
1. GEOLOGÍA LOCAL

1.1 ESTRATIGRAFIA

Unidades litológicas. Una unidad litológica es un cuerpo rocoso que presenta características de composición química y mineralógica mas o menos homogéneas, tiene límites definidos con otras unidades y una edad de formación determinada.

Formación Gualanday (Tg-r) y (Tg-b). Definida por Van Houten y Travis 1968. Está compuesta por rocas clásicas de carácter molásico, en la cual predominan tres horizontes conglomeráticos muy resistentes (Tg-r), separados por capas menos resistentes de areniscas y limolitas (Tg-b). En general los conglomerados y areniscas son de color rojo o violeta y las arcillolitas tienen tonos grises o azules.

Formaciones superficiales. Se denomina formación superficial a las unidades diferenciables de material con naturaleza física diferente que se expone en la superficie terrestre y llegan a alcanzar espesores importantes. Su conocimiento permite inferir la susceptibilidad del suelo a los diferentes cambios que operen; constituyen la base de apoyo de las obras civiles, por lo que el conocimiento de su naturaleza, características y fenómenos a los que están sometidas es básico para la planeación del uso del territorio (HERMELIN, 1996). En ellas se encuentran todos los suelos originados a partir de la roca en el mismo lugar en el que se encuentran y los depósitos de edades recientes en general, incluyendo los depósitos de origen antrópico, conocidos como llenos o rellenos.

Los depósitos sobre los cuales suprayace la cabecera municipal de Tesalia y sus alrededores se pueden diferenciar en dos unidades, una de ellas correspondiente a Abanicos recientes poco disectados (Qar) según Diederix y Gómez, 1991, la otra unidad fue clasificada por estos mismos autores como depósitos fluviales, fluvio – volcánicos y laháricos asociados al Río Paéz.

En el municipio durante el trabajo de campo se levantaron columnas estratigráficas en algunos lugares de interés, con el objetivo de conocer en detalle la estratigrafía local y aumentar el nivel de detalle como herramienta para entender mejor las características de los suelos y como insumo para el análisis geotécnico preliminar.

Depósitos de vertiente. Existen en el casco urbano de Tesalia y al occidente de éste, las características de estos se presentan a continuación:

Columna Estratigráfica 1. El levantamiento de la siguiente columna se efectuó aproximadamente a 150 m de la Quebrada Caraguaja, en un afloramiento sobre la margen derecha de la vía que conduce de Paicol al

municipio de Tesalia. La descripción se hizo de la parte superior a la parte inferior del afloramiento .

- 0.0 – 0.6 m *Limo arenoso de color crema a crema rojizo, con fragmentos de cuarzo hialino (sin desarrollo cristalino, estos fragmentos de cuarzo tienen tamaño arena gruesa a grava fina).*
- 0.6 – 1.0 m *Limo arenoso de color crema a crema rojizo, con fragmentos de roca de tamaño aproximado de 40 cm.*
- 1.0 – 1.8 m *Limo arenoso de color crema claro, con presencia de grietas de desecación.*
- 1.8 – 2.5 m *Conglomerado arenoso con fragmentos subangulosos a subredondeados. Fragmentos desde 1 hasta 8 centímetros aproximadamente, sin orientación preferencial. En la composición de estos fragmentos predominan pórfidos andesíticos y dacíticos de color rosado, también hay presencia de cherts grises.*
- 2.5 – 3.0 m *Limo arenoso con coloraciones pardo grisácea y gris verdosa. Material poroso con grietas de desecación.*
- 3.0 – 3.4 m *Limo conglomerático deleznable, con fragmentos de pórfidos andesíticos a dacíticos y chert de 1 a 6 cm de tamaño con presencia de grietas de desecación. El color predominante del estrato es gris verdoso.*
- 3.4 – 3.7 m *Limo arenoso con coloraciones pardo grisácea y gris verdosa. Material poroso con grietas de desecación.*
- 3.7 – 4.0 m *Conglomerado arenoso. Fragmentos desde 1 hasta 20 cm, desde redondeados hasta subangulosos, equivalentes a pórfidos andesíticos y dacíticos, areniscas. No se presenta gradación en el tamaño del material ni tampoco orientación de los fragmentos.*

Algunos de estos niveles en los que el material es poroso, con grietas de desecación y presenta tonalidades que van desde gris hasta verdes probablemente corresponden a niveles con cenizas volcánicas.

Columna Estratigráfica 2. Se realizó a 100 m al Norte de la Columna Estratigráfica 1, sobre la margen izquierda de la vía. La descripción de esta columna se realizó de arriba hacia abajo del afloramiento.

-
- 0 – 1.5 m *Depósito con fragmentos de tamaño grava con predominio de los subredondeados a redondeados sobre los angulosos, que van desde los 2 cm hasta los 40 cm, sin orientación preferencial. La matriz es arenosa. Hay presencia de líquenes negros.*
- 1.5 – 3.0 m *Limo arenoso. Color crema claro, medianamente consolidado. Con fragmentos angulosos de cuarzo y feldespatos de tamaño arena gruesa a fina. El material es poroso, probablemente cenizas volcánicas, presenta grietas de desecación.*

Depósitos aluviales (Qal). *Corresponden a los materiales dejados por las diferentes corrientes de agua existentes en el área de estudio. Están compuestos principalmente por fragmentos de grava con tamaños promedio entre 10 y 60 cm, en menor proporción se encuentran fragmentos con tamaños mayores; también existen fragmentos de arena.*

Depósitos fluvio-volcánicos, *laháricos y aluviales asociados al Río Paéz (Qalp). Se hallan al Sur del casco urbano y sobre estos se desarrolló la Geoforma Terraza El Centro.*

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Para el mejor entendimiento de la geología estructural o tectónica del departamento del Huila y a nivel local del municipio, a continuación se definen algunos conceptos importantes y se enuncian los estudios desarrollados en la región.

La región está enmarcada por una serie de fallas geológicas de carácter inverso y dirección general NNE - SSW, conocidas como el sistema de Fallas de Chusma, el cual pone en contacto rocas de edad Cretácea a Terciaria y sedimentos Cuaternarios del valle del río Magdalena, con rocas de edad Cretácea y más antiguas, que forman la Cordillera Central. Según INGEOMINAS 1989, presenta evidencias de actividad neotectónica, aunque no se especifica de que evidencias se trata, ni en que sectores se presentan, lo que significa que son potenciales fuentes de sismos que pueden afectar esta región.

En la región y en general en la zona de estudio el Sistema de Fallas de Chusma en la Cordillera Central, está principalmente representado por la denominada Falla de San Andrés - Pacarní.

Falla de Pacarní: *Empieza al Noroccidente de Pital, a la altura de la quebrada*

las Minas y se une al Norte con la Falla de la Plata cerca al sitio de Valencia de la Paz en Íquira. Tiene 70 km de longitud. Es de tipo normal en la parte Sur e inversa en la parte Norte. Fue definida por INGETEC – CIMELEC - SINCO, 1997 y pone en contacto rocas de la Formación Saldaña con rocas de las formaciones Villeta, Caballos, Guaduas y Gualanday. Además esta Falla cruza aproximadamente a 2.3 Km del casco urbano, haciendo parte del Sistema de Fallas de Chusma – La Plata que se ha considerado potencialmente activo según INGEOMINAS, 1989; aunque no se tiene información específica sobre su actividad.

