



BIBLIOTECA
OFICINA NACIONAL
PARA LA
PREVENCIÓN Y ATENCIÓN
DE DESASTRES

*GEOLOGIA AMBIENTAL DEL AREA
URBANA Y SUBURBANA
DEL MUNICIPIO DE LA CELIA
(RISARALDA)*

*BLANCA OLIVA POSADA POSADA, Geóloga
HECTOR JAIME VASQUEZ MORALES, Ing. Geólogo*

*PEREIRA
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL
DE RISARALDA, CARTER
AGOSTO, 1989*

Este trabajo fue realizado
con la asesoría del Doctor
Michel Hermelín Arboux.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. ESTUDIOS PREVIOS	4
2.1. SUELOS	4
2.2. VEGETACION	6
3. METODOLOGIA	7
4. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS	11
4.1. GEOLOGIA Y ESTRUCTURAS	11
4.1.1. Unidades litológicas	11
4.1.2. Estructuras	14
4.1.2.1. Generalidades	14
4.1.2.2. Falla Apía	15
4.1.2.3. Falla La Celia	15
4.1.2.4. Alineamientos fotogeológicos	16
4.1.2.5. Fallas locales	17
4.1.2.6. Actividad tectónica reciente	18
4.2. FISIOGRAFIA Y MORFOMETRIA	19

4.3.	FORMACIONES SUPERFICIALES	20
4.3.1.	Cenizas volcánicas	22
4.3.2.	Abanicos aluviales	23
4.3.3.	Depósitos aluviales	25
4.3.4.	Depósitos de vertiente	28
4.3.5.	Rocas metasedimentarias	31
4.4.	PROCESOS EROSIVOS	32
4.4.1.	Erosión superficial	32
4.4.2.	Cárcavas	33
4.4.3.	Movimientos de masa	34
4.4.3.1.	Deslizamientos	35
4.4.3.2.	Movimientos de masa mixtos	36
4.4.3.3.	Deslizamientos del terreno	37
4.4.4.	Socavación de orillas	37
4.5.	ASPECTOS SISMICOS	38
4.6.	EVOLUCION GEOMORFOLOGICA	40
4.7.	INFLUENCIA HUMANA	42
4.7.1.	Cortes de carretera y caminos	42
4.7.2.	Depósitos antrópicos	43
4.7.3.	Usos de la tierra	44
5.	ASPECTOS HIDROLOGICOS	47
5.2.	PARAMETROS MORFOMETRICOS Y MORFOLOGICOS	48
5.2.1.	Cuenca del Río Monos	48
5.2.2.	Cuenca de la Quebrada Del Tigre	57
5.2.3.	Cuenca de la Quebrada La Cristalina	59

5.2.4.	Cuenca de la Quebrada Liboriana	61
5.2.5.	Cuenca de la Quebrada Chapay	62
5.3.	HIDROGEOLOGIA	63
6.	ESTADO DE LAS EDIFICACIONES	65
7.	APTITUD PARA EL USO URBANO	69
7.1.	BASES DE ZONIFICACION	69
7.2.	CONDICIONES DE ESTABILIDAD POR CATEGORIAS	70
7.2.1.	Categoría I. Zonas urbanizadas	70
7.2.1.1.	IA. Zonas urbanizadas sin problemas detectados	71
7.2.1.2.	IB. Zonas urbanizadas con posibles problemas	71
7.2.1.3.	IC. Zonas urbanizadas con problemas	73
7.2.2.	Categoría II. Zonas no urbanizadas	87
7.2.2.1.	IIA. Zonas urbanizadas sin problemas detectados	88
7.2.2.2.	IIB. Zonas urbanizadas con posibles problemas	89
7.2.3.	Categoría III. Zonas de conservación	90
7.2.3.1.	IIIA. Zonas de conservación que no requieren intervención	91
7.2.3.2.	IIIB. Zonas de conservación que requieren intervención	92
	CONCLUSIONES	97
	BIBLIOGRAFIA	102
	ANEXOS	103

LISTA DE TABLAS

	pág
TABLA 1. Parámetros morfométricos	49
TABLA 2. Tipificación de viviendas	65
TABLA 3. Aptitud para el Uso Urbano	70

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Localización del área de estudio	2
FIGURA 2. Geología y estructuras	12
FIGURA 3. Perfil esquemático W-E en el sector sur del área urbana	21
FIGURA 4. Perfiles de cenizas volcánicas en los sectores de La Máquina y La Laguna	24
FIGURA 5. Columna estratigráfica representativa de una terraza del Río Monos, en cercanías del matadero	27
FIGURA 6. Depósito torrencial del Río Monos, sector de La Máquina	29
FIGURA 7. Diagramas de precipitación	50
FIGURA 8. Cuencas hidrográficas	52
FIGURA 9. Sección transversal S-N del Río Monos, al norte del casco urbano	54
FIGURA 10. Perfil esquemático W-E, a la altura de la salida para la vereda La Celandia	80
FIGURA 11. Vista en planta y corte transversal en el sector del estadio	85

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Mapas.

- Mapa 1/6. Localización de estaciones.
- Mapa 2/6. Morfométrico.
- Mapa 3/6. Formaciones superficiales.
- Mapa 4/6. Procesos erosivos.
- Mapa 5/6. Tipología y estado de la construcción.
- Mapa 6/6. Aptitud para el Uso Urbano.

ANEXO 2. Fotografías.

ANEXO 3. Catálogo de sismos.

ANEXO 4. Informes técnicos.

1. INTRODUCCION

El presente informe consigna los resultados del estudio de geología ambiental realizado en el Municipio de La Celia, como parte del programa adelantado por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), en las cabeceras municipales del departamento. Este programa tiene como objetivos analizar los riesgos geológicos que corren las poblaciones, darle un uso racional al suelo de acuerdo a su vocación y analizar los factores que garantizarían la ocupación segura del territorio, entre otros.

