca geológicamente dentro de rocas de edad Cretácica de la formación Penderisco. Uno de sus miembros, el Nutibara (Ksn), cubre sólo una pequeña porción, en los alrededores de la población de Villanueva; mientras que el Miembro Urrao-Ksu, abarca el 95% del área, y consiste principalmente de limolitas y areniscas de grano fino, silíceas, ambas de color gris oscuro. La disposición de las capas con rumbo NE e inclinación preferente hacia el oriente, genera laderas estructurales que le confieren al terreno inestabilidad, razón por la cual se presentan mayor cantidad de movimientos en masa en las laderas occidentales de la cuenca (margen derecha del río Cañaveral).
2. El valle del río presentan varios tramos muy alineados que coinciden con alto fracturamiento en las rocas, así como cambio en la orientación de las capas y la formación de ganchos (lomos deformados), indicando la presencia de una falla geológica a lo largo del río, con componente de rumbo destral.
3. En la cuenca alta del río, se presenta sobre una ladera estructural, un movimiento en masa traslacional de detritos, que en su parte baja se convierte en un flujo canalizado, que llega hasta una garganta donde se ha represado el río y originado avenidas torrenciales. Este deslizamiento se encuentra activo desde el año 2004 y se estima que el volumen desplazado es de **2.160.000 m³**. Todavía queda un volumen importante por desprenderse de aproximadamente **200.000 m³**, si se tiene en cuenta que éste MM, es retrogresivo y capaz de aportar suficientes sedimentos, como para represar nuevamente el río y originar nuevas avenidas torrenciales. En consecuencia las avenidas torrenciales se van a seguir presentando cuando las condiciones de estabilidad cambien, ya sea por incremento en la cantidad de lluvia que caiga en épocas de invierno en la parte alta, o por un sismo de magnitud fuerte que pueda inducir los movimientos.
4. Existen otros deslizamientos de pequeña magnitud que aportan sedimentos al río, los cuales han dejado pérdidas de terreno en las fincas donde se encuentran. En las coronas de estos deslizamientos existen cultivos o deforestación, por lo cual se requiere discontinuar esta actividad e iniciar un proceso de recuperación mediante reforestación con árboles de poca monta. En general se pudo observar durante la visita, que ha habido deforestación en la parte media-baja de la cuenca, por lo cual se recomienda igualmente, iniciar un programa de reforestación, con árboles que amarren el suelo y lo protejan contra la erosión. Para iniciar este tipo de programa, se puede contar con la

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

coordinación y colaboración de las Corporaciones CARDER y CVC, así como de la UMATA, para la selección de las especies de árboles adecuadas y nativas de la región.

5. La longitud del río desde donde se inician los represamientos es de 8,5 km hasta la población de Villanueva, con un gradiente de 10° a 12° en la parte alta de la cuenca, hasta 6° y 9° en su parte baja. Estas pendientes le dan alta capacidad de arrastre de sedimentos al río, el cual ha ido relleno su valle, produciendo en algunos sectores divagación y erosión en sus márgenes.

6. Con base en el análisis de los perfiles esquemáticos realizados en los diferentes puntos de control, se puede deducir que el río presenta un pequeño desnivel transversal en su valle, por lo que la margen derecha se encuentra a menor altura que la izquierda, condición que influye sustancialmente con las zonas donde el río tiende a recostarse sobre esa margen, produciendo mayor socavación y afectación durante las avenidas torrenciales.

7. Se realizaron algunas transectas en las que se observa que el río tiene hasta 200 m de ancho, especialmente en los alrededores de la Escuela Luis Eduardo Ochoa, y en otros 60 m, como en la población de Villanueva. Se observó que los materiales fluvio-torrenciales que componen el valle, en la parte alta de la cuenca, presentan al menos tres niveles de terraza, cada uno de aproximadamente 2 m de espesor, que indican tres eventos fluvio-torrenciales con características muy similares, originados en épocas recientes. Debido al alcance de la visita, se recomienda modelar en computador, si el ancho del valle tiene suficiente capacidad para distribuir los materiales durante el tránsito de una avenida torrencial y qué tan lejos puede llegar aguas abajo, para analizar y cuantificar mejor, el riesgo al que están expuestos sus habitantes e infraestructura.