Lineamiento de Tesalia. Se puede catalogar como una falla inferida y su nombre es informal, asignado en el presente estudio. Un lineamiento fotogeológico es indicio de una estructura geológica como una falla, sin embargo para definir si en realidad se trata de una falla es necesario buscar evidencias de campo. En el municipio de Tesalia este lineamiento se puede observar claramente sobre el costado occidental del casco urbano y está definido por:

- Cambios bruscos en la dirección de las quebradas San Benito, Los Bollos y Los Limones.
- Tramos rectos de la quebrada Los Bollos y Los Limones.
- Contraste en el relieve, es decir, diferencia notable de alturas entre el Abanico Noroccidental y la Terraza San Benito – Los Limones y entre el Abanico antes mencionado y la Terraza La Cascajosa 1. En este lugar se marca un cambio en los cauces de los drenajes.
- Al occidente son cauces encañonados estrechos y poco profundos.
- Al oriente los cauces se amplían.

Pliegues. Los pliegues son curvaturas, flexiones o dobleces observados en las superficies de las unidades litológicas que originalmente fueron planos horizontales. A escala regional se observan en secuencias de rocas sedimentarias en las capas o estratos que una vez fueron aproximadamente horizontales se encuentran ahora doblados o curvados como respuesta de las mismas rocas a los esfuerzos ejercidos en la litosfera.

Los pliegues, en general, se clasifican de acuerdo a su forma y orientación. Aquél en el que sólo es posible observar una flexión y las superficies plegadas se inclinan en una sola dirección es el más simple y se denomina monoclinal. Cuando las superficies plegadas se inclinan en dos direcciones se denominan anticlinales o sinclinales. En este caso, a la línea que se traza por la cresta o por el valle del pliegue, según sea el caso, se le denomina eje del pliegue.

Cuando las superficies plegadas forman una cresta se denomina anticlinal, y cuando por el contrario éstas superficies forman un valle se denomina sinclinal.

También esta región se caracteriza por presentar pliegues, anticlinales y sinclinales de carácter regional muy típicos en su departamento, especialmente en las rocas sedimentarias que ocupan el Valle del río Magdalena. Los ejes de estos plegamientos tienen, normalmente, dirección Norte – Sur, con ligeras variaciones hacia el oriente y occidente; algunos de estos ejes tienen hundimiento ("plunge"), indistintamente hacia el Norte o el Sur.

Sinclinal de Tesalia. Este Sinclinal junto con el de Media Luna, es uno de los mayores y mejor expuestos en el departamento. Al Norte del río Páez la estructura afecta rocas terciarias, mientras que hacia el Sur cierra en rocas cretáceas.

Al Noroccidente de la cabecera municipal de Tesalia se halla el eje del Sinclinal, con dirección aproximada N-S. En esta zona afecta rocas de las Formaciones Gualanday y Honda.

2. GEOMORFOLOGÍA

En este capítulo se estudia las formas del terreno, las cuales son el resultado de la interacción de las características geológicas, hidroclimáticas y bióticas de la región a través del tiempo.

Los mapas y estudios geomorfológicos son herramientas esenciales para diagnosticar el uso y manejo del suelo, ya que permiten señalar las áreas críticas en relación con los fenómenos erosivos, avalanchas, inundaciones y zonas inestables, además de indicar la forma más acertada de explotar los recursos naturales, lo que los convierte en el punto de partida del ordenamiento físico y de la planeación del desarrollo del territorio y para los planes de prevención y atención de desastres.

En este estudio se ubica al municipio en su contexto geomorfológico regional y se describen las unidades geomorfológicas identificadas en el casco urbano y sus alrededores.

Para llevar a cabo un estudio geomorfológico se puede escoger entre varias alternativas metodológicas que proponen diferentes formas de clasificar el terreno, las cuales varían básicamente según la escuela de los autores. En este análisis se ha dividido el paisaje jerárquicamente en unidades fisiográficas, unidades de paisaje, macrounidades geomorfológicas, unidades geomorfológicas y geoformas como se explica a continuación.

Una unidad fisiográfica es una gran extensión del terreno que tiene características geológicas y estructurales similares; como ejemplos de éstas se tiene la Cordillera Central, la Cordillera Oriental, el Valle del Río Magdalena, etc.

Su extensión es tan grande que normalmente son cartografiadas en escalas 1: 500.000 y de menor detalle.

Aquellas extensiones de las unidades fisiográficas que además de tener unidad geológica poseen morfología dominada por un conjunto de procesos morfogenéticos que están relacionados entre sí se denominan unidades de paisaje. Ejemplos de éstas son la zona norte de la Cordillera Central, la Serranía de las Minas, etc..

Dentro de las unidades de paisaje se tiene a su vez las macrounidades geomorfológicas, que son aquellas áreas que además de reunir las características arriba mencionadas están dominadas por un conjunto de procesos morfogenéticos relacionados a un mismo ambiente y que interactúan entre sí, por ejemplo, las macrounidades fluviales, en las cuales predominan los procesos de dinámica fluvial, tales como erosión fluvial, depositación, inundaciones, etc.; o las macrounidades de montaña, en las cuales predominan los procesos erosivos típicos de la montaña tales como erosión laminar, erosión concentrada en surcos, incisión en los cauces de las quebradas, etc.

Las unidades geomorfológicas son aquellas partes de las macrounidades que fueron formadas por un proceso morfogenético particular, el cual les imprime una característica morfológica especial, por ejemplo, dentro de una macrounidad fluvial es posible tener varias unidades fluviales, a saber, una unidad de llanura de inundación caracterizada por ser anegada por la corriente periódicamente, tener forma plana y estar ubicada inmediatamente adyacente a la corriente; y una unidad de terrazas aluviales, que son depósitos de tope plano formados por la misma corriente que han sido abandonados y actualmente se encuentran en un nivel más alto que el nivel activo de dicha corriente..

Por último, dentro de las unidades geomorfológicas se encuentran las geoformas, las cuales son las partes específicas de cada unidad que es posible diferenciar en el terreno, por ejemplo, en una unidad de terrazas aluviales es posible tener varios niveles de terrazas, los cuales constituyen cada uno una geoforma particular con cierta altura sobre el nivel activo de la corriente que las formó, una extensión determinada, etc.

2.1 MARCO GEOMORFOLÓGICO

A nivel regional el municipio de Tesalia pertenece a la Unidad Fisiográfica denominada Cordillera Central, constituida por rocas plutónicas y volcano - sedimentarias de edad Jurásica y por rocas sedimentarias de edad cretácea y Terciaria; dentro de esta Unidad Fisiográfica se encuentran las Unidades de Paisaje: Piedemonte Oriental de la Cordillera Central y Cuenca del río Páez.

La Unidad de Paisaje Piedemonte Oriental de la Cordillera Central está delimitada al occidente por la Falla de La Plata y al oriente por el Sinclinal de Tesalia, en su parte central la cruzan el Anticlinal de Nátaga y Paicol, la Falla de Pacarní y de San Andrés y el Sinclinal de San Andrés.

Al interior del Piedemonte Oriental de la Cordillera Central se distinguen dos macrounidades, una es el Piedemonte alto o Macrounidad de Serranías y la otra es el Piedemonte aluvial.

La Unidad de Paisaje Cuenca del Río Páez está definida por el valle del Río Páez que ha sido incisado en diversas unidades litológicas, tales como rocas ígneas plutónicas de edad Jurásica, rocas volcánico - sedimentarias también Jurásicas, rocas sedimentarias del Cretáceo y a través de su evolución el río ha dejado diferentes depósitos tanto fluviales como fluvio - volcánicos y lahares. En ésta Unidad de Paisaje se define la Macrounidad Valle Aluvial Centro.

2.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL Y PROCESOS MORFODINÁMICOS ASOCIADOS A LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

A continuación se hace una pequeña descripción de los principales tipos de procesos morfodinámicos, constituidos por los fenómenos de erosión (hídrica y fluvial) y las remociones en masa, que son susceptibles de presentarse en la región.