El Municipio de La Celia se encuentra localizado en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental a los 4° 59' latitud norte y 76° 02' de longitud oeste, en un pequeño valle aluvial formado en la confluencia de varias corrientes, de las cuales la más importante es el Río Monos. (Figura 1). Presenta una altura de 1.480 m.s.n.m y un área total de 87 km² de los cuales sólo 0.2 km² conforman la zona urbana.



LA CELIA

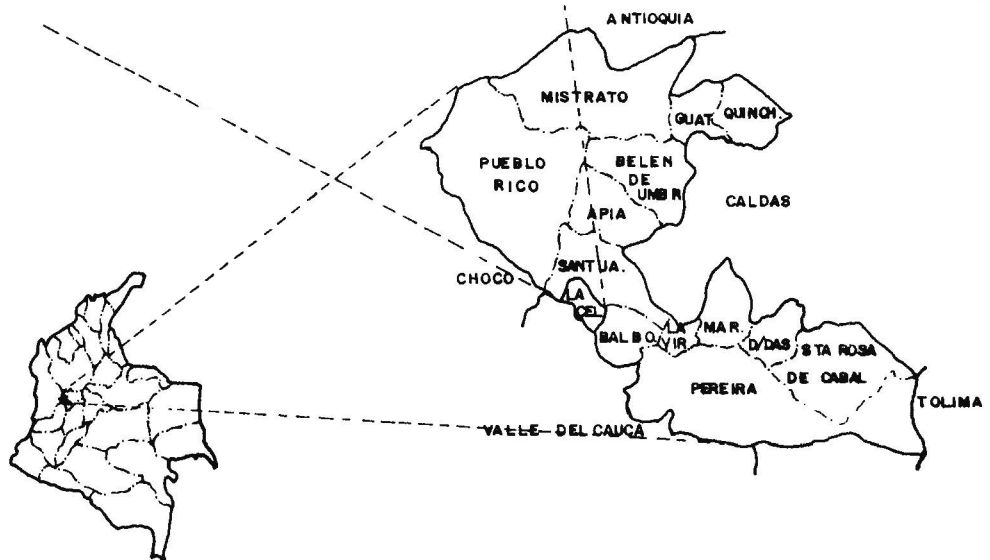


FIGURA I. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de La Celia fue fundado en 1914 por viajeros antioqueños que se vieron atraídos por la belleza del paisaje, la calidad de las tierras y la abundancia de recursos hídricos.

Según el censo del DANE de 1985, la población rural del municipio para ese año era de 5.926 habitantes y la urbana de 2.885 habitantes, con proyecciones para 1990 de 5.266 y 2.686 habitantes, respectivamente.

La topografía de la región es bastante quebrada, con pendientes fuertes predominando en la zona rural, una topografía suave en la cabecera municipal, rodeada por colinas a distintas alturas, y un relieve ondulado marcado en algunas áreas de la zona suburbana.

Con un piso térmico medio dominante en un 79% del total de la superficie, el Municipio de La Celia basa su economía en cultivos de café, plátano, maíz y frijol, principalmente. La actividad ganadera es significativamente reducida, presentándose en la actualidad una sustitución extensiva de potreros por cultivos.

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. SUELOS

IGAC (1976) clasifica los suelos del Municipio de La Celia como conjuntos Laguna, Farallona y Cundina, de la Asociación Peralonso, derivados de cenizas volcánicas.

En el Conjunto Laguna los suelos son muy profundos, con drenajes externo e interno rápidos y natural bien drenado, de relieve escarpado y pendientes del 50%. El perfil es de tipo ABC, con buena estructura. El horizonte superficial es de color negro, seguido por un horizonte transicional (AB) de color pardo a pardo oscuro que descansa sobre un horizonte pardo amarillento, con texturas moderadamente gruesas.

En el Conjunto Farallona los suelos son superficiales por presentar un grado de erosión severa, cascajo y piedra en la superficie que afectan la profundidad efectiva del perfil; con drenajes interno y externo rápidos y natural

excesivo. El relieve es escarpado, con pendientes de 70- presenta erosión severa y movimientos de masa. El perfil del suelo es de tipo AC; los colores de los dos horizontes son pardo oscuros, de texturas moderadamente gruesas.

En el Conjunto Cundina los suelos son moderadamente profundos por presentar material altamente meteorizado a poca profundidad; de drenajes externo rápido, interno medio y natural bien drenado. El relieve es fuertemente quebrado o escarpado, con pendientes del 40-60% y presenta erosión ligera. El perfil es de tipo AB, con un horizonte superficial pardo muy oscuro, de textura moderadamente fina, que descansa sobre un horizonte pardo amarillento oscuro, de textura media, con material en alto grado de meteorización.

La Federación Nacional de Cafeteros (1988) ha clasificado los suelos, de la región cafetera, por zonas: Alta (1750-2300 m.s.n.m), media (1250-1750 m.s.n.m.) y baja (900-1250 m.s.n.m). Los suelos en el Municipio de La Celia están en la zona media y fueron clasificados como asociación de las unidades Chinchiná y Catarina, derivados de cenizas volcánicas y esquistos talcosos biotíticos, respectivamente.

Los suelos de la unidad Chinchiná son de color pardo amarillento, estructura estable y alta capacidad de reten-

ción de agua; sus principales características son: baja fertilidad natural, pobre en elementos nutritivos, alto contenido de materia orgánica y bajo contenido de fósforo.

La Unidad Catarina presenta suelos de color pardo grisáceo muy oscuro con buena fertilidad natural, medianos en materia orgánica, buen contenido de bases de cambio (Ca y Mg), medianos en K y pobres en fósforo.

2.2. VEGETACION

Según IBAC (1977), el Municipio de La Celia pertenece a la formación vegetal bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), con una precipitación media anual de 2881,4 mm (Estación Tesorito) y una temperatura media de 21°C.

