



## 2.7 AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES

### 2.7.1 Geológicas e Hídricas

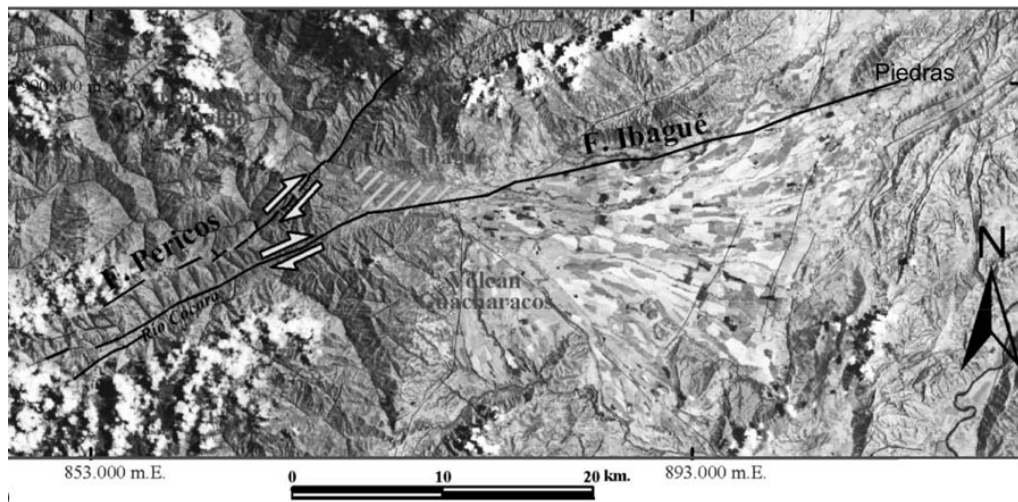
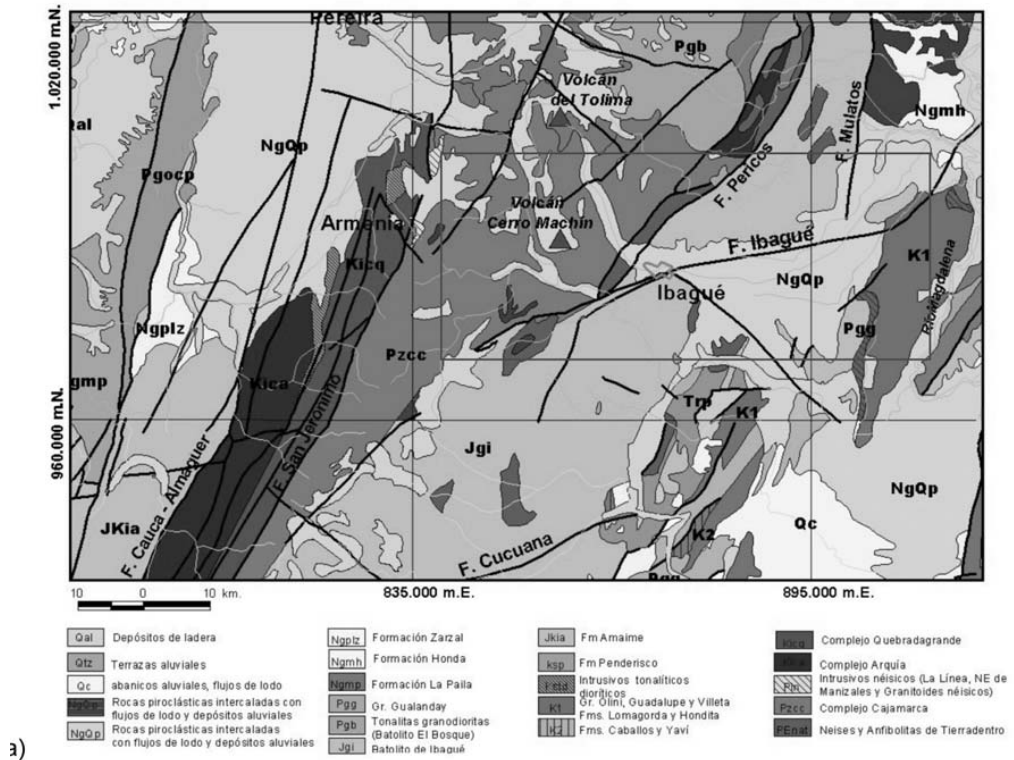


Figura No 2.20. Plano y fotografía aérea tomada de Ingeominas donde muestra la geología y la ubicación de la Falla de Ibagué, la cual es transversal a la cuenca del Totare y es una amenaza para la población de la ciudad de Ibagué.