Estos fenómenos se presentan por lo general en las mismas zonas, ya que las condiciones propicias para que se presenten son similares para unos y otros, están íntimamente relacionados entre sí y por lo general los procesos erosivos, si no se mitigan a tiempo, favorecen la ocurrencia o desencadenan remociones en masa.

Procesos erosivos. *En la región estudiada se presentan dos tipos de erosión, una que es producto de la acción natural de los diferentes agentes atmosféricos y geológicos sobre el paisaje, que provoca el desgaste natural de la superficie del suelo, la modelación del relieve, la meteorización de las rocas y la formación de suelos; y la erosión provocada por la intervención antrópica sobre la naturaleza, por medio de la tala de bosques, las quemadas, la construcción de vías de comunicación y la utilización de sistemas de explotación agropecuarios inadecuados entre otros, que ha resultado en la ruptura del equilibrio entre el suelo, la vegetación, el agua y el viento (Bahamón y Gaitán, 1981).*

A continuación se definen los tipos de erosión natural más comunes.

Erosión Laminar. *Se da en las zonas en las que se presenta alta precipitación y poseen altas pendientes, poca cobertura vegetal, alta erodabilidad, es decir, el*

sustrato está compuesto por rocas o depósitos recientes deleznable o muy fracturados, lo que permite el fácil arrastre de las partículas de suelo por el agua, y no tienen canal de drenaje definido.

El agua lluvia, durante los fuertes aguaceros, ataca el suelo en su parte superficial, donde sus partículas son desprendidas por el impacto de las gotas y al saturarse el suelo, son arrastradas por el agua en forma homogénea durante la fase de escurrimiento como un flujo delgado y relativamente uniforme (VAN ZUIDAM et al, 1985).

Algunos autores se refieren a este tipo de erosión como “erosión hídrica pluvial” y “escurrimiento superficial difuso”, haciendo la separación entre el momento en que las partículas de suelo son dispuestas para el transporte como un flujo laminar y el movimiento mismo de las partículas.

La costumbre que tienen muchos campesinos de efectuar quemas y cultivos limpios, conjuntamente con las prácticas de desyerbe con azadón favorecen este tipo de erosión (Bahamón y Gaitán ,1981).

Erosión Concentrada en Surcos y Cárcavas. Este tipo de erosión se presenta cuando el agua de escorrentía se concentra formando pequeños canales, que se denominan surcos, de poca profundidad y donde se produce arrastre de partículas de suelo, que pueden ser observadas dentro de los canales cuando éstos están secos. Cuando se da una mayor concentración del flujo de escorrentía, las irregularidades del terreno propician la unión de varios surcos, hasta convertirse en canales mucho más largos, amplios y profundos, conocidos con el nombre de cárcavas.

La formación de surcos y cárcavas se presenta generalmente en suelos poco permeables, en los que la escorrentía excede ampliamente a la infiltración durante las lluvias, y depende también de la pendiente del terreno, la cobertura vegetal y el régimen de lluvias.

Los cultivos limpios, tales como el maíz o la yuca, que son sembrados en filas siguiendo el sentido de la pendiente, propician la formación de surcos y su posterior evolución a cárcavas; así como también la mala disposición de obras de recolección de la escorrentía en carreteras y la mala conservación de los taludes en las mismas (Bahamón y Gaitán ,1981).

Erosión Fluvial. Este tipo de erosión se produce cuando en épocas de lluvias el aumento de los caudales de ríos y quebradas trae como consecuencia el aumento en la capacidad de carga y poder erosivo de las corrientes, dando lugar al socavamiento lateral de los cauces o a la profundización de los mismos, que puede llegar a desestabilizar los taludes aledaños.

Es importante anotar el socavamiento lateral del cauce se da en corrientes sinuosas o meándricas, típicas del piedemonte y el sector de bajo gradiente de las mismas cerca de su nivel base de erosión.

Las corrientes de alta montaña, de cauces siempre más rectos e incisados, rara vez presentan socavamiento lateral; en cambio la ganancia en la capacidad de carga y poder erosivo de la corriente se invierte en la profundización de su canal, que puede llegar a desestabilizar las márgenes de las corrientes por falta de soporte, provocando remociones en masa hacia las mismas.

La deforestación de las márgenes de los ríos y quebradas, así como el establecimiento de cultivos limpios en los taludes que dan hacia las corrientes favorece ampliamente la ocurrencia de la erosión fluvial (Bahamón y Gaitán, 1981).

Remociones en masa. *Este término se utiliza de manera general para designar una variedad de procesos mediante los cuales masas de suelo y roca son movidas, como una sola unidad o en pocas unidades discretas, por acción de la fuerza de gravedad, en forma rápida o lenta, de un lugar a otro.*

La gran mayoría de las remociones en masa que ocurren en nuestro país se presentan en suelos bien desarrollados y son desencadenadas como consecuencia de las fuertes lluvias. Los principales factores que favorecen el desencadenamiento de remociones en masa son el relieve, la geología, el clima e, indudablemente, la acción antrópica.

El relieve influye en la medida en que las rocas y suelos poseen propiedades mecánicas que determinan la altura y pendiente máximas a la que el material es estable, por debajo de las cuales no se presentan remociones en masa.

La geología, incluyendo no sólo el tipo de litología, sino también la presencia estructuras tales como fallas, la actividad sísmica y la actividad volcánica, puede condicionar o no la ocurrencia de remociones en masa. Ejemplo de esto es el caso de la Avalancha del Río Páez, la cual fue desencadenada por un sismo que indujo cientos de deslizamientos simultáneos, los cuales aportaron gran cantidad de material a la corriente del río generando la avalancha.

El clima, de acuerdo con las características que presenta, puede favorecer la inestabilidad del subsuelo al aportar grandes cantidades de agua lluvia, la cual, además de aumentar la presión de poros y fisuras en el suelo y el peso del mismo, favorece los procesos erosivos al formar corrientes superficiales.

Cuando la actividad humana se realiza sin ninguna planificación, especialmente en obras viales, explotación de minas, desarrollos urbanísticos, rellenos mal efectuados, cortes en el perfil natural de las laderas, deforestación y prácticas

agrícolas inadecuadas entre otros, promueve procesos de inestabilidad en suelos que en cierta medida son vulnerables a esta clase de fenómenos.

A continuación se describen brevemente los tipos de remoción en masa más comunes, aunque es importante anotar que en casco urbano del municipio no se identificaron procesos de este tipo.

Flujos. Los flujos son remociones en masa de mayor o menor velocidad, que se dan en materiales sin cohesión, los cuales son susceptibles de presentar una gran pérdida de resistencia con el movimiento, y actúan, temporalmente, como un fluido, experimentando deformación continua y sin presentar superficies de rotura (FERRER, 1987, citado por DANÚS Y BOTTO, 1993).

Los flujos se han subdividido en varias categorías o clases, según los materiales comprometidos en el movimiento. En la subregión Centro del Departamento del Huila se presentan las siguientes clases:

- **Flujos de lodo.** Son flujos muy lentos a rápidos de material saturado, con un contenido de hasta 30 % de agua, y predominantemente finogranular. Los flujos de lodo más comunes son masas de suelo, roca y agua bien mezcladas que fluyen, generalmente rápido, pendiente abajo.
- **Flujos de escombros.** Son flujos con una pesada carga de sedimento, que transporta gran cantidad de material grueso, no cohesivo, como arena, grava y bloques de roca.
- **Reptación.** Es un movimiento muy lento a lento de suelos, generalmente arcillosos, como consecuencia de la saturación de los mismos y/o descompresiones. Este movimiento se evidencia sobre el terreno por la presencia de ondulaciones irregulares, terracetos, rupturas topográficas e inclinación de los árboles en dirección de la pendiente.