2.3. CLIMA E HIDROGRAFIA

La distribución de climas en el Municipio de La Celia es la siguiente: piso térmico medio en un área de 6.900 hectáreas y piso térmico frío en 1.800 hectáreas.

Su potencial hidrográfico está representado por los ríos Cañaveral, Monos y Totuí, y las quebradas Cristalina, La Secreta, El Tigre, La Polonia, y La Liboriana, principalmente.

3. METODOLOGIA

La evaluación de los aspectos geológicos locales, dentro de un marco geológico regional, exige adoptar una metodología que permita discernir entre aspectos de orden puramente zonal y regional. El desarrollo de tal metodología se realizó por etapas sucesivas, a saber;

Revisión de la información bibliográfica a nivel local y regional, que incluye los aspectos geológicos, suelos, clima, hidrología, sismos y generalidades referentes al municipio.

Los trabajos consultados se discuten en el capítulo 2 de este informe.

Se llevó a cabo una cartografía geológica y estructural subregional, basada en fotografías áreas de FEDERACAFE y del IGAC, así:

	Escala	año	vuelo	Números
FEDERACAFE	1:11300	1979	F-13	4980-4981- 4982
	1: 9000	1980	F-12C	3428-3429
IGAC	1:31400		C2068/31614	232 al 235
	1:31410		C2273/33822	167-168 169

En esta etapa se elaboraron fotocalcos de drenaje, estructuras, procesos erosivos, unidades litológicas y formaciones superficiales.

A nivel litológico y de estructuras, solamente se contó con información a nivel muy regional, por lo cual no fue posible complementar los fotocalcos con la información existente.

El trabajo de campo permitió la delimitación y caracterización de unidades litológicas, estructuras y formaciones superficiales. Se realizó una descripción detallada de cada una de los procesos previamente identificados y se delimitaron áreas con distinto grado de estabilidad. Se hizo, además, un inventario de viviendas, teniendo en cuenta el tipo y estado de la construcción. El Mapa 1 muestra la localización de las estaciones de trabajo.

El trabajo final de oficina consistió en elaborar el informe y los mapas respectivos.

Los mapas se produjeron con base en una fotografía aérea ampliada del IGAC a escala 1:6700 de 1987, vuelo C-2273, número 192. Dichos mapas fueron:

1. Mapa de localización. En él se establecieron los puntos de observación o estaciones, conforme a lo registrado en la libreta de campo.
2. Mapa de formaciones superficiales. En él se distinguen las áreas en donde se hallaron materiales con naturaleza física diferente.
3. Mapa de procesos erosivos. Presenta los diferentes fenómenos erosivos que afectan la población y si están o no activos.
4. Mapa de Aptitud para el uso urbano. Se da una clasificación del área de estudio urbanizada o no y el grado de estabilidad que presenta.

El estado de la construcción en el área urbana, se presenta en un mapa planimétrico a escala 1:1500, del año 1982, elaborado por Planeación Departamental.

El mapa morfométrico se realizó con base en las planchas 204-IV-D-2 y 204-IV-D-4 del IGAC, escala 1:10000 y por mediciones directas de campo.

4. ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS

4.1. GEOLOGIA Y ESTRUCTURAS

Desde el punto de vista tectónico, el Municipio de La Celia pertenece al terreno Cañasgordas, interpretado como un arco de islas o corteza oceánica, acrecentado al margen continental occidental de la placa suramericana (INGEOMINAS, 1983).

Las unidades litológicas que afloran en la región son rocas metasedimentarias tipo filitas, metaareniscas y metachert; éstas se describen a continuación:

4.1.1. Unidades litológicas (Figura 2). Rocas Metasedimentarias. Son rocas estratificadas, compuestas por filitas de color amarillo, amarillo rojizo, pardo o gris, en ocasiones abigarradas, intercaladas con metaareniscas que, generalmente, aparecen en lentes de espesor variable.