8. Las diferentes obras de control (jarillones) que se han realizado, no garantizan la estabilidad de la corriente, ni permiten una protección adecuada de la infraestructura (puentes, vías, viviendas, escuelas) ni de las personas que habitan a lo largo del valle, ya que el río tiene alta capacidad erosiva y de arrastre de material. Por lo tanto todas las construcciones dispersas a lo largo del valle, incluido el barrio Castañeda de la población de Villanueva, se consideran expuestas a alto riesgo ante las avenidas torrenciales.

9. Las administraciones municipales de El Águila (Valle del Cauca) y La Celia (Risaralda), deben iniciar las acciones necesarias en forma conjunta con el apoyo de corporaciones como la CVC y CARDER, para ejercer un mayor control en el manejo de la cuenca, iniciando con programas de socialización de la problemática de las avenidas torrenciales, que permitan a la comunidad conocer la amenaza, vulnerabilidad y riesgo al que están expuestas. En la zona también hay influencia

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

de Parques Nacionales ya que en la parte alta de la cuenca se encuentra el Parque Nacional Natural Tatamá, quienes pueden contribuir con estos aspectos educativos y de conservación.

10. Se debe establecer al menos un Sistema de Alerta Temprana desde la finca del señor Juan Pablo Agudelo, (punto 13 en la figura 15), el cual se deberá apoyar en actividades de monitoreo bien sea instrumental (detectores de flujo) y/o visual. Para ello se deben instalar lámpara de alta potencia sobre el valle, que permitan observar durante la noche los cambios en el nivel del agua, o si ésta sobrepasa el puente, y la cantidad de sedimentos que transporta. Igualmente se debe ubicar un sistema confiable de comunicación con las autoridades locales (bomberos, defensa civil) de la población de Villanueva, para que ellos procedan a dar alarmas con sirenas, en caso de que haya que evacuar las zonas más riesgosas. La idea de estos sistemas es darle herramientas a la comunidad para que se apropie de su condición de riesgo, monitoree sus amenazas y se pueda poner en marcha un protocolo de respuesta ante las avenidas torrenciales.
11. Las personas que viven en las viviendas y/o tienen actividades en las escuelas, que se encuentran a lo largo del valle, deben ser alertadas sobre el riesgo que representan las avenidas torrenciales. Los Grupos de Gestión de Riesgo de los municipios de El Aguila y La Celia, debe realizar un censo con la totalidad de las viviendas y familias que pueden ser afectadas a lo largo del valle del río y pensar en la posibilidad, a corto plazo, de reubicarlas en sitios aledaños fuera de las zonas de amenaza por avenidas torrenciales.
12. Se hace necesario instrumentar la cuenca alta del río Cañaveral y la quebrada Santa Rita, con Pluviógrafos, con el fin de conocer a mediano y largo plazo, los valores de precipitación a partir de los cuales se detonan los deslizamientos y se inician las avenidas torrenciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CARDER, 2004. Evaluación de Amenaza y Vulnerabilidad por Flujos Aluvio – Torrenciales y Socavación Lateral en el sector de la vereda Chorritos, municipio de La Celia. Concepto Técnico para Priorización de Acciones de Reubicación de Viviendas. Informe preparado por Jaime Guzmán, Geólogo de la CARDER y Diana Carolina Ramírez del CREPAD-Risaralda.

GOOGLE EARTH, 2017. Aplicativo de Google con imágenes de satélite tridimensionales, de la zona de Villanueva y río Cañaveral.

IGAC, 2009?. Plancha topográfica No. 204-IV-D, escala 1:25.000 de las poblaciones de La Celia y Villanueva. Bogotá.

INGEOMINAS, 1999. Mapa Geológico de la Plancha 204 – Pueblo Rico, Departamentos de Risaralda, Valle del Cauca y Chocó. Escala 1:100.000. Cartografía por Gilberto Zapata y Ubaldo Cossio.

www.elaguila-valle.gov.co/

[www.sgc.gov.co /Geología/RedSismológica/Sismicidad histórica e instrumental.](http://www.sgc.gov.co/Geología/RedSismológica/Sismicidad%20hist%C3%B3rica%20e%20instrumental)

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

ANEXO 1.