El fenómeno de remoción en masa se presenta, en el municipio de Tesalia, en algunos tramos cercanos a la Quebrada Los Limones, donde existen unos taludes que son inestables, especialmente durante periodos de lluvias, donde el agua desplaza y moviliza el suelo, esto se presenta en el sector de la Capilla de la Virgen de Las Mercedes.

Deslizamientos. Son remociones en masa de rocas y suelos que se dan a lo largo de superficies de rotura bien definidas al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento material en conjunto (FERRER, 1987, citado por DANÚS Y BOTTO, 1993). Dependiendo del tipo de superficie sobre la cual tiene lugar el movimiento, se tiene:

-
- **Deslizamientos planares.** Se dan a lo largo de superficies más o menos planas presentes en las rocas. Dichas superficies pueden ser planos de estratificación, diaclasas, planos de falla o planos de esquistosidad entre otros. Normalmente se producen cuando los planos estructurales se inclinan en la misma dirección de la pendiente con un ángulo peligroso.
 - **Deslizamientos rotacionales.** Se dan a lo largo de superficies curvas con forma de cuchara con su concavidad hacia arriba. Este tipo de deslizamiento se presenta principalmente en materiales arcillosos o no consolidados. El material se puede desplazar como un todo sobre la superficie curva o como una serie de unidades a lo largo de sucesivos desplazamientos.

Desprendimientos de bloques rocosos. Es la caída de bloques de roca o suelo semiconsolidado de una ladera con fuerte pendiente, por acción de la gravedad. Normalmente las superficies de rotura corresponden a discontinuidades en las rocas cuya inclinación es superior a su ángulo de fricción interna.

Por último, es importante anotar que en muchos casos se presentan fenómenos de remociones en masa muy complejas, que no son susceptibles de clasificarse en ninguna de las categorías sencillas anteriormente mencionadas, sino que son el conjunto de varias de ellas.

Se aclara que no se describen separadamente los procesos erosivos observados, ya que en general la dinámica geomorfológica en el área de la cabecera municipal es bastante sencilla, por ser dichos procesos de poca intensidad y variedad, además de estar asociados con las respectivas unidades geomorfológicas.

Macrounidad de Serranías. Se identifica en dos sectores, al occidente del casco urbano donde existen colinas cruzadas por la Falla de Pacarní desarrolladas en rocas sedimentarias de edad cretácea y al Nororiente y Norte de la cabecera municipal donde las colinas se han desarrollado sobre rocas sedimentarias de edad Terciaria y conforma la Loma de Potrero Grande y otras colinas más bajas.

En la Macrounidad de Serranías existe una Unidad Geomorfológica denominada Unidad de Colinas y dentro de ésta una Geoforma, que corresponde a las Colinas Bajas de Potrero Grande (Cba-pg), ubicadas al norte de la cabecera municipal, las cuales se caracterizan por ser de forma alargada, tope convexo, pendientes cortas y convexas, con inclinación aproximada de 25°; están poco disectadas; en cuanto a la vegetación predominan las gramíneas.

Macrounidad de Piedemonte Aluvial. En ésta se incluyen tres Unidades Geomorfológicas .

Unidad Geomorfológica de Abanicos Altos. Se encuentra al noroccidente y suroccidente del casco urbano y al interior de ésta se distinguen tres geoformas principales:

- **Abanico Noroccidental (Abnw).** Su tope es ondulado debido a la existencia de pequeñas colinas. Es un abanico incisado por varias corrientes de agua encañonadas que definen un patrón de drenaje paralelo.
- **Terraza de Manga Vieja (Tmv).** Limitada al norte por la quebrada Los Limones, al sur por un drenaje (sin nombre conocido) y cruzada en su parte media por otro drenaje también sin nombre. Tiene una forma alargada y posee una inclinación inferior a 4° hacia el suroriente. Desarrollada sobre un material limo arcilloso a limo arenoso con fragmentos tamaño grava. La vegetación dominante son las gramíneas.
- **Abanico Suroccidental (Absw).** Se halla inmediatamente al suroccidente de la Terraza de Manga Vieja. Es de forma alargada, está incisado por drenajes sin nombre conocido y la inclinación varía de 12° - 15°.

Unidad Geomorfológica Abanicos Bajos. En esta Unidad se distinguen varias geoformas:

- **Terrazas:** Se reconocen varios niveles de terrazas:
 - **Terrazas del Zanjón La Cascajosa (Tcj).** Estas terrazas fueron formadas por la acción de la corriente de agua La Cascajosa sobre un abanico bajo y se diferencian dos niveles que son:
 - * **Terraza de La Cascajosa 1 (Tcj1).** Es el nivel más alto y extenso.
 - * **Terraza de La Cascajosa 2 (Tcj2).** Es más alta que TC1, se encuentra localizada en la margen izquierda del Zanjón aguas abajo, bordeando las Colinas Bajas.
 - * **Terraza de Tesalia (Tt).** Corresponde al área ocupada actualmente por la cabecera municipal. Presenta una forma alargada, más amplia en el
-

extremo suroriental que en el noroccidental donde se vuelve más estrecha.

- **Terraza San Benito (Tsb).** *Terraza formada por la acción de la quebrada San Benito. Se halla en la margen izquierda aguas abajo de estas corrientes.*
- **Llanuras de Inundación (Lli).** *Representadas por todos los terrenos planos que pueden tener una leve inclinación en sentido de la corriente y que están en las márgenes de las quebradas Los Bollos, San Benito, Los Limones, Caraguaja y el Zanjón La Cascajosa, los cuales pueden ser periódicamente inundados por las aguas de dichas corrientes.*

Macrounidad Valle Aluvial Centro. *En ésta se agrupan las unidades que son el resultado de procesos morfogénicos relacionados con el Río Paéz, tal como la Unidad Geomorfológica Terrazas del Páez, donde se distingue la Geoforma Terraza, representada por un nivel intermedio de terrazas que fueron modeladas por el Río y que corresponde a la Terraza El Centro (Tcc).*

3. EVALUACIÓN DE AMENAZAS

En este capítulo se describen las amenazas potenciales de origen natural principalmente, así como las de origen antrópico que se han identificado en el área del casco urbano del municipio de Tesalia.

En este estudio se analizan las amenazas activas, es decir, cuando se trata de procesos o fenómenos claramente identificados y que se están dando actualmente; y las amenazas potenciales, cuando los procesos o fenómenos que se constituyen en amenaza no se están presentando actualmente, pero se han reconocido debido a la presencia de evidencias de su ocurrencia en el pasado o de los factores que desencadenarían dicho fenómeno en un futuro.

Por otro lado, la vulnerabilidad que una comunidad tiene frente a un evento de origen natural considerado como amenaza es el grado de exposición de los bienes y las personas que componen dicha comunidad ante tal evento amenazante.

En el presente estudio se califican las amenazas cualitativamente en alta, media y baja, y se han cartografiado delimitando la zona posiblemente afectada en los mapas, y asignándole el color rojo, cuando se trata de zonas de amenaza alta, amarillo, para las zonas con amenaza media y verde, cuando la amenaza es baja.

La calificación cualitativa de las amenazas se ha hecho teniendo en cuenta el tipo de fenómeno amenazante, su intensidad y frecuencia, así como la información que se tiene de eventos ocurridos en el pasado.

Las zonas demarcadas como de amenaza alta son aquellas que se ven afectadas negativamente con más frecuencia y/o mayor intensidad por el tipo de fenómeno amenazante. Las de amenaza media son aquellas en las que la ocurrencia del fenómeno amenazante es relativamente más esporádica que en las zonas de amenaza alta o en las que dicho fenómeno presenta una intensidad moderada. Por último, las zonas de amenaza baja son aquellas que se ven afectadas en menor grado y con menor frecuencia.