De acuerdo a los estudios geológicos, geomorfológicos y de pendiente realizados en los municipios que hacen parte de la Cuenca Mayor del Río Totare, se recopiló la información contenida en los documentos y planos de amenazas de los diferentes municipios, soportados en la categorización de amenazas naturales que se presentan en el sector rural de dichos municipios.

Es de anotar que en las concertaciones para la aprobación de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de Ibagué (POT) Santa Isabel, Anzoátegui, Murillo, Venadillo, Alvarado y Piedras (EOT) en Cortolima, se dió claridad a los municipios y los consultores que elaboraron los estudios; que en el estudio de Amenazas naturales, se debería incluir en primer lugar una caracterización de amenazas especialmente por los fenómenos que se han presentado y que se pudieran presentar en dichos municipios, apoyados en recomendaciones y estudios de INGEOMINAS; en general los consultores y Jefes de Planeación de los municipios, entendieron claramente el mensaje y elaboraron los estudios basados en niveles de amenaza, soportados en estudios existentes y es por ello que para los municipios que hacen parte de la Cuenca Mayor del Río Totare, incluiremos los fenómenos más frecuentes como son los procesos de remoción en masa, actividad volcánica e inundación.

### 2.7.1.1 Actividad Volcánica

Esta cuenca, tiene influencia indirecta del Volcán Nevado del Tolima y del Volcán Nevado del Ruiz, puesto que en varios sectores se encuentran depósitos de origen volcánico provenientes de estos dos nevados.

Los municipios donde mayor tienen influencia sobre la amenaza volcánica son Ibagué, Anzoátegui, Murillo y en menor proporción Alvarado, Santa Isabel Piedras y Venadillo.

En el área de estudio se considera como elementos de amenaza volcánica directo el volcán del Ruiz con influencia el municipio de Murillo, ya sea por flujos de escombros, flujos de lodo (lahares) y caídas de Piroclastos.

- **Amenaza volcánica por Caída de piroclastos (AVCP):**

Esta amenaza se ubica en las veredas Hoyo Frio, San Francisco y China Alta del municipio de Anzoátegui y la vereda Totarito del municipio de Santa Isabel.

La zona con amenaza por caída de piroclastos es del 0,2% de la cuenca.



- **Amenaza Media Volcánica (AMV)**

Se presenta por la influencia de caída de piroclástica con transporte eólico proveniente del Nevado del Tolima. En el área de estudio se localiza en la vereda Totarito (Nevado del Quindío, los cerros Arenero y España, los arenales de Santa Isabel, las cuchilla el Bosque, el Ciervo, Piedra Gorda, parte de las cuchillas los Arango y la sirviera, los Valles de Santa Isabel y San Carlos, alto de pan de Azúcar y río Totarito en el municipio de Santa Isabel. Corresponde al 4,64% de la cuenca.

### **Definiciones preliminares**

**Un volcán** es un punto de la tierra que se encuentra directamente comunicado con la astenósfera, parte semilíquida de la tierra donde se encuentra roca fundida, la cual puede ascender a la superficie por aumento de la presión interna, acompañada de gases y fluidos incandescentes.

De esta manera se tiene que un volcán puede generar varios productos:

- **Caída de Piroclastos:** Material arrojado a la atmósfera de tamaños variables. Pueden alcanzar grandes distancias sobre todo las partículas más finas.
- **Flujos de lava:** Roca fundida incandescente que se extiende desde el punto Central de emisión. Alcanza cortas distancias.
- **Flujo de Piroclastos:** Masa seca e incandescente que es expelida con gran violencia a lo largo de las paredes de un volcán. Recorren distancias relativamente cortas, vecina a la base de la estructura volcánica.
- **Flujos de Lodo:** Son generados a partir de la fusión de la masa glaciaria alrededor de un volcán, lo cual genera un volumen considerable de agua que incorpora a su paso diferentes materiales, depositándose con violencia sobre las zonas bajas. Se canalizan a lo largo de los drenajes que nacen en las laderas de los volcanes.
- **Los flujos Piroclásticos** semejan nubes de material incandescente compuestas por fragmentos de rocas, cenizas (partículas tamaño arena) y gases que viajan calientes (de 300° a más de 800°C) a grandes velocidades (de decenas a varios centenares de kilómetros por hora) por los flancos del volcán. Tendiendo a seguir los valles, arrasando y sepultando todo lo que encuentra en su trayectoria. Este es el tipo de amenaza volcánica con mayor potencialidad de daño, no solamente en el Machín, sino en el Volcán Nevado del Tolima. El transporte y la acumulación de los flujos piroclásticos, podrían causar los siguientes efectos:



