

2. GEOLOGÍA

Dentro de este capítulo se evalúan los diferentes factores geológicos, que han controlado los procesos dinámicos de erosión y acumulación en el casco urbano del municipio de Paya y la probable influencia que puedan tener en la proyección del Municipio

Para lograr este propósito, en primer lugar se recopiló la información disponible en INGEOMINAS, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Biblioteca de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y biblioteca de la firma Ingeniería y Geología. Luego de concluir la investigación, se procedió a efectuar la fotointerpretación teniendo como base las fotografías aéreas 198 y 199, vuelo G-2562, y a evaluar las planchas utilizadas para el estudio. Posteriormente se realizó la visita de campo para corroborar la fotointerpretación y para detallar en campo la geología. Inicialmente se analizaron las pendientes y las geoformas del terreno, se levantó la estratigrafía del área y se analizó la parte estructural o tectónica.

En el sector se encontraron rocas de edad Cretáceo inferior, pertenecientes a las Formaciones Lutitas de Macanal y Arenisca de las Juntas, cubiertas en varios sectores por depósitos cuaternarios de orígenes glacial, coluvial y aluvial (Plano 1). La zona está ubicada en el sector del piedemonte llanero, afectado por un conjunto de fallas geológicas inversas que bordea la cordillera oriental de Colombia que ha recibido el nombre de Sistema de Fallas del Borde Llanero y que definen el comportamiento de las rocas de la región.

2.1 ESTRATIGRAFÍA

2.1.1 Formación Lutitas de Macanal (Kilmc): En el Municipio aflora el miembro C de la Formación Lutitas de Macanal, definida por Ulloa y Rodríguez(1976) en cercanías del Municipio de Macanal, en donde aflora un conjunto de lutitas negras (lodolitas y arcillolitas físilas) con esporádicas intercalaciones de calizas. En el área de estudio, conforman el sector del casco urbano y hacia el occidente, siguiendo una franja de dirección suroeste noreste. En el lugar, la formación está constituida por lutitas físilas grises oscuras a negras algo calcáreas, con algunas venas de calcita y óxidos de hierro, correspondiendo esta descripción al Conjunto C de la formación mencionada. Muy pocos afloramientos son observables, principalmente en algunos cortes de la vía nueva y en la Quebrada Alcaparrosa, en ambos sectores aflora bastante fracturada, microplegada y afectada por la cercanía de varias fallas geológicas, que impiden tener datos estructurales confiables. Igualmente es difícil determinar fallas locales, por la misma ausencia de afloramientos en cercanías del casco urbano del municipio.



Figura 2.1 Afloramiento de las lutitas de Macanal en la Quebrada Alcaparrosa

La unidad presenta una morfología ondulada que contrasta con la topografía abrupta de la unidad Arenisca de las Juntas, formación que la suprayace.

Esta formación es muy susceptible a la meteorización causada por el intemperismo. Al estar expuestas a los agentes atmosféricos, presentan una disminución considerable en sus propiedades físicas y mecánicas.

La edad de la formación ha sido considerada como Cretácea, pisos Berriasiano a Valanginiano, con base en datación de fósiles colectados.

2.1.2 Formación Arenisca de las Juntas (Kialj): Nombrada por Ulloa & Rodríguez (1976), con localidad tipo en el sector de Las Juntas, carretera Guateque - Santa María, en donde está formada por dos conjuntos arenosos separados por un nivel de lutitas, corresponde a la parte superior del Grupo Cáqueza.

En el área la formación se manifiesta siguiendo una dirección NE – SW. Este conjunto se extiende sobre un área muy grande localizada al oriente y al sur del Municipio de Paya. Resalta topográficamente por presentar escarpes muy marcados que contrastan con las rocas arcillosas de las demás formaciones en el área. (Figura 2.2)

Geográficamente forma el Cerro de Bolívar y los escarpes que rodean el casco urbano del Municipio. Se encuentra en contacto fallado con el miembro C de la Formación Lutitas de Macanal y cubierto en algunos sectores por depósitos coluvio aluviales y por depósitos de glaciares.

La edad de la formación ha sido considerada como hauteriviano.

2.1.3 Depósitos cuaternarios

Hay varios depósitos cuaternarios, cuya disposición puede apreciarse en los planos 1 y 2 y en la Figura 2.2 de la página siguiente.

2.1.3.1 Depósito coluvial (Qc): Constituidos por cantos de areniscas y lutitas angulares a subangulares, matriz-soportados en una matriz arenolimoso. Han sufrido algo de transporte por acción de la pendiente del terreno, cubriendo las formaciones Lutitas de Macanal y Arenisca de las Juntas y suavizando las pendientes, al depositarse en el límite entre los escarpes de la arenisca de las Juntas y la topografía más suave de las Lutitas de Macanal. Se encuentra sirviendo de base a la parte norte del pueblo.