Es importante anotar que las zonas que se han cartografiado como de **amenaza nula**, a las que se les asignó color gris, son aquellas zonas en las que no existen amenazas activas ni potenciales debidas a actividad volcánica, ni de origen geomorfológico e hidroclimático, pero en las cuales sí se presenta amenaza sísmica, la cual es igual para toda el área estudiada.

AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TESALIA

Amenazas de Origen Geológico. Se considera amenaza de origen geológico a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno o evento geológico que pueda afectar negativamente un área determinada en un momento dado. En el municipio de Tesalia las amenazas de origen geológico son la amenaza sísmica y la volcánica, ésta última afecta zona rural sobre las márgenes del río Páez.

En general, se entiende por amenaza sísmica a la probabilidad de que un sismo de cierta magnitud ocurra en una zona en un periodo futuro.

Desde el punto de vista de las construcciones civiles se espera que cuando se produzca una sacudida sísmica, ciertos valores referentes a la aceleración que sufre el terreno con la sacudida no superen un cierto valor de referencia. Se entiende por amenaza sísmica la probabilidad de que un determinado valor de aceleración iguale o supere un nivel de referencia, más técnicamente la amenaza sísmica hace referencia a la probabilidad de que un determinado valor de aceleración máxima a nivel local sea excedido en un periodo de retorno especificado (Sarria, 1995).

Una sismofuente es una región en el subsuelo donde se libera la energía acumulada por procesos geodinámicos y en la que se producen sismos frecuentes y de diferentes magnitudes. La actividad sísmica producida en una sismofuente afecta a poblaciones que se encuentren dentro de su radio de

influencia; de ahí la importancia de estudiar su comportamiento y sus características.

Cuando se pretende evaluar la amenaza sísmica de un lugar, es necesario determinar las sismofuentes que puedan generar aceleraciones tales que afecten el sitio en cuestión. La zona que envuelve éstas sismofuentes se denomina área de influencia sísmica. De cada una de las sismofuentes localizadas en el área de influencia es necesario conocer ciertos parámetros como: localización de los focos, recurrencia de las magnitudes, magnitudes máximas, etc. A partir de estos parámetros se calculan las leyes de atenuación de la aceleración para la zona y posteriormente se determina la función de probabilidad que va a utilizarse para el cálculo de la amenaza.

En las normas colombianas de diseño y construcción sismoresistentes se zonifica el país en términos de A_a , que corresponde a las aceleraciones horizontales del sismo de diseño, expresadas en porcentaje de aceleración de la gravedad. Es decir, en las diferentes zonas se deben calcular las estructuras civiles con base en los valores A_a especificados en cada una. A mayor valor de A_a , mayor amenaza sísmica. Se considera la aceleración horizontal por que es la que mayor incidencia tiene sobre las construcciones cuando el foco del sismo es relativamente lejano.

Aparte de la amenaza, existe otro factor importante que es la vulnerabilidad que presenta el municipio a un evento sísmico; este factor no es mas que es el grado de exposición o fragilidad que tiene una estructura a la aceleración producida por un evento sísmico y está en función de las características intrínsecas de la estructura.

Para realizar la evaluación de la vulnerabilidad física a los sismos en un municipio, se requiere la tener información sobre las viviendas y otras obras de infraestructura tales como iglesias, colegios, edificios públicos, puentes, etc; el estado en que se encuentra la construcción, la antigüedad de la misma, tipo de materiales utilizados, altura de ésta, si se presenta deterioro progresivo o está bien conservada y un dato muy importante, si ha sido afectada por sismos anteriores; teniendo la información mencionada es posible zonificar por sectores el municipio, y con esta zonificación se realiza el análisis de las estructuras a un evento sísmico en el futuro para cada sector.

La vulnerabilidad de una estructura depende básicamente del tipo de diseño; si el diseño se realizó bajo normas sismoresistentes la probabilidad de que la estructura resista de manera satisfactoria un evento sísmico, es mayor que el de una estructura sin un diseño sismoresistente.

En general, las construcciones se pueden clasificar de acuerdo a su estado de la siguiente forma: bien conservada, menos vulnerable; en estado de deterioro

progresivo, vulnerabilidad media; y en estado muy deteriorado, más vulnerables.

Las estructuras más antiguas son más vulnerables, por estar construidas con materiales menos resistentes a un sismo como el bahareque y la tapia pisada, en general este tipo de construcción, es poco reciente y presenta algún tipo de deterioro fruto de los años. En el caso de estructuras más recientes, éstas se pueden clasificar de acuerdo a su uso, materiales usados en su construcción y si fue diseñada bajo normas sismoresistentes.

Amenaza Sísmica: *El casco urbano del municipio de Tesalia está ubicado en una zona de amenaza sísmica alta, según el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia publicado en 1996 por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.*

El estudio mencionado anteriormente presenta un mapa de amenaza sísmica en términos de aceleraciones efectivas, horizontal A_a y vertical A_d ; para el municipio de Tesalia las aceleraciones son: $A_a = 0.35 \text{ G}$ y $A_d = 0.04 \text{ G}$, valores con los cuales se debe realizar el diseño de construcciones sismoresistentes en el municipio.

Para la evaluación de la amenaza sísmica y de la actividad neotectónica de fallas cerca de la cabecera municipal se debe tener en cuenta que la Falla de Pacarní cruza aproximadamente a 2.3 Km del casco urbano, la cual hace parte del Sistema de Fallas de Chusma – La Plata que se ha considerado potencialmente activo según INGEOMINAS, 1989.

Según el informe de Ingeominas “El Sismo de Páez, Cauca, 6 de Junio de 1994, Evaluación de Emergencia”, 1994, el municipio de Tesalia presentó como consecuencia del sismo grietas leves en algunas viviendas.

- **Vulnerabilidad Física a los Sismos**

La vulnerabilidad física a los sismos es el grado de exposición o fragilidad que tiene una estructura a la aceleración producida por un evento sísmico y está en función de las características intrínsecas de la estructura.

De acuerdo con la zonificación del riesgo sísmico en Colombia, el municipio se encuentra en una zona definida como de amenaza sísmica alta, lo que hace que este concepto adquiera importancia y se constituya en el punto de partida para entender y poder mitigar o disminuir los efectos causados por un evento sísmico en el futuro.

Es importante anotar que actualmente no se dispone de la información necesaria para realizar una evaluación de la vulnerabilidad física a los

sismos en el municipio, la cual consiste principalmente en información de las viviendas y otras obras de infraestructura tales como iglesias, colegios, edificios públicos, puentes, etc. acerca del estado de la construcción, la antigüedad de la misma, tipo de materiales utilizados, altura de la construcción, si se presenta deterioro progresivo o está bien conservada y un dato muy importante, si ha sido afectada por sismos anteriores; teniendo la información mencionada es posible zonificar por sectores el municipio, y con esta zonificación se realiza el análisis de las estructuras a un evento sísmico en el futuro para cada sector.

En general una estructura es vulnerable a un evento sísmico o no si se tienen en cuenta o no las aceleraciones horizontales que dicho evento podría producir en el diseño de la estructura siguiendo un código o normas para las construcciones sismoresistentes y en el caso en que éstas no hayan sido aplicadas, la estructura deberá ser clasificada principalmente de acuerdo al estado en que se encuentren.