- Arrasamiento e incendio de los elementos expuestos en su trayectoria, debido a las características intrínsecas de este fenómeno, como son sus altas velocidades y temperaturas.
- Cubrimiento y enterramiento del área expuesta, incluidos obstrucción de cauces, relleno de depresiones topográficas e interrupción de vías de diferente orden.
- Oscurecimiento y dificultades respiratorias por partículas finas suspendidas en el aire, lo cual también afectaría el transporte aéreo (en zonas aledañas a las afectadas por los fenómenos descritos anteriormente).

La acción de los dos (2) últimos efectos citados puede tener duración hasta de Varios años después de ocurrida la acumulación.

## **AMENAZA DEL VOLCÁN NEVADO DEL TOLIMA**

Las erupciones del Nevado del Tolima ocasionaron deshielo, por consiguiente la Formación de flujos de lodo o “lahares” que debieron descender en la cuenca del Totare, por los ríos La China, Alvarado y la quebrada La Caima y demás drenajes que nacen en la cubierta glacial de esta montaña volcánica.

Los “lahares” son flujos de lodo, roca y escombros, con alto contenido de agua, que pueden precipitarse siguiendo los valles y quebradas a velocidades de 30 a 50 km/h. Los lahares son destructivos debido a su alta capacidad de transporte y son capaces de arrancar árboles, casas, puentes, anegando y destruyendo lo que encuentran en su camino o en las zonas donde se depositan.

Un evento de este tipo ocasionaría arrasamiento de cultivos y estructuras en la Zona afectada y si el área no está evacuada puede haber lesiones personales y pérdida de vidas. Igualmente pérdida de semovientes si no han sido retirados de la zona.

### **2.7.1.2 Procesos de Remoción en Masa**

Abarca el conjunto de procesos debidos a transposición directa de materiales de tierra por acción de la gravedad. Se consideran los siguientes tipos de movimientos

- ***Deslizamientos.***

Son movimientos caracterizados por desarrollar una o varias superficies de ruptura, una zona de desplazamiento y una zona de acumulación de material desplazado bien definidas. Son los movimientos que presentan más criterios de clasificación. Ocurren sobre laderas de pendientes escarpadas, sobre todo tipo de materiales





litológicos, a diferentes velocidades y actúan uno o varios agentes de movimiento (agua, hielo, viento). También generan diferentes mecanismos y formas de ruptura que permiten diferentes clasificaciones (Vargas1999). Se presentan en la cordillera central por saturación de material residual producto de alteración de cuerpos ígneos intrusivos y coluviones formados por desprendimientos de rocas metamórficas.

- **Deslizamiento Traslacionales.** Se relacionan más a movimientos en los cuales la superficie de ruptura coincide con un plano estructural, como un plano de buzamiento de una falla geológica o un plano de estratificación, un plano de foliación, diaclasas, o fracturas (Vargas, 1999). En la cuenca estos procesos se presentan en filitas y esquistos del Grupo Cajamarca.

En países como Colombia, es difícil considerar los deslizamientos como fenómenos aislados e independientes; siempre están asociados con otros fenómenos naturales o con otro tipo de amenazas. Por lo tanto, se deben tener en cuenta ciertas condiciones regionales como topografía, geología regional y local, geomorfología, hidrología, cobertura vegetal, efectos Antrópicos, tectonismo (sismicidad), meteorización (física o química) y los procesos de erosión (geológica o natural y acelerada o antrópica), entre otros.

Los movimientos de remoción en masa por lo general se presentan de forma compleja, es decir, que casi siempre cuando se presentan, por lo menos, se ven involucrados de dos tipos. Sin embargo para este punto a menos que ambos movimientos presenten rasgos tangenciales y diferenciables uno del otro, no se tratarán como movimiento complejo sino como aquel que más sobresalga (esto no quiere decir que no se tengan en cuenta las características que le imprimen las demás componentes). Es de anotar que en la presente recopilación se establecieron solo amenaza alta y media por remoción en masa donde confluyen los movimientos descrito por Varnés (1978).