TABLA DE LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS CON CONTROL DE CAMPO EN LA CUENCA DEL RÍO CAÑAVERAL

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

SITIOS VISITADOS DURANTE EL RECORRIDO DE CAMPO EN LA CUENCA DEL RÍO CAÑAVERAL				
PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m.s.n.m.)	DESCRIPCIÓN
	N (X)	E (Y)		
1	1.048.045	1.110.005	2831	Flanco SW de deslizamiento traslacional activo de 150 a 180 m de ancho, más de 500 m de largo, con dirección de flujo N80°E. Inclinación del terreno 36° y capas con rumbo N30°W/32°NE.
2	1.047.876	1.110.134	2822	Escarpe de deslizamiento traslacional de detritos de 20 de ancho y 50 m de largo. Las rocas se encuentran altamente fracturadas con tamaño de bloque de 20 cm en promedio y máximo de 80 cm. Se componen de areniscas de grano fino, compacta, de color gris azulado; y limolitas negras, con estrías de fricción y sedosidad al parecer por metamorfismo dinámico. Zona de Falla. Dirección de Flujo N15°E.
3	1.047.857	1.111.445	2081	Depósitos coluviales matriz soportados, de poco espesor, sobre la ladera.
4	1.047.532	1.111.832	2001	Sobre Valle torrencial del río Cañaveral. La pendiente es de 10°-12°. Se observan sobre el borde del camino areniscas silíceas muy compactas intercaladas con limolitas gris oscuras, meteorizadas. En pocos metros cambian los rumbos de las capas: N10°E/73°SE a N10°W/37°SW. Zona de pliegues asociados a fallamiento.
5	1.046.492	1.112.443	1809	Zona donde el río Cañaveral socava su margen izquierda. La altura del depósito torrencial es menor a 1 m. En el sitio se observa un depósito de talus cubriendo parcialmente un antiguo cauce del río que puede ser capturado por el río cuando la erosión sea mayor por aumento en el caudal o por una avenida torrencial. El ancho del valle en el sitio es de aproximadamente 100 m. Se considera este punto como crítico ya que el agua puede penetrar fácilmente por este sitio y dañar viviendas aguas abajo.
6	1.046.443	1.112.681	1775	Desde la margen izquierda del río, se observa un deslizamiento rotacional de detritos (roca fracturada y suelo residual), activo, de 50 m ancho y 30 m de altura, sobre la margen derecha, al otro lado del río. La roca se observa altamente meteorizada y cubierta por un suelo residual de color gris amarillento rojizo.
7	1.046.430	1.112.923	1745	Se realizó un corte esquemático en el sitio donde se observa el borde de un depósito torrencial de 7 m de altura (especie de terraza y barra torrencial, donde hay una casa cercana), que limita el cauce activo, el cual en el sitio tiene dos brazos. Unos 50 m al NE se observa un antiguo cauce.
8	1.046.055	1.113.392	1669	Sobre la margen derecha del río Cañaveral, al sur de este punto, se observa un deslizamiento traslacional de detritos (Roca fracturada y suelo residual), de 70 m de ancho y 50 m de altura, cuya masa alcanzó a desviar el cauce del río hacia el NE. Este Movimiento en Masa (MM) se encuentra activo y es retrogresivo por lo cual va a seguir aportando detritos al río y degradando los suelos.
9	1.045.862	1.113.509	1654	Se realizó un corte esquemático desde un punto en el borde de un escarpe de 5 m de altura de un depósito torrencial del río Cañaveral. En el sector se ubica la vivienda del señor Luis Alfonso Salazar (Finca El Mango), donde habitan 4 adultos.
10	1.045.719	1.113.645	1630	Sobre la margen izquierda del río cañaveral se observan restos de un puente de concreto colapsado, por donde transitaban niños hacia la Escuela. En el sitio aumenta la torrencialidad del río debido a un aumento en la pendiente longitudinal del río. El ancho del valle alcanza los 200 m.
11	1.045.552	1.114.035	1581	Estribo izquierdo de puente de concreto de 20 m de largo. Se forma en el sitio una garganta o estrechamiento del valle, debido a un espolón de roca que desvía el cauce del río en un ángulo de 90°. Este sitio se considera crítico por el estrechamiento y cambio de rumbo del río lo cual puede significar represamientos en el sitio. El ancho del valle es de aproximadamente 65 m. La altura de la luz del puente es de 4 m, la cual no es suficiente para el paso de una avenida torrencial. El Rumbo de las capas en el espolón es N5°E/80°SE. Aguas abajo, sobre la margen izquierda, el rumbo de las capas es N30°E/79°SE, pero se van horizontalizando y rotando por efectos de falla, hasta N84°E/36°SE.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaveral, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)