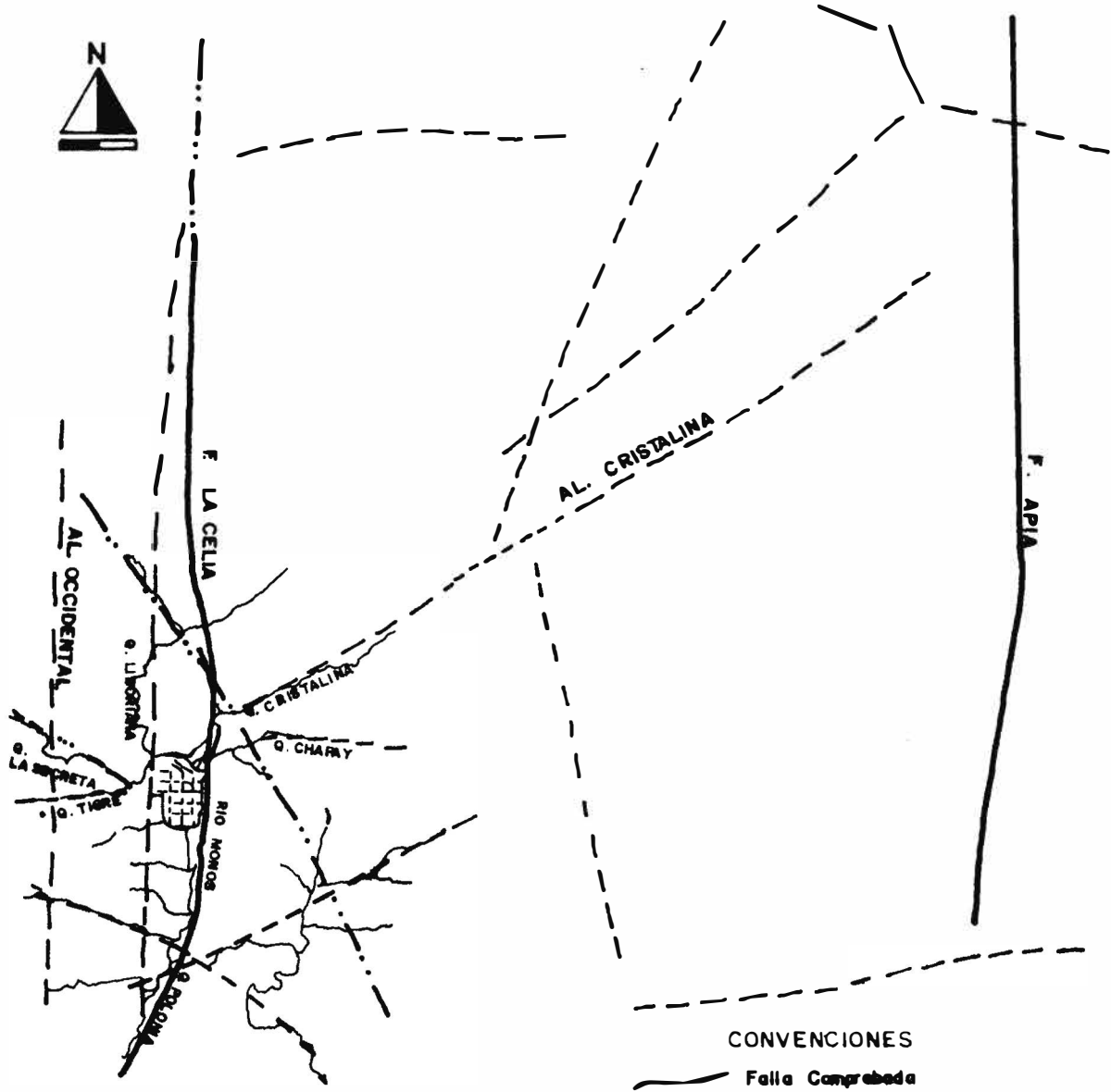


FIGURA 2. GEOLOGIA Y ESTRUCTURAS

Se han denominado filitas, a lutitas, que por sus características, parecen haber sufrido un metamorfismo penetrativo, posiblemente regional de bajo grado; sin embargo no se descarta la posibilidad de que sean efectos exclusivamente dinámicos.

Las metaareniscas están compuestas predominantemente por cuarzo y presentan una matriz arcillosa. Aparecen en lentes con espesores de 20 ó 30 cm; ocasionalmente éstas predominan sobre las filitas y llegan a formar estratos hasta de 2 m de espesor.

No siempre las filitas están intercaladas con las metaareniscas; algunas veces aparecen estratos de chert negro, con abundantes venas de cuarzo, fuertemente plegados y en espesores de 10 a 20 cm.

Generalmente este conjunto de rocas metasedimentarias está afectado por fuertes efectos dinámicos; es común encontrarlas con alto grado de fracturamiento y cizallamiento, con desarrollo de pliegues y micropliegues, o afectadas por fallas de carácter local y regional.

En algunos lugares se pueden apreciar lentes de metaarenisca y metachert (más competente), encerrados por filitas completamente cizalladas.

Las rocas generalmente están cubiertas por cenizas volcánicas, depósitos de pendiente o depósitos de flujo de escombros y sólo afloran en los lechos de las quebradas o cortes de carretera y caminos.

4.1.2. Estructuras.

4.1.2.1. Generalidades. La fuerte expresión geomorfológica de la zona de estudio, al igual que las evidencias de campo encontradas, ponen de manifiesto las numerosas estructuras que afectan la región (Figura 2).

Las estructuras más importantes presentan direcciones N-S y NE; se conjugan con algunos alineamientos de dirección NW, de tal forma que separan o limitan "bloques" con superficies semiplanas o colinas redondeadas.

Estas superficies contrastan con el resto de la topografía que presenta alturas mayores, dando un aspecto de "bloques descendidos".

Las pocas estructuras de dirección E-W son cortas y corresponden, básicamente, a alineamientos de quebradas o valles triangulares, como el alineamiento de la quebrada Del Tigre.

4.1.2.2. Falla Apía. Esta falla es de gran importancia por sus características regionales; pasa a 5 km al oriente de la Celia, con una dirección general N-S y buzamiento vertical; ha sido cartografiada por cerca de 30 km.

Según James (1986), esta falla se desprende de la Falla Ansermanuevo (ó Falla de Toro, según Caballero y Zapata, 1983) al este de Balboa.

Hacia el norte, la falla pasa cerca de las poblaciones de Santuario y Apía, donde afecta seguramente rocas metasedimentarias y volcánicas del Cretáceo.

4.1.2.3. Falla La Celia. Se extiende por cerca de 10 km, con una dirección general N-S y atraviesa la población de La Celia por su sector oriental.

Las evidencias geomorfológicas son notorias: alineamiento del Río Monos y la Quebrada La Colonia, silletas cambios de pendiente alineados, contrastando con depósitos asociados a la traza; laderas de pendiente pronunciada con depósitos coluviales asociados, en la margen izquierda del Río Monos.

Otras evidencias estructurales son: Cizallamiento de las rocas metasedimentarias (en ocasiones del orden de centí-

metros) y numerosas fallas secundarias locales, asociadas.

Por la vertiente occidental del Río Monos se localiza un alineamiento fotogeológico que se desprende de la Falla La Celia en ambos extremos, norte y sur.

La manifestación estructural de esta falla "doble", da como resultado una expresión geomorfológica muy similar a una fosa de distensión o graben, correspondiente al valle del Río Monos, lugar de asentamiento de la cabecera municipal de La Celia.

Posiblemente se trata de una falla normal, con movimientos sinistral y una componente en rumbo, que ha provocado el desvío de varios cauces.