### Definición de términos

**La amenaza por remoción en masa:** Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente nocivo, dentro de un período específico de tiempo y en un área dada. Un proceso de remoción en masa es un desplazamiento de roca y suelo a lo largo de pendientes pronunciadas, influenciadas principalmente por la gravedad. También hacen parte de esta categoría las caídas de roca, los flujos de escombros y los procesos de socavación.

Los procesos de erosión actúan sobre los diferentes modelados y unidades de roca de la cuenca de Coello, donde se presentan diferencias en el ámbito climático entre la cima y la vertiente oriental de la Cordillera Central.



**Evaluación de la amenaza:** Es el proceso mediante el cual se determina la probabilidad de ocurrencia y la severidad de un evento en un tiempo dado y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y ubicación geográfica de eventos probables. Amenaza por fenómenos de remoción en masa. Se refiere a los fenómenos de remoción en masa de suelo o roca como deslizamiento, reptación, flujos de material, caídas y volcamiento de material.

En la Cuenca Mayor del Río Totare se presentan:

**Amenaza alta por remoción en masa (AARM).** Zona donde existe una probabilidad mayor del 44% de que se presente un fenómeno de remoción en masa, con factor de seguridad menor de 1.1, en un periodo de 10 años, ya sea por causas naturales o por intervención antrópica no intencional y con evidencia de procesos activos. Se presenta en los municipios que presentan afloramientos de rocas ígneas y metamórficas. Estas zonas se relacionan con los deslizamientos activos de gran magnitud, las cárcavas y graderías, se observan en el sector Este del municipio de Santa Isabel, específicamente en las veredas La Cristalina, Las Pavas y en los alrededores del Casco Urbano, de igual forma en sectores de municipio de Anzoátegui en las veredas La Flor, San Antonio, Pitala, Buenos Aires y Santa Bárbara. En la cuenca corresponde al 2,43%.

**Amenaza Media por Remoción en Masa (AMRM).** Zona donde existe una probabilidad entre el 12 y 44 % de que se presente un fenómeno de remoción en masa, con factor de seguridad mayor o igual que 1.1 y menor de 1.9, en un periodo de 10 años, ya sea por causas naturales o por intervención antrópica no intencional, sin evidencia de procesos activos. Se presenta por las fuertes pendiente y material litológico aflorante, se clasificó a partir de existencia de grandes espesores de los perfiles de meteorización (derivados de las rocas) y las altas pendientes que pueden generar procesos de remoción en masa.

En el municipio de Santa Isabel se puede apreciar en las veredas La Rica, Guaimaral, La Esmeralda, La Chiquita, La Estrella y a lo largo de las quebrada La Estrella, El Cairo y el Río Totarito, de igual forma cerca a la Loma Pela Huevos (sector la Esmeralda, quebrada Bolívar), Loma Suspiro ( sector la primavera, quebrada la secreta) en la vereda las palomas (quebrada La Sirenas o El León) y en la vereda la estrella (quebrada El Topacio, río Totare).

En el municipio de Anzoátegui en las veredas Santa Elena, Palomar y China Alta, San Antonio y el Brillante

Es de anotar que el municipio de Alvarado, se considero como amenaza Media por remoción en masa lo cual se considera que no fue muy bien definido, sin embargo

se considera que el municipio debe ajustar en la revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial

El 20.77% del área de la cuenca, corresponde a las zonas que presentan esta amenaza media. En estos sectores se recomienda no permitir asentamientos humanos, debido a la amenaza de los procesos de remoción en masa que pueden poner en riesgo a dichos habitantes.

**Susceptibilidad.** El grado de predisposición que tiene un sitio a que en el se genere una amenaza debido a sus condiciones intrínsecas. Es un término amplio donde ni se definen las amenazas solo la disponibilidad de un sitio a un movimiento en masa. En la Cuenca del Río Totare, solamente Ibagué presentó un estudio de Susceptibilidad que fue realizado por CORTOLIMA en la caracterización ambiental de la zona rural (1999). En un área de los cerros noroccidentales de la Ciudad de Ibagué, INGEOMINAS en convenio con CORTOLIMA, realizó la categorización de amenazas (2001) y que sirvió para ejecutar obras de mitigación al riesgo.