Las estructuras más antiguas son más vulnerables, por estar construidas con materiales menos resistentes a un sismo como el bahareque y la tapia pisada, además ya han sufrido un proceso de deterioro. En el caso de estructuras más recientes, éstas se pueden clasificar de acuerdo a las especificaciones de la misma, si es una estructura o vivienda artesanal o informal, o una vivienda formal con un plan de construcción.

En general, las construcciones se pueden clasificar de acuerdo a su estado de la siguiente forma: bien conservada, menos vulnerable; en estado de deterioro progresivo, vulnerabilidad media; y en estado muy deteriorado, más vulnerables.

- *Análisis de Vulnerabilidad*

Actualmente se dispone sólo de información verbal suministrada por funcionarios de las UMATAs o de Planeación Municipal sobre el estado, materiales y edad de las construcciones, y es con esa información que se efectuó el estimado de la vulnerabilidad física a los sismos, por lo tanto, el alcance de éste es apenas el de bosquejar la situación actual y crear la inquietud en este aspecto, para que sea debidamente tenido en cuenta en los Planes de Ordenamiento Territorial.

La gran mayoría de las viviendas en la zona urbana son construidas en ladrillo, pocas viviendas en bahareque se pueden encontrar en barrios como: el Barrio Maya, La Bomba y La Bodega entre otros.

Según la información verbal suministrada por los funcionarios de la Oficina de la UMATA, en el municipio de Tesalia en el casco urbano del

municipio no se hace control en las_ edificaciones con respecto a sismoresistencia.

En los diferentes eventos que han ocurrido se han producido más agrietamientos en las edificaciones de la zona rural que en las de la cabecera municipal, probablemente al ser construcciones más antiguas construidas en bahareque y tapia, son más vulnerables, por ende menos resistentes a los fenómenos telúricos.

Cuando ocurrió el sismo del 6 de junio de 1994 que afectó con mayor intensidad la región del Páez, se generaron algunos eventos cosísmicos que ocasionaron múltiples movimientos en masa en toda la cuenca del Páez, lo que se derivó en el represamiento del río Páez, cuyo posterior desbordamiento, arrasó en jurisdicción del municipio de Tesalia el puente conocido como de Los Angeles dañándolo totalmente

Amenaza Volcánica. *La Cordillera Central atraviesa el departamento en su sector más occidental, en límites con el departamento del Cauca, en ella sobresalen los siguientes volcanes; el Nevado del Huila, el Puracé, el Pan de Azúcar y el Sotará, entre otros. Estos volcanes Los cuales se consideran activos dentro de la clasificación de Volcanes Activos de Colombia, realizada por Méndez en 1989.*

Los volcanes activos amenazan potencialmente, a un 2 % de la población huilense (CEPEDA et al, 1986 a); esta amenaza se debe, principalmente, a la posibilidad de formación de flujos de lodo o lahares, si se presentan erupciones. Estos flujos descenderían, entre otros, por los ríos Páez y La Plata (CEPEDA et al, 1986 b).

Los Flujos de lodo pueden afectar los ríos Páez y Símbola, además de otros pequeños afluentes que drenan el volcán. El municipio de Tesalia al ser atravesado en su sector sur en límites con el municipio de Paicol por el río Páez presenta amenaza por flujos de lodo en la zona rural, la que puede verse afectada sobre las márgenes del río (Ver Figura 4). Tomado del Mapa Preliminar de Riesgos Volcánicos potenciales del Nevado del Huila, Cepeda et al, 1986).

Por esta razón se considera que ambas márgenes del río Páez (un tramo en jurisdicción del municipio de Tesalia), están sometidas a amenaza por la circulación de fenómenos como el descrito, originado por actividad volcánica (lahares), sísmica o represamientos en la cuenca media o alta.

La actividad volcánica que se pueda desarrollar en el Volcán Nevado del Huila, podría generar lahares (flujos de lodo) los cuales pueden viajar por diferentes

corrientes de agua. El evento ocurrido en 1994 en la región del Páez, aunque no se debió a actividad volcánica, se produjo por una serie de deslizamientos cosísmicos originados con el terremoto, que dieron lugar a un flujo de lodo y escombros, que circularon por el cauce, aumentando, de manera súbita, el caudal y carga del río afectando las riberas del río Páez.

Amenazas de Origen Hidrometeorológico. Entre las amenazas de origen hidroclimático identificadas en el municipio se encuentran las inundaciones, que son eventos que ocurren principalmente en épocas de lluvia causando el desbordamiento de ríos y quebradas afectando cultivos, poblaciones, obras civiles etc.

Amenaza por Inundación. Las amenazas por potencial inundación se evalúan principalmente en terrenos planos con pendientes suaves que varían entre 0 y 12°, correspondiente en su mayor parte a los sectores ubicados en las márgenes de las quebradas, en los cambios de dirección de los cauces y en proximidad a estructuras hidráulicas insuficientes.

Las inundaciones se constituyen el principal fenómeno amenazante de origen hidroclimático identificado en el casco urbano de Tesalia.

Las quebradas analizadas y que tienen influencia en la cabecera municipal y alrededores son las quebradas Los Limones, San Benito, Los Bollos y Caraguaja en las cuales se hizo evaluación de su amenaza por potencial inundación y torrencialidad.

En la cabecera municipal se identificaron varias zonas con probabilidad de ser afectadas por inundaciones, las cuales se caracterizan como de amenaza alta, media y baja, que se describen a continuación:

- **La Quebrada San Benito y su afluente Los Bollos.** La quebrada San Benito tiene un cauce aproximado de 3.50 m de ancho, presenta bloques medianos de orden decimétrico hasta de 60 cm de diámetro, el tamaño mediano nos podría indicar que la corriente no presenta un carácter torrencial, aunque puede haber tenido comportamientos medianamente torrenciales.

Se presentan algunos sitios críticos como el de la vía que conduce a Pacarní. La carretera cruza la quebrada y en dicho lugar la corriente ha sobrepasado el puente sobre este camino. Recientemente la quebrada San Benito se ha crecido dos veces (enero de 1999), llegando a superar el nivel del puente; lugares catalogados como de amenaza alta.

A lo largo de esta quebrada existen varias viviendas amenazadas en diferente grado por potencial inundación (Ver Mapa de Amenaza por Inundación), lo mismo ocurre en el lugar de confluencia de las quebradas Los Bollos y San Benito (Ver Foto 5), las cuales se describen a continuación:

Se considera amenaza media en un tramo donde se localizan 3 viviendas en el cruce con la vía que conduce a Pacarní (Ver Foto 6). Además en el puente peatonal donde se localizan algunas viviendas que pueden ser afectadas.

En el sector donde se encuentra ubicado el puente hay 9 viviendas en amenaza alta por inundación.

Al nororiente del municipio sobre la margen izquierda de la quebrada se considera también un sector con amenaza nula por inundación, en el Mapa Geomorfológico correspondiente a la geofoma Terraza de La Cascajosa 1.

En el tramo antes de la confluencia de las quebradas Los Bollos y San Benito, sobre ambos márgenes la amenaza por inundación se considera como alta. Aguas abajo de este sitio se localizan otras áreas con amenaza media por inundación sobre la margen izquierda y por amenaza alta sobre las dos márgenes.

En la Quebrada Los Bollos el tamaño de los fragmentos es menor que el de los hallados en la Quebrada San Benito, lo que nos indica que la corriente no presenta un comportamiento torrencial, característica que no descarta la posibilidad de una inundación.

- **Quebrada Los Limones.** Según información suministrada por habitantes en el sector de El Limonar el nivel de la quebrada aumenta en épocas de invierno hasta 1 m por encima del normal y ha presentado crecidas recientes como la registrada en el mes de enero de 1999.