Servicio Geológico Colombiano

12	1.044.679	1.114.151	1503	En el sitio se observa una obra tipo jarillón o dique, de 4 m altura, elaborada con acumulación de bloques y detritos, por un buldozer, sobre la margen derecha del río Cañaverál. La pata del dique está a 15 m del borde del cauce activo y se encuentra roto debido a la acción erosiva del río. El rumbo de las capas en la margen izquierda del río es: N25°E/31°SE.
13	1.045.754	1.113.963	1650	Casa del señor Juan Pablo Agudelo, ubicada sobre una ladera donde hay buena visibilidad sobre el punto 11, es decir en el puente, donde el río se estrecha y cambia de dirección. Este sitio se puede adecuar para observación e instalación de alarmas tempranas, para poder avisar a la población de aguas abajo, si se producen represamientos o avenidas torrenciales.
14	1.044.366	1.114.450	1462	Se realizó un corte esquemático desde el borde del cauce activo, hasta un caño al W de la vía. El valle tiene aproximadamente 80 m de ancho e incluye la vía. Desde este sitio sale un desvío hacia la vereda Caimalito que atraviesa el río con un puente de 12 m de largo, el cual tiene 4m de luz por debajo del concreto hasta el borde del agua. En el sitio hay socavación lateral sobre la margen derecha, donde el cauce se encuentra colmatado y sus márgenes tienen menos de 2 m de altura. El río divaga en este sitio y está a punto de sobrepasar su margen para cambiar a un cauce más recto. La vía hacia Caimalito ya fue dañada por la acción erosiva del río.
15	1.043.452	1.114.374	1402	Punto tomado en la mitad de un puente que comunica hacia la vereda El Diamante. El puente tiene 10 m de largo y 5 m de altura, por donde el río fue forzado a pasar mediante la construcción de un jarillón o dique, de 4 m de altura, sobre su margen derecha. El valle tiene aproximadamente 50 m de ancho. En el sitio las rocas se encuentran trituradas indicando el paso de una falla con rumbo N40°W. En este punto el río se estrecha y cambia de rumbo NS a S40E, indicando que el río está siendo controlado por una falla.
16	1.041.581	1.115.361	1292	Barrio Castañeda o Lata, del corregimiento de Villa Nueva, municipio El Águila. Este barrio tiene aproximadamente 66 casas, según comunicación de uno de sus habitantes. Las cuales se ubican en la parte más baja del valle del río que apenas tiene 1 m de altura. Ha habido inundaciones de algunas casas durante crecientes del río (en octubre de 2015 y mayo de 2016). El ancho del valle es de aproximadamente 75 m.
17	1.041.312	1.115.584	1281	Sitio sobre la mitad de un puente que atraviesa el río y comunica algunas fincas. En el sitio ya no hay valle aluvial y el río se encañona sobre rocas fracturadas a ambos lados. Sobre la ladera se ubica, a 50 m del borde del cauce y aproximadamente a 20 m de diferencia del atura con el nivel del agua, la Escuela Marco Fidel Suárez y algunas viviendas. En el sitio existe alto riesgo para las construcciones por posible represamiento y además porque en ese sitio desemboca la quebrada Santa Rita que ya ha ocasionado daños en épocas de invierno.

Concepto Técnico sobre la Amenaza por Deslizamientos y Avenidas Torrenciales en la cuenca del río Cañaverál, municipios de San José del Palmar (Chocó), La Celia (Risaralda) y El Águila - Corregimiento de Villanueva (Valle del Cauca)