Para que exista un evento de remoción en masa es necesario que se activen los Factores detonantes, los cuales son aquellos que provocan o disparan un evento. Para la evaluación de las amenazas por remoción en masa, se tienen en cuenta las condiciones que intervienen en la estabilidad o no de un terreno y que se deben tener en cuenta para la evaluación de la amenaza por deslizamiento son:

- Régimen de lluvias
- Geología y geomorfología
- Pendientes topográficas
- Cobertura vegetal Y
- efectos Antrópicos (deforestación, pastoreo, labores mineras y obras civiles).

### 2.7.1.3 Amenaza Sísmica

Colombia por el hecho de estar situada en un área de convergencia de placas tectónicas, ha sido y seguirá siendo una región sísmica. La liberación de la energía elástica acumulada por los movimientos de estas placas, ha producido efectos demoledores en el país durante los últimos siglos (Popayán 1736, Bogotá 1785, Mariquita y Honda 1805, y los recientes de Caldas, Huila y Tolima).

Además, de las placas tectónicas, otras estructuras a través de las cuales se libera gran cantidad de energía elástica son las fallas geológicas, no solo las que se encuentran en la zona estudiada, sino las que también se disponen en áreas vecinas. Esta disposición se conoce como fuentes sismogénicas.



Para la identificación de la amenaza sísmica es necesario recurrir a la sismicidad histórica y a la sismicidad instrumental. La primera se refiere a las crónicas de sismos que no han sido registradas por instrumento alguno y que solo han sido narradas por cronistas de épocas anteriores, así como aquellos sismos que han tenido valores de gran magnitud en una zona determinada. La segunda se refiere a aquellos sismos registrados por equipos y estandarizados de acuerdo a una escala de valores o medida, para el caso actual, escala de Richter.

- **Sismicidad Histórica en la región**

Los sismos de mayor intensidad registrados son:

- Se reporta un sismo en el año 1.805, atribuible a la falla de Ibagué, el cual afectó las poblaciones de Honda y Mariquita (Inventario inicial de riesgos, IGAC, 1.989).
- 31 de Agosto de 1917, afectó todo el país, especialmente Bogotá y sus alrededores. Se le atribuye una magnitud Ms de 7,3.
- 4 de agosto de 1938, afectó principalmente la región del Viejo Caldas, produjo Daños en Manizales, Pereira, Armenia, Cali y Cartago. Se le atribuye una magnitud Ms de 7,0.
- 1942, sismo ubicado a 30 kilómetros al oriente de la ciudad, que tuvo magnitud Ms de 5,7.
- 20 de Diciembre de 1961, con epicentro cercano a la ciudad de Armenia, con un foco a 176 kilómetros de profundidad. Se le atribuye una magnitud Ms de 6,5
- 30 de julio de 1962, con epicentro en el departamento de Caldas a una profundidad de 69 kilómetros y una magnitud Ms de 6,7
- 3 de abril de 1973, con epicentro en el departamento del Quindío, ocurrió a 158 kilómetros de profundidad. Tuvo una magnitud Ms de 6,4.
- 19 de mayo de 1976, afectó principalmente a Armenia, con un saldo de 500 damnificados. El epicentro estuvo en el Norte del Valle, a una profundidad de 157 kilómetros. Tuvo una intensidad Ms de 6,4.
- 23 de noviembre de 1979, a una profundidad de 108 kilómetros, con epicentro en el Norte del Valle, con graves daños en las ciudades de Armenia, Pereira y Manizales. Tuvo una Magnitud Ms de 6,3.





- 25 de enero de 1999, Con epicentro en el municipio de Córdoba (Quindío), a una profundidad de 20 kilómetros y una intensidad Ms de 6. Numerosos daños en el departamento de Quindío y Risaralda, así como daños menores en municipios de Tolima y Caldas.

- **Recurrencia de Magnitudes**

El Observatorio vulcanológico de Colombia (1992), realizó una evaluación de la Amenaza Sísmica en el Eje cafetero y Tolima, para lo cual empleó el método de Sarria (1985), el cual consiste en graficar el número de sismos contra la magnitud.

De los sismos que se encuentren en un radio de 200 kilómetros con centro en la capital de cada departamento.

El código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes NSR (Ley 400 de 1997) ubica a los municipios que hacen parte de la Cuenca del Río Totare en una zona de amenaza sísmica intermedia, por lo cual las construcciones deben ceñirse a esta norma para cualquier tipo de estructura o vivienda que se vaya a construir.