4.1.2.4. Alineamientos fotogeológicos. Los principales alineamientos fotogeológicos son: Alineamiento Occidental, paralelo a la Falla La Celia, de dirección N-S; atraviesa las quebradas La Secreta y Del Tigre al oeste de la cabecera municipal.

Alineamiento La Cristalina, de dirección NE, con una traza de aproximadamente 7 km; controla parte del cauce de la Quebrada La Cristalina.

Otros alineamientos menores corresponden a trazas con dirección NE y proyecciones hasta cercanías de Santuario; alineamientos de dirección NW que atraviesa el área urbana en su sector noroccidental y alineamientos con dirección E-W de las quebradas Chapay y Del Tigre, con secciones en "v".

4.1.2.5. Fallas locales. Numerosas fallas locales se aprecian en el área de estudio, relacionadas, en su gran mayoría, con la Falla La Celia.

En la vía de acceso alterna, frente a las instalaciones del cuerpo de bomberos se presenta un fallamiento local de direcciones $N40^{\circ}W/70^{\circ}E$ y $N16^{\circ}W/63^{\circ}E$, el cual afecta filitas que envuelven lentes de metaarenisca y metachert. Las rocas están microplegadas, cizalladas e intensamente fracturadas.

A la altura del estadio, por la misma vía, se observa un fallamiento con dirección $N15^{\circ}E/67^{\circ}E$; se aprecian estrías y deformaciones de la roca.

En la carretera de acceso principal, sitio del arco de los motoristas, a 150 m del cuerpo de bomberos, se observa un sistema de fallamiento que afecta rocas metasedimentarias, con las siguientes direcciones:

- N3°W, buzamiento 80° al este, la dirección del movimiento es E-W y plunge de 78°; presenta espejos de falla.
- N8°W, buzando 75° al este; dirección del movimiento: N75°W y plunge de 75° presenta plano estriado.
- N-S, buzando 67° al este.
- N28°E, buzando 55 al este; la dirección del movimiento es normal al rumbo y presenta un plunge de 55°. Exhibe acanaladuras en su plano de falla.

4.1.2.6. Actividad tectónica reciente. En el límite sur del jardín botánico, en una cárcava en formación, se presenta una pequeña falla, con dirección N21°E y buzamiento de 30° al W; representa la superficie de separación entre rocas metasedimentarias (filitas y areniscas) y un depósito tipo flujo de escombros. La zona de influencia de la falla presenta 20 m de longitud y se caracteriza por fuerte alteración de la roca y la presencia de una película arcillosa en el plano de la falla.

Otra clara evidencia de actividad tectónica reciente se manifiesta en cenizas volcánicas diaclasadas, según direcciones N44°E, buzando 64° al W y N32°W, buzando 69° al E, con predominio de las primeras. El espesor de las cenizas

volcánicas es de 5 m; las diaclasas actúan cada 10,20 ó 30 cm y pueden apreciarse en el talud superior de la vía de acceso alterna, a la altura de la estación repetidora.

4.2. FISIOGRAFIA Y MORFOMETRIA

El área urbana del Municipio de La Celia está localizada en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental, a una altura de 1.480 m, sobre un relleno aluvial, relacionado posiblemente con una estructura de tipo fosa tectónica (Ver capítulo 4, numeral 4.6).

La vertiente oriental del casco urbano, presenta superficies escarpadas, con pendientes mayores del 100%; determina un tramo bastante recto del Río Monos; la vertiente occidental, en cambio, se caracteriza por cambios bruscos en la pendiente, zonas con pendientes mayores del 65%, silletas y colinas bajas en la zona norte, y depósitos de ladera, cuya pendiente se suaviza bastante hacia el casco urbano.

El Mapa 2 muestra claramente esta distribución de las pendientes; permite además establecer la marcada influencia que han tenido las estructuras a un nivel más regional; así por ejemplo, se observa un cauce muy recto y muy encañonado en las quebradas Del Tigre y La Cristalina, al igual que

en el Río Monos; las cuchillas son rectas y se dirigen hacia el casco urbano, las laderas son homogéneas y con pendientes superiores al 100%. Es común observar silletas y hombreras que definen algunos alineamientos, tal como se discute en el capítulo de estructuras.

El análisis del mapa morfométrico permite establecer que solamente un 5% del área de estudio corresponde a una zona plana o de pendiente baja, mientras que la mayor parte del área presenta topografía muy abrupta, con pendientes mayores del 40%.

La Figura 3 muestra un perfil esquemático de la topografía en inmediaciones del área urbana y en sentido E-W.

4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

Tal como se aprecia en el Mapa 3, éstas son muy variadas en el área de estudio.

Su conocimiento permite inferir la susceptibilidad del suelo a los diferentes cambios que en él se operen por efecto de obras civiles.

Para tal efecto, sería necesario efectuar estudios geotécnicos que no están al alcance de este trabajo; sólo se