2.1.3.2 Depósito coluvio aluvial (Qca): Constituido por bloques y guijos de areniscas, lutitas y calizas embebidos en una matriz arenosa limosa, su forma varía de subredondeada a angular, producto de material proveniente en su mayor parte de las rocas de la Formación Arenisca de las Juntas que han sido transportados por acción del agua y de la pendiente del terreno, cubriendo las formaciones lutitas de Macanal y Arenisca de las Juntas. La mayoría del Municipio se encuentra asentado sobre este depósito.

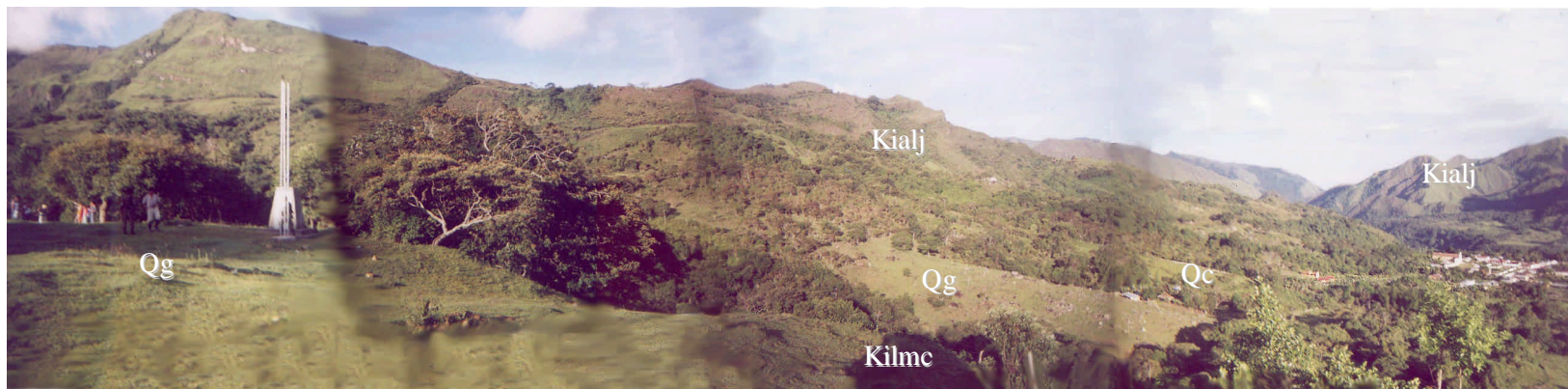


Figura 2.1 Panorámica del Municipio de Paya, desde las Termópilas, mostrando la disposición de las unidades geológicas y la cobertura vegetal del suelo.

2.1.3.3 Depósito Glaciar (Qg): Formado por bloques heterogéneos que pueden alcanzar gran tamaño, generados durante el Pleistoceno por la acción de glaciares que modelaron la superficie de la tierra, arrancando y transportando grandes bloques de roca, que modelaron la superficie del terreno. En los escarpes de la formación Arenisca de las Juntas se aprecian formas cóncavas seguramente producto de la erosión producida por ese fenómeno.

En el Municipio se encuentran se encuentran dos depósitos: uno en la parte de las termópilas y la planta del acueducto (Figura 2.3) y otro más al sureste, cubriendo en parte las Formaciones Lutitas de Macanal y Arenisca de las Juntas.



Figura 2.3 Aspecto del depósito glacial: se puede apreciar el tamaño de los bloques.

2.2 GEOMORFOLOGÍA

2.2.1 Pendientes. En la elaboración del mapa de pendientes (Plano 3) y su posterior análisis se establece que las pendientes no son causantes de los fenómenos de inestabilidad por sí solas: son un factor coadyuvante en los procesos erosivos y de inestabilidad por acción antrópica en los casos en que las condiciones naturales del terreno son modificadas o por la presencia de agentes erosivos naturales. El siguiente cuadro muestra la clasificación de pendientes tenidas en cuenta en el área:

Cuadro 3-1. Rangos de Pendientes

PENDIENTES	
%	DESCRIPCIÓN
0 - 15	Desde Superficie a nivel, pasando por Ligeramente ondulada hasta fuertemente ondulada
15 - 30	Fuertemente ondulada – Ligeramente quebrada a Moderadamente quebrada
30 - 45	Moderadamente quebrada a Fuertemente quebrada
45 - 60	Fuertemente quebrada a Moderadamente escarpada
60 - 75	Moderadamente escarpada a Fuertemente escarpada
> 75	Escarpes muy fuertes (incluso verticales)

Como conclusión del análisis de pendientes se observa que el mayor porcentaje lo ocupa el rango que fluctúa entre 0 y el 15%, dentro del cual se encuentra la mayor parte del casco urbano del Municipio, las pendientes mayores, que superan incluso el 100% se encuentran al sur del Municipio en las márgenes de la Quebrada Alcaparrosa como se aprecia en la siguiente figura. Este puede ser un factor contribuyente para generar inestabilidad en ese sector.