Es de anotar que de acuerdo al Código Sismorresistentes, Ibagué por tener una población mayor de 100.000 habitantes debe realizar la microzonificación sísmica de la ciudad, teniendo en cuenta que por la ciudad cruza la falla de Ibagué que por estudios se ha identificado como una falla que ha tenido movimientos neotectónicos (recientes) (Vergara 1998), adicionalmente INGEOMINAS realizó un estudio sobre una trinchera realizada en Chucuri (2006), ubicada sobre la falla de Ibagué que determinó los movimientos paleo históricos de dicha falla y corroboró los movimientos recientes.

Con relación al estudio de microzonificación sísmica de Ibagué, existe un estudio preliminar realizado por la Universidad Javeriana en convenio con la alcaldía de Ibagué (2006), que requiere ser ajustado en los estudios geológicos y de suelos detallados, que incluyan perforaciones en suelo y roca para determinar la instrumentación y evaluar el grado de amenaza sísmica, que de acuerdo a exposiciones de funcionarios de INGEOMINAS se encuentra Ibagué en amenaza alta.

- **Fuentes sismogénicas**

Los sismos registrados en la zona de Ibagué y zonas aledañas, se originan principalmente en los siguientes sectores: Murindo, Viejo Caldas, Choco, Valle, Remedios, Segovia y Tolima - Huila.



Se podrían definir como fuentes sismogénicas, los sistemas de fallas tectónicas y planos de fallamientos más profundos, que originan los sismos al producirse una ruptura por acumulación de energía y liberación de la misma de acuerdo a la teoría de rebote elástico.

Cada año se presentan millares de terremotos restringidos a zonas críticas cuando se libera súbitamente energía acumulada en las rocas, cuando las fuerzas de tensión a que están sometidas sobrepasan ciertos valores. La mayoría de los terremotos se originan a profundidades de menos de 100 kilómetros, aunque algunos como, los sismos de foco profundo, pueden iniciarse a profundidades de hasta 700 kilómetros. La mayoría de estos sismos son de intensidad moderada y cuando llegan a la superficie provocan débiles oscilaciones y movimientos imperceptibles o de poca importancia. Sin embargo, en los que se libera mayor energía, las componentes verticales y horizontales del terremoto pueden ser de suficiente magnitud para ocasionar importantes destrucciones si el foco sísmico está situado en las proximidades de zonas habitadas.

Como consecuencias de terremotos es posible que ocurran desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas con altas pendientes, cuyos materiales pueden llegar a obstruir cauces fluviales con el consiguiente represamiento y posterior liberación capaz de generar flujos de escombros. En ocasiones pueden generar hundimientos del techo de cavernas, donde pueden desaparecerse o bien originarse otras nuevas.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA

Por la ubicación tectónica y geológica, la mayor parte del Departamento del Tolima presenta áreas propensas a sufrir efectos por la actividad sísmica.

#### **2.7.1.4 Amenazas por Inundaciones**

Se refiere a los diferentes fenómenos de crecientes asociados a represamientos y taponamientos de cauces por movimientos de masa o por acción de las lluvias y diferentes a fenómenos volcánicos.

Los ríos y quebradas presentes en el área pertenecen a los sistemas de montaña, dándoles el carácter de ríos torrenciales, por la rápida concentración de la lluvia que ocurre en sus cabeceras. Los productos generados por crecientes generalmente son flujos de lodos y de escombros que pueden causar daños en las zonas vecinas a sus riberas.

Las zonas que se encuentran expuestas a amenaza por inundación están restringidas a los ríos Alvarado, Chípalo, La China, quebrada La Caima y sus

afluentes, afectando partes de la zona urbana y rural de los municipios de Ibagué, Venadillo, Piedras y Alvarado principalmente.

Estos cauces presentan una zona de cuaternario aluvial bien desarrollada correspondiente a zonas de llanura de inundación sobre las cuales ocasionalmente se encuentran localizadas algunas construcciones que constituyen los elementos expuestos a dicha amenaza.

Las inundaciones se presentan exclusivamente en las épocas de invierno y se ven restringidas a la parte baja de la llanura de inundación de los cauces, se han reportado desbordamientos de la quebrada La Caima, el río Chípalo y sus afluentes) quebradas Las panelas, Ambala, la Balsa, La Tusa, San Antonio).