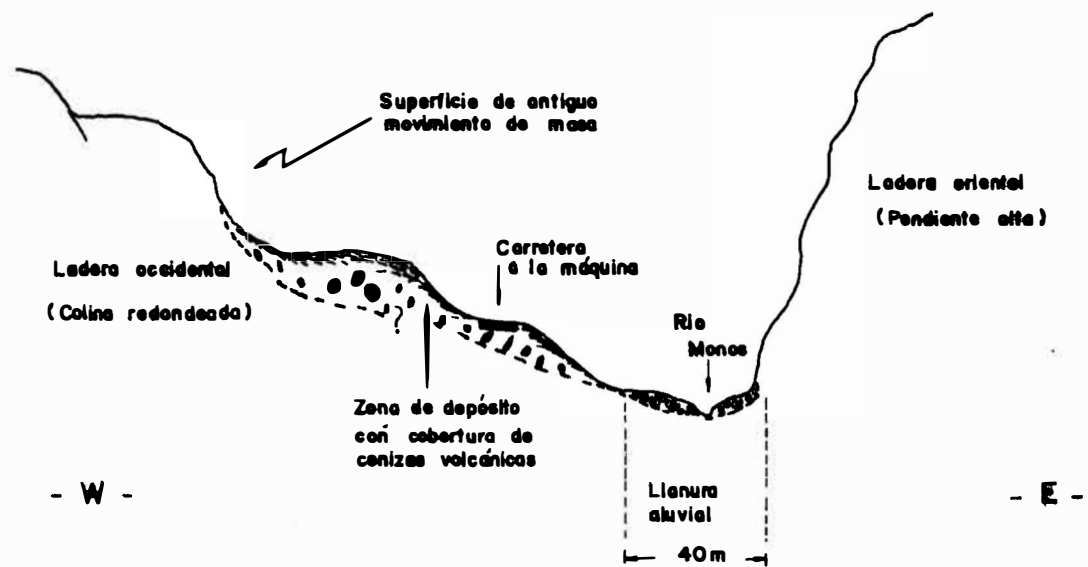


FIGURA 3. PERFIL ESQUEMATICO W-E EN EL SECTOR SUR DEL AREA URBANA

describirán estas formaciones en forma cualitativa de acuerdo a las observaciones de campo.

4.3.1. Cenizas volcánicas. Se encuentran en el área de estudio con espesores que varían desde pocos centímetros hasta más de 5.5 m.

La figura 4 muestra dos perfiles levantados en la carretera hacia La Máquina y en la vía a la Laguna.

Aparecen suprayaciendo generalmente rocas sedimentarias, y en ocasiones, como en la vertiente occidental, al sur del casco urbano, depósitos de vertiente. Asociados a estos depósitos, en taludes subverticales, tal como se presentan en las carreras 4 y 5 y calle 2Bis ha habido desprendimientos de masa de suelo, originados por la deshidratación de las cenizas; no se apreciaron movimientos de masa relacionados con el contacto ceniza volcánica/roca sedimentaria o ceniza volcánica/depósito de vertiente.

En la vertiente oriental, en inmediaciones del estadio, las cenizas volcánicas están ausentes; esto ocurre hacia la parte media a inferior de la ladera, donde aparecen depósitos de vertiente. En forma similar, las cenizas están ausentes en algunos otros sitios; su carácter es local y muy reducido por lo cual no es posible apreciarlo en el

Mapa 3 de formaciones superficiales.

En la llanura de inundación del río aparecen cenizas volcánicas mezcladas con el relleno aluvial; esto se pudo observar en unas trincheras abiertas en el sitio donde se construye la Urbanización El Hogar Colombiano; también aparecen mezcladas en algunos sectores de la carretera a La Laguna, en la zona urbana, cerca al parque y en la vía a la bocatoma.

En el sitio denominado La Capilla, carretera alterna de acceso, se encontró un horizonte de cenizas volcánicas de 5 m de espesor, diaclasado, según direcciones N44E/64W y N32W/69E, predominando la primera de ellas.

4.3.2. Abanicos aluviales. Se les encuentra asociados al Río Monos, en su margen izquierda. Se reconocieron dos de carácter importante por su tamaño.

Al norte del estadio se encuentra un cono formado por un pequeño caño que nace en la parte media de la ladera y que es alimentado además por las aguas provenientes de la carretera. Estos depósitos llegan hasta la margen del río y se confunden con los depósitos aluviales; son cortados actualmente por el caño y están siendo intensamente socavados por el río. Un talud vertical de 3 m de altura y con