Figura 2.4 Escarpe casi vertical en el costado sur del pueblo, utilizado para arrojar las basuras, en detrimento de las aguas de la Quebrada Alcaparrosa.

La geomorfología es la ciencia que estudia el modelado terrestre, su génesis y dinámica en relación con las características geológicas, climáticas, bióticas y su interrelación a través del tiempo. Ciencia básica para el conocimiento de una región si se desea planificar su desarrollo y explotar técnicamente sus recursos, conservando el equilibrio de los ecosistemas.

2.2.2 Unidades geomorfológicas.

En el Municipio de Paya se presenta las siguientes unidades geomorfológicas:

2.2.2.1 Montaña plegada

Montañas de plegamiento en rocas sedimentarias consolidadas pertenecientes a la Formación Arenisca de las Juntas. Dentro de este ambiente morfogenético se encuentra la estructura plegada que aparece limitada por escarpes que varían en su altura y composición. Constituido por Areniscas con intercalaciones de lutitas y limolitas. Este tipo de relieve es característico en el Cerro Bolívar al NE del Municipio.

- **Montañas fluviogravitacionales**

Paisaje de ambiente morfogenético denudacional, donde los materiales constituyentes están expuestos a los agentes atmosféricos que actualmente las están modelando.

Geográficamente están distribuidas en la mayoría del área municipal, conformadas por laderas erosionales y coluviones.

- **Laderas Erosionales Onduladas**

Constituidas por areniscas y lutitas con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio. Topográficamente presentan formas onduladas o inclinadas de pendiente moderada, afectadas por numerosos tipos de erosión: Laminar, en surcos, carcavamiento, lo cual ha generado que se presenten fenómenos de remoción en masa en algunos sectores provocando inestabilidad en el terreno.

Sinclinal Compuesto en Sistemas Colinados. Montaña con estratos arqueados hacia arriba, producto del plegamiento, pero que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales, a pesar de haber sido afectada por procesos denudativos.

Relieve característico al Este de Paya

2.2.2 Formas de origen depositacional

Este proceso agradacional, el cual comprende procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, agentes móviles (agua de escorrentía, glaciares, viento) tiende a nivelar hacia arriba la superficie terrestre, mediante la depositación de materiales sólidos procedentes de las partes altas adyacentes. Estos depósitos están poco consolidados y son susceptibles de presentar fenómenos de remoción en masa.

2.3 TECTÓNICA

La región del piedemonte llanero está sometida a esfuerzos de compresión, debido a las placas tectónicas, que empujan las rocas antiguas del macizo brasileño contra las rocas de la cordillera oriental colombiana. Esto se manifiesta en la formación de fallas de cabalgamiento e inversas. En Paya, se observa alto replegamiento en las rocas aflorantes y un gran fracturamiento, hasta el punto que en los escasos afloramientos rocosos es muy difícil diferenciar los planos de estratificación de los planos de diaclasamiento. Tectónicamente, se identifica en la región como rasgo principal la Falla de Minas, que al parecer forma parte del Sistema de fallas del borde llanero y la falla de la quebrada Alcaparrosa, que ha generado esa zona de debilidad estructural por donde transcurre su curso la quebrada. Ver planos 1 y 2, mapa geológico y perfiles.

La Falla de Minas pone en contacto a las rocas de la Formación Arenisca de las Juntas, con las rocas de la Formación Lutitas de Macanal, es una falla de tipo inverso que bordea el casco urbano del Municipio por el costado oriental y genera los escarpes de la arenisca de las Juntas.

Igualmente se evidencia una falla que rige el curso de la Quebrada Alcaparrosa, que también pone en contacto las dos formaciones mencionadas anteriormente, al sur del municipio, en donde al norte de la quebrada aflora una arenisca compacta y en la margen del sur encontramos lutitas negras (Figura 2.1).

2.4 HIDROGEOLOGÍA

El objetivo del análisis hidrogeológico es conocer el potencial de los recursos hídricos del municipio. Las unidades geológicas presentes en el área se toman como unidades hidrogeológicas dependiendo de su permeabilidad.

2.4.1 Unidades Hidrogeológicas

2.4.1.1 Acuíferos. Las areniscas de la Formación arenisca de las juntas presentan características de Acuíferos de Extensión Regional con Flujo Intergranular y Alta Productividad. En el área la gran mayoría de los drenajes que surten el Río Payero nacen en esta formación.