De igual forma en el municipio de Piedras y de acuerdo al Esquema de Ordenamiento, se presenta una zona con amenaza por inundación en la vereda Manga de los Rodríguez, por ser un sector bajo aledaño al río Magdalena y que puede sufrir inundación.



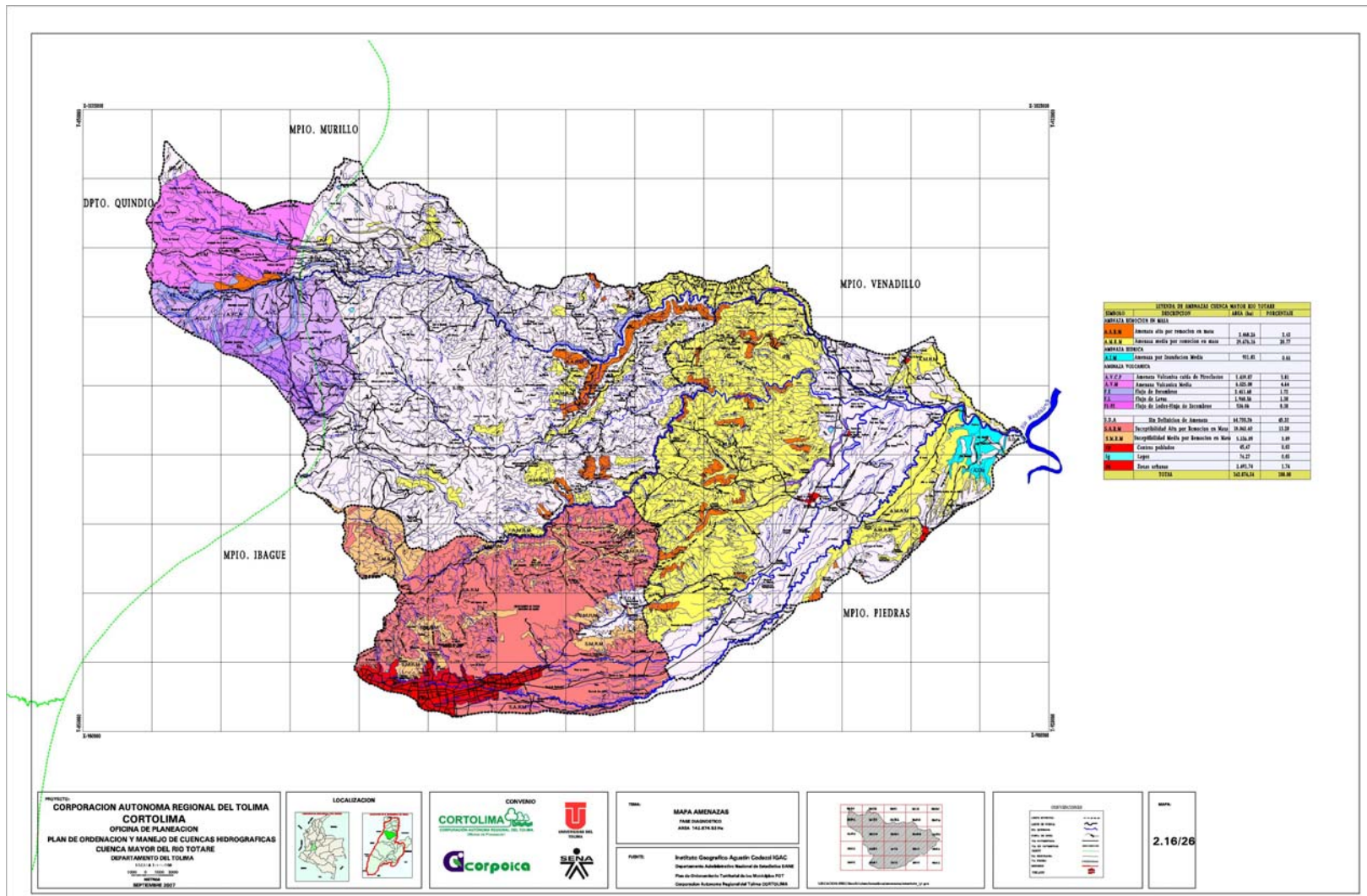


Figura No 2.21. Mapa de Amenazas de la Cuenca Mayor del Río Totare.