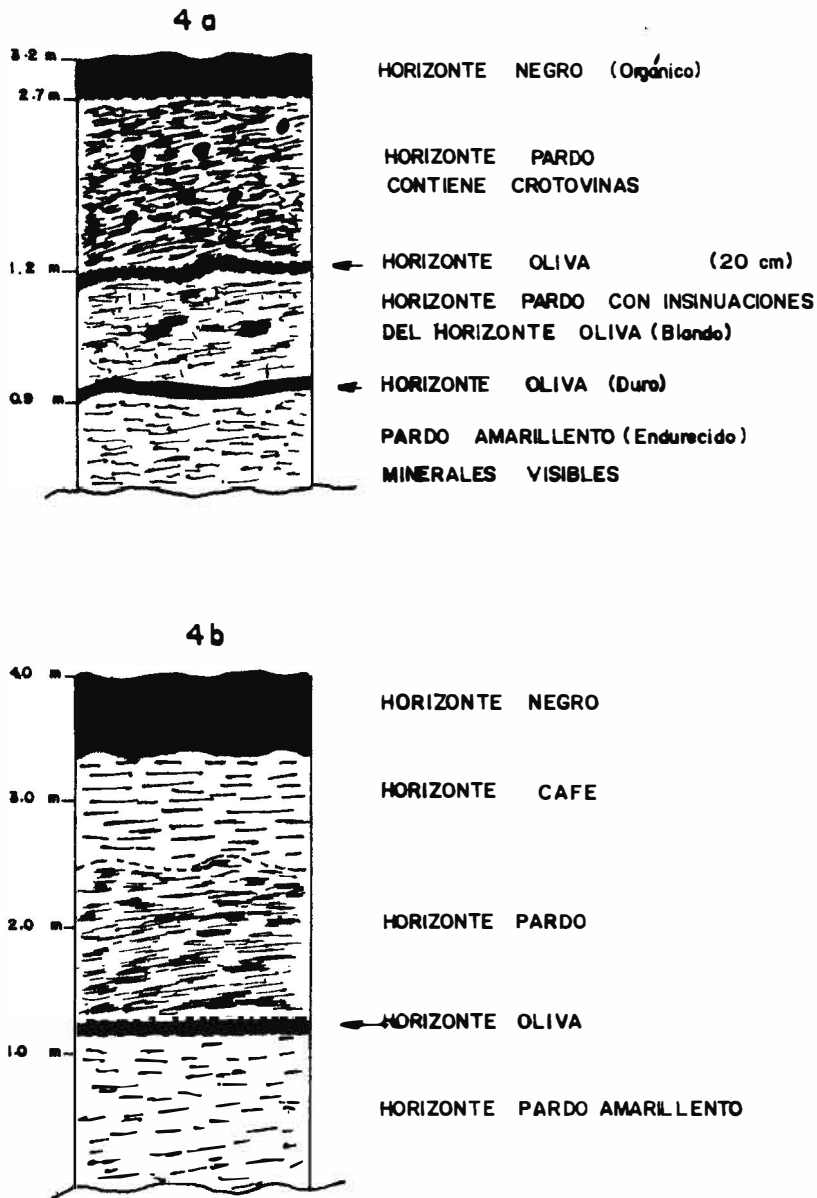


FIGURA 4 PERFILES DE CENIZAS VOLCANICAS
SECTORES DE LA MAQUINA (4a)
Y LA LAGUNA (4b)

cierta concavidad observada en fotografías aéreas sugiere que de este sitio fue extraído material en otros tiempos.

En los depósitos del cono, predominan los fragmentos angulares de lutitas y en menor proporción de areniscas y chert negro dentro de una matriz limoarenosa.

Existe otro abanico al sur del área urbana que también ha sido muy afectado por las crecientes del río y por el mismo caño que lo formó. Este caño ha labrado un canal que ya alcanza una profundidad de 2.50 m y un ancho de 2 m y amenaza con seguir ampliándose, dado el alto gradiente que presenta en su parte media a superior y además porque también recibe las aguas de escorrentía provenientes de la carretera.

En este cono hay dos viviendas que se están viendo seriamente afectadas por tales procesos erosivos, ante lo cual es necesario tomar las medidas pertinentes.

4.3.3. Depósitos aluviales. Tienen gran importancia los depósitos aluviales relacionados con el Río Monos, tales como las terrazas, en la más alta de las cuales se asienta el área urbana, y los depósitos torrenciales como los que se aprecian en la vía hacia la bocatoma de la Quebrada La Secreta.

A la altura del casco urbano, empiezan a observarse algunos niveles de terrazas del Río Monos. La llanura de inundación se encuentra a alturas que varían desde 0.30 a 1.40 m, con respecto al río. En ella es frecuente hallar grandes bloques de rocas sedimentarias que evidencian el carácter torrencial del río. Una sección típica de una terraza del Río Monos se presenta en la Figura 5.

Una segunda terraza aparece en forma muy evidente en varias secciones del río; en ella está asentada la mayor parte de la población. Aquí también, a alturas hasta de 30 m con relación al nivel actual del río se encuentran bloques de roca sedimentaria transportados por éste.

Hacia el sur del casco urbano, la llanura de inundación puede alcanzar hasta 50 m de ancho y sólo está a 1.30 m del nivel actual del río.

Sólamente a la altura del área urbana se encuentran terrazas del Río Monos bien desarrolladas; la altura de la llanura de inundación con respecto al nivel del río no permite que ésta sea utilizada con fines urbanísticos ya que normalmente, en época de invierno, el nivel del agua sube hasta 1.5 m aproximadamente.

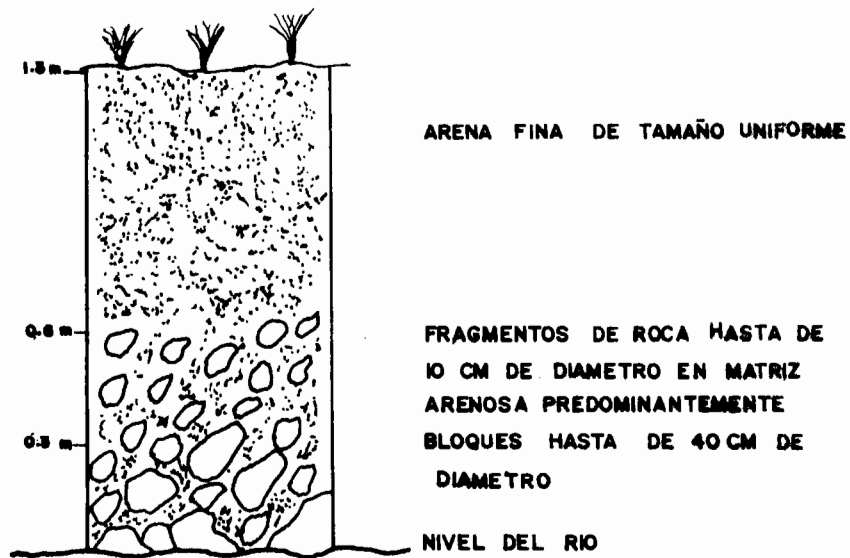


FIGURA. 5 COLUMNA ESTRATIGRAFICA REPRESENTATIVA DE UNA TERRAZA DEL RIO MONOS, EN CERCANIAS DEL MATADERO

Otros depósitos asociados al río son los torrenciales. Se aprecian en la carretera a la bocatoma de la Quebrada La Secreta, en el sector de Dosquebradas y en el sector de La Máquina, entre otros.

Se caracterizan por presentar bloques de conglomerados, areniscas, lutitas y chert, dentro de una matriz arenosa, mezclada con cenizas volcánicas. El depósito es heterométrico, con cantos y bloques redondeados; en general se encontraron suprayaciendo rocas sedimentarias y cubiertas por cenizas volcánicas.

Tal como se aprecia en la Figura 6, que corresponde al depósito del sector de La Máquina, pero que representa igualmente otros sectores, la altura de los depósitos torrenciales con respecto al nivel del río es de 10 a 15 m, lo mismo que el tamaño de los bloques allí encontrados, que alcanzan el orden métrico; además, al parecer han sufrido alguna removilización, dada la mezcla en ellos de cenizas volcánicas.