En casi todo el trayecto la quebrada Los Limones pasa a unos 10 metros de la urbanización El Limonar en un área catalogada como de amenaza media; sin embargo, hay una vivienda cerca al cauce (casa antigua a unos 4 m del lecho y a una altura relativa de 1 m con respecto al de la quebrada), la cual presenta amenaza alta por inundación.

Esta quebrada en mención ha presentado crecientes continuas, en las cuales el nivel ha superado hasta el metro de altura de su nivel normal, con eventos muy recientes. Sobre la margen izquierda se clasifica como amenaza media, mientras que sobre la margen derecha amenaza alta por inundación.

-
- **Quebrada Caraguaja.** *En el nacimiento de la quebrada se presentan deslizamientos en las márgenes y caída de árboles. Estos son producidos principalmente por la deforestación, que se observa en toda la zona. Los depósitos dejados por la quebrada son fragmentos subredondeados de varios tamaños, con diámetros desde 30 cm hasta un máximo de 60 cm.*

Teniendo en cuenta que la quebrada fue desviada hace 10 años para construir el puente y para que la carretera tuviera un trazado recto, podrían presentarse eventos en los cuales la corriente de agua establezca de nuevo su curso natural, lo que eleva la probabilidad de un evento que se puede generar desde la parte alta de la cuenca (zona montañosa), desde la cual se puede presentar un aporte de material importante, ya que, como se había mencionado antes existen problemas de inestabilidad en la parte alta de la cuenca.

La carretera fue realizada sobre un terraplén de 2.5 m a 3.0 m de alto sobre el nivel del terreno cenagoso (zona de empozamiento).

La quebrada presenta una llanura de inundación amplia y en las fotografías aéreas se observan antiguos cauces, indicando dinámica fluvial y migración lateral.

Cuando el nivel de la quebrada aumenta se desborda por encima de la calzada o sea que supera los 4 metros de su nivel normal.

Aunque la llanura de inundación se encuentra localizada en un área suburbana no poblada a semirural, se considera de vital importancia por los eventos que han ocurrido allí y por ser considerada por el municipio como una zona de posible expansión urbana.

Amenazas de origen geomorfológico. *Se consideran amenazas de origen geomorfológico a la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa y erosión.*

Amenaza por Remociones en Masa y Erosión. Se determinaron zonas con amenaza alta por movimientos en masa, las cuales se zonificaron a escala 1:2.500 en la cabecera municipal. La metodología utilizada se fundamentó en las restricciones geológicas inherentes al terreno y se realiza de una manera cualitativa. Los factores tenidos en cuenta fueron: geología, procesos erosivos, pendientes, geoformas y tipos de urbanización formal e informal.

El término movimiento en masa es genérico para una variedad de procesos mediante los cuales masas de material son movidas, como una sola unidad o

en unas pocas unidades discretas, bajo la acción de la gravedad, tanto lento como rápido, de un lugar a otro.

Los deslizamientos son movimientos en masa inclinados, en los cuales el material involucrado (roca, suelo, fragmentos de roca, etc.) se desliza a lo largo de una superficie de debilidad.

Dentro del municipio se identificaron algunos sectores cerca de la quebrada Los Limones donde existen problemas de inestabilidad de taludes, sobre los que se localizan viviendas, haciéndose más crítica la situación en épocas invernales. Los sectores con amenaza alta por movimientos en masa son los siguientes:

Sobre la calle donde está la Capilla de la Virgen de las Mercedes, se encuentran 4 viviendas localizadas a 25 m de la Quebrada Los Limones, unos 4 metros más altas que la llanura de inundación, tres de las cuales presentan problemas de inestabilidad, ya que, se generan movimientos en masa en las parte posterior de estas casas, con la consecuente pérdida de suelo y disminución del área del solar de estas viviendas.

La primera vivienda entrando desde la vía no presenta mayores problemas, a diferencia de las otras tres; en la segunda vivienda de propiedad de Juan de Dios Bonilla deben realizarse obras tendientes a estabilizar el movimiento en masa, y se debe realizar un refuerzo en la estructura (vigas) en la parte posterior, la cual está perdiendo todo su soporte; la tercera vivienda está deshabitada, también presenta problemas de inestabilidad en su talud en la parte posterior, el cual requiere obras para disminuir la amenaza; y por último la cuarta vivienda de propiedad de Diocelina Suárez, la que de acuerdo a su condición de inestabilidad y peligro inminente debe ser reubicada, puesto que cada vez que llueve pierde suelo, disminuyendo de este modo el área del solar y el movimiento amenaza con llevarse la casa. Por lo tanto se considera que estas viviendas se encuentran en zona de amenaza alta por movimientos en masa.

En este mismo sector, al lado contrario de la vía también se localizan algunas viviendas con serios problemas de inestabilidad, con amenaza alta por movimientos en masa y erosión.

En esta calle se localizan 6 viviendas en situación de amenaza alta, de propiedad de Dagoberto Trujillo, Ana Virginia Trujillo, Isabel Zuñiga,

Jesus Trujillo, Lucinda Villegas, y Evenly Guaraca; en dicha foto, se puede observar como se afecta el solar, el terreno de la parte posterior es muy inestable y con la acción de la lluvia va perdiendo el suelo.

Presentan la misma tipología de las casas mencionadas anteriormente, con igual problema de inestabilidad, con un peligro probablemente mayor debido a la diferencia de altura con la llanura de inundación que en este sitio es mayor, alcanzando los 6 metros. y a una distancia de unos 60 m aproximadamente de la Quebrada Los Limones.

En la vivienda de Lucinda Villegas y la casa contigua de propiedad de su hijo (Evenly Guaraca), se presenta el mismo problema antes mencionado, aunque la diferencia de alturas es mucho menor con respecto a la llanura de inundación de la quebrada Los Limones, existe una amenaza latente, ya que el terreno de la parte posterior de la vivienda es muy inestable y con la acción de la lluvia se ha ido perdiendo el suelo, lo que ha acelerado los procesos erosivos.

Por último es importante considerar que sobre la quebrada Los Limones se han presentado deslizamientos en sus márgenes, debido al aumento considerable de su nivel debido a las lluvias.

INVENTARIO DE FENÓMENOS NATURALES

De acuerdo con el inventario de fenómenos naturales del Departamento del Huila realizado por el Geólogo Henry Ramirez Santos con base en la revisión y recopilación periódica y el análisis e interpretación, a partir de criterios geológicos, de fenómenos (o eventos) y desastres naturales registrados en el Diario del Huila, seleccionado para dicha labor por ser el periódico de más antigüedad del departamento (fundado el 8 de Agosto de 1963), en Tesalia no han ocurrido desastres naturales, dentro del área de estudio, que hayan sido registrados.

Este inventario histórico cuyo formato fue modificado del que utiliza el Ingeominas, contiene todos los eventos registrados por el Diario del Huila durante las décadas de los 80 y 90 (enero de 1980 a mayo de 1999), posee su respectiva memoria explicativa y es disponible en medio digital, de fácil integración con las diferentes bases de datos (como Access), a partir de las cuales se podrá en un futuro optimizar el manejo de dicha información.

De este inventario se extractó un evento de origen natural localizado en el área rural del municipio, el cual consistió en deslizamientos y represamiento en el área de la Quebrada Gualanday, Vereda El Rosario,

A este inventario se le adiciona la información extractada por la Ing. Geol. María Cecilia Gutiérrez de los archivos del Comité regional de Emergencias del Huila (CREH) que reposan en la oficina del Grupo de Prevención y Atención de Desastres, creada en 1989, de la Gobernación del Huila, la cual esta aún en proceso de recopilación; ambos inventarios se encuentran anexados en el informe Regional elaborado en el nivel I del estudio general.