3.6.1.3 Acucierres. Las rocas de la Formación Lutitas de Macanal se comportan como acucierres o sellos debido a su escasa permeabilidad, sin embargo, el fracturamiento hace en algunos sectores que su permeabilidad secundaria se incrementa.

En general, el agua no es escasa en el área del municipio y si se evita la tala indiscriminada y se protegen especialmente las cabeceras de los cauces, esta situación se mantendrá.

2.5 USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL

Para complementar el estudio geológico, se elaboró un mapa de uso del suelo y cobertura vegetal (Plano 4) que permite complementar la geología. En él vemos la presencia de

una considerable presencia de bosque natural, especialmente siguiendo los cursos de los drenajes presentes en el área. Incluso dentro del casco urbano, observamos que hay remanentes de bosque nativo, el cual es necesario preservar, no sólo por su importancia desde el punto de vista ambiental, sino por ser el factor que evita fenómenos de remoción en masa.

2.5 EVALUACIÓN DE AMENAZA

Teniendo en cuenta la ubicación del casco urbano del municipio, que corresponde a una amplia ladera suavemente ondulada y según el diagnóstico en el subcomponente geomorfológico, en cuanto a la dinámica de los procesos que se consideran activos y potencialmente activos, el municipio afronta los principales problemas por fenómenos naturales: la socavación lateral de las corrientes fluviales contra el borde del Municipio y la posibilidad de avenidas, o desbordamiento de las quebradas por efectos climáticos.

Tanto la dinámica fluvial, como los deslizamientos están relacionados con las condiciones imperantes propias de un microclima en la región, es decir que los principales factores detonantes de dichos procesos son tanto las precipitaciones, como la humedad relativa, altas en este sector del flanco oriental de la cordillera.

En cuanto a la erosión fluvial, Paya está propenso al socavamiento lateral de la Quebrada Alcaparrosa, en la margen sur del casco urbano, ya que las pendientes favorecen la socavación lateral de la quebrada al casco urbano del municipio. El proceso de socavación se podría ver reflejado en la formación de deslizamientos u otros fenómenos de remoción en masa que involucren sectores habitados del sur del municipio.

Por otro lado, en el sector del cuaternario coluvial también podrían presentarse deslizamientos en caso de variar la pendiente natural del terreno en dicho sector.

La amenaza por sismo es alta, pues la región se encuentra afectada por varias fallas geológicas que han creado zonas de debilidad en la roca.

Otro factor a considerar son las avenidas o desbordamientos de la quebrada Guajibera, que atraviesa el casco urbano del Municipio y cuya cabecera se debe preservar con bosque nativo o reforestar si es el caso, igualmente se debe profundizar o ampliar su cauce en sitios donde amenace desbordamiento, teniendo cuidado de no dejar las riveras sin cobertura vegetal y de no variar su curso o pendiente natural.

2.6 CONCLUSIONES

En el sector hay depósitos y rocas susceptibles a fenómenos de remoción en masa, pero gracias a que aún se conserva vegetación nativa, el flujo de agua superficial, que es considerable no ha afectado en gran medida la estabilidad de las rocas cercanas al casco urbano. Por tanto, se deben cuidar las cabeceras de las Quebradas evitando la tala de bosques y reforestando las áreas cercanas.

Dentro del sector urbano hay zonas que ameritan protección como son los márgenes de la Quebrada Guajibera y la zona del humedal, sectores que podrían presentar

inconvenientes para construcción de obras, pues son propensos a inundación y desbordamiento de cauces circundantes y porque las obras construidas allí perturban el equilibrio ecológico. Esto se puede apreciar en el lote de la autoconstrucción, en donde se ha talado un remanente de bosque nativo, con el agravante que por ese sitio cruza una falla geológica.

La región es afectada por fuerte tectonismo debido a su situación, es afectada por el sistema de fallas del Piedemonte llanero, por tanto, es conveniente en las construcciones que se adelanten tener muy en cuenta las normas de sismo resistencia.

La construcción de obras en cercanías de la Quebrada Alcaparrosa, debe hacerse con precaución pues la elevada pendiente de su valle puede desencadenar inestabilidad y, por tanto, originar fenómenos de remoción en masa. Se recomienda efectuar análisis de estabilidad en caso de que se requiera adelantar obras en cercanías de dicho cauce, teniendo en cuenta la carga, condiciones de saturación y efecto sismo.

En general las rocas y depósitos recientes presentes en el casco urbano ofrecen buenas propiedades para el desarrollo del municipio, siempre y cuando no se altere el equilibrio ambiental. Las amenazas por fenómenos de remoción en masa son bajas; la quebrada Guajibera, que atraviesa el casco urbano del municipio, no tiene un recorrido amplio y su cabecera se encuentra cubierta por bosques.