CARACTERIZACION GEOTÉCNICA PRELIMINAR

Dado que la gran mayoría de los municipios no sólo a nivel Departamental si no Nacional, se encuentran contruidos sobre suelos y no sobre roca, los estudios geotécnicos se concentraron en la recolección, análisis y caracterización de estos suelos.

Para la recolección de muestras alteradas de suelo, se tuvo en cuenta el tipo de roca del cual se formaron, en el caso de los suelos residuales ó su estratigrafía en los suelos de origen sedimentario y la unidad geomorfológica a la cual pertenecen.

Por la facilidad de encontrar taludes expuestos y realizar apiques ó trincheras, la mayor cantidad de muestreos se llevaron a cabo en las zonas de posible expansión. Además en los apiques y taludes seleccionados donde se llevaron a cabo los muestreos, se describe de forma general la columna estratigráfica.

Con la recopilación de información y la elaboración de análisis, sobre las muestras recolectadas, se pretende bosquejar de manera general sus propiedades ingenieriles.

En algunos municipios del departamento, el número de estudios geotécnicos realizados sobre su área urbana y de expansión, se reduce a unos pocos trabajos o en algunos casos no se hace referencia a ninguno de ellos; lo que limita de manera considerable, la aplicabilidad de los resultados a un contexto local, es decir estos datos, sólo presentan validez en el área donde fueron recolectados.

En la medida en que se cuente con más estudios geotécnicos, se pueden dar algunas consideraciones generales, con un mayor rango de aplicabilidad. Pero se debe tener muy en cuenta que los estudios geotécnicos, por su naturaleza en general son de carácter puntual.

ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE SITIOS DE INTERÉS

En el municipio de Tesalia existe una caracterización geotécnica en el sector suroriental de éste, entre las carreras 5a y 7a y las calles 2a y 4a, donde se proyecta construir la Urbanización Los Pinos. Dicho estudio presenta un perfil estratigráfico del apique, en el cual se describen los estratos A, B, C, D y los resultados de los ensayos de laboratorio tales como: Análisis Granulométrico,

Límites de Atterberg y Proctor Estándar con lo que se determina la Capacidad Portante del Suelo.

En este informe se concluye que el estrato sobre el cual se cimentará es un material limo - arcilloso de baja plasticidad y poca cohesión, con permeabilidad media, llegando a producirse al momento de construir sobre este horizonte, un asentamiento rápido aunque de pequeña magnitud.

También se define la manera de compactar el terreno y se sugiere el tipo de cimentación a ejecutar.

En dicho estudio se hace énfasis en que los diseños deben cumplir con las recomendaciones del Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes; Decreto 400, NSR - 98, teniendo en cuenta que el municipio se halla localizado en zona de amenaza sísmica alta.

USO POTENCIAL DEL SUELO URBANO

Basados en el análisis integral de las propiedades geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y de las amenazas de origen hidrológico, geológico, geomorfológico y antrópico, se realizó la zonificación del uso del suelo de la cabecera municipal de Tesalia, de acuerdo a las condiciones de estabilidad presentes en la zona.

ZONAS ESTABLES (ZE)

Se caracterizan por ser áreas que poseen condiciones naturales apropiadas para la construcción de vivienda y de obras de infraestructura, ya que no presentan ningún tipo de amenaza de origen natural o antrópico. Esta zona se ubica en la parte central del municipio, correspondiente a las unidades geomorfológicas Terraza de Tesalia, Terraza de Manga Vieja y Terraza El Centro.

ZONAS DE ESTABILIDAD CONDICIONADA (ZEC)

Estas áreas aunque presentan pendientes moderadas y saprolitos espesos, podrían llegar a tener problemas por cortes inadecuados del terreno y por infiltraciones de aguas principalmente, además pueden verse afectadas por otras acciones antrópicas asociadas a usos inadecuados del suelo.

En el área de estudio corresponden a los siguientes sectores:

-
- *Al suroccidente de la cabecera municipal en la unidad geomorfológica denominada Abanico SW.*
 - *Al noroccidente de la cabecera municipal sobre las unidades geomorfológicas Abanico NW, Terraza de La Cascajosa 1, Terraza de La Cascajosa 2, Terraza de San Benito y Colinas Baja.*

ZONAS DE INESTABILIDAD POTENCIAL (ZIP)

Se constituyen en aquellas áreas que presentan características como alta pendiente, tipo de suelos y de roca deleznales, uso del suelo inadecuado, pero que actualmente no presentan problemas.

Son áreas cuya estabilidad depende de factores externos e internos que se deben manejar adecuadamente; se pueden emprender obras civiles que disminuyan el deterioro.

Estas áreas se localizan en:

- *Algunos tramos sobre ambas márgenes de la quebrada Los Limones.*
- *Al occidente del municipio sobre las unidades geomorfológicas Terraza de La Cascajosa 1 y Abanico NW.*

ZONAS INESTABLES (ZI)

Se consideran aquellos terrenos de alta pendiente, con suelos inestables, en los que se evidencian procesos morfodinámicos avanzados, en áreas adyacentes a deslizamientos, con restricciones geológicas altas, los cuales pueden comprometer viviendas e infraestructura de servicios, en el área de estudio se determinaron las siguientes zonas:

Sector localizado sobre el escarpe de la terraza de la Quebrada Los Limones sobre su margen derecha, en la calle donde está la Capilla de la Virgen de las Mercedes, a 25 m de la donde se localizan 4 viviendas sobre este lado de la vía y sobre el otra margen de ésta también se encuentran en zona inestable otras 6 viviendas. Sobre este mismo sector , al lado contrario de la vía también se localizan alrededor de 8 viviendas con amenaza alta por movimientos en masa y erosión, sectores que se consideran como zonas inestables

ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES (ZPI)

Las zonas con algún tipo de restricción asociada a amenazas de carácter

hidrológico son aquellas con pendientes muy bajas, normalmente entre 0 y 12°, pertenecientes a las llanuras de inundación de las quebradas; en los cambios

de dirección del canal, natural o intervenido; sectores con canalizaciones diseñadas sin tener en cuenta los niveles de aguas máximas y los sectores aledaños a la entrada de coberturas con insuficiencia hidráulica (Tuberías y Box coulvert), sean urbanizados o no.

En el municipio de Tesalia se consideran los siguientes puntos:

Diferentes tramos sobre las márgenes de las quebradas Los Bollos, San Benito, Zanjón de La Cascajosa y La Caraguaja.

ZONAS APTAS PARA LA EXPANSIÓN URBANA (ZEU).

En este municipio los procesos derivados de la acción del hombre se reflejan en la construcción de viviendas, apertura de vías, construcción de redes de acueducto y alcantarillado, modificación de drenajes, explanaciones, cortes, llenos y actividad minera, entre otros.

Las tendencias de crecimiento urbano actualmente en el municipio se reflejan en la zona sur y al oriente de éste.

No obstante, se han generado espacios en proceso de consolidación urbana en los sectores de la cabecera que tienden a constituir nuevas manzanas y a extender la malla urbana.

Además los sectores localizados en las zonas de expansión urbana, ofrecen facilidades de acceso, lo cual hace pensar en desarrollos futuros que extienden las calles y carreras en estos sentidos.

En síntesis las zonas aptas para la expansión urbana de acuerdo a los criterios geológicos, geomorfológicos, de pendiente y tipo de suelos son:

- *La Vereda El Centro.*
 - *Sectores en las Veredas Potrerillo, Las Delicias y Potrero Grande, ésta última tiene dos sectores Raspayuco y Guacharaco, junto con la zona del río Yaguaracito.*
 - *La Vereda Potrerogrande ubicada al oriente y nororiente de la cabecera municipal, hasta los límites con los Cerros de Potrerogrande.*
-