4.3.4. Depósitos de vertiente. Se localizan en ambas vertientes del Río Monos en la parte media a inferior, dándole a la topografía un modelado más suave que el existente.

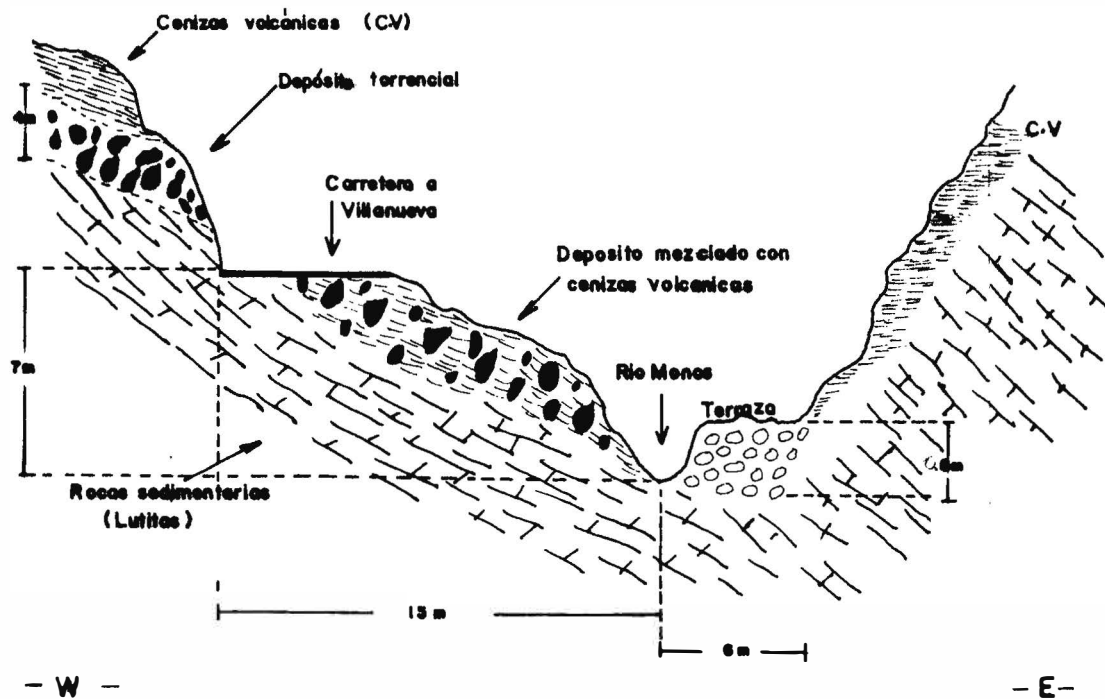


FIGURA. 6 DEPOSITO TORRENCIAL DEL RIO MONOS, SECTOR DE LA MAQUINA

Fueden diferenciarse dos tipos de depósitos: en la veriente occidental, flujos de lodo muy antiguos cubiertos por un grueso horizonte de cenizas volcánicas, forman un relieve de colinas bajas, redondeadas, que descienden hacia el este, suavizándose bastante.

El depósito se caracteriza por una matriz limo-arcillosa de colores abigarrados que envuelve fragmentos de roca metasedimentaria tipo filitas y metachert, con tamaños muy variables y en estado avanzado de meteorización.

En la carretera que conduce a la bocatoma de la Quebrada La Secreta, también es posible apreciar grandes depósitos de flujos de lodo, que dan a la topografía un modelado suave en zonas muy extensas, las cuales están siendo aprovechadas para el cultivo de café.

Los depósitos están suprayaciendo rocas metasedimentarias y en su mayoría están cubiertos por cenizas volcánicas.

En la vertiente oriental, en cambio, se observan depósitos de flujos de escombros o depósitos coluviales de carácter más reciente, como lo demuestra la ausencia de cenizas volcánicas o su mezcla con los depósitos.

Tales depósitos están posiblemente relacionados con el trazo de una falla que se extiende desde La Quiebra (Figura 2) y controla el relieve de la zona.

Estos depósitos se encontraron principalmente en los alrededores del estadio y del jardín botánico y se caracterizan por estar muy poco consolidados, compuestos por abundantes fragmentos angulosos de rocas metasedimentarias, dentro de una matriz limoarenosa de tonos abigarrados. En forma muy local, están cubiertos por cenizas volcánicas mezcladas con fragmentos de roca. A la altura de estos depósitos la pendiente se suaviza un poco, sin alterar el carácter homogéneo que presenta la ladera.

El espesor de los depósitos de pendiente no se pudo establecer; sin embargo, en los cortes hechos para la construcción del estadio, se observaron espesores hasta de 6 m; en la parte media de la ladera, sólo llegaban a 1.5 m.

4.3.5. Rocas metasedimentarias. Se les encuentra aflorando en los cortes de carretera y en los lechos de las quebradas. Son fundamentalmente filitas, metaareniscas y chert negro.

Las filitas predominan sobre las areniscas y el chert, los cuales en muchas ocasiones se encuentran en forma de lentes

encerrados por filitas. Este efecto, además del plegamiento e intenso fracturamiento de la roca, parece ocasionado por fuertes efectos dinámicos, relacionados con un complejo sistema estructural.

Tales características de las rocas metasedimentarias exigen estudios geotécnicos y estructurales detallados para la realización de obras civiles.

4.4. PROCESOS EROSIVOS

Los procesos erosivos dentro del marco de las actividades humanas son decisivos, ya que limitan el uso de la tierra o amenazan la estabilidad de las obras allí construidas.

La mayor parte de estos procesos son acelerados por la influencia antrópica. En el área de estudio, la socavación de orillas como proceso erosivo, es la que mayor importancia reviste, sin dejar a un lado la erosión superficial y los movimientos de masa (Mapa 4).

4.4.1. Erosión superficial. La necesidad de comunicación, en especial para intercambio comercial, entre las diferentes veredas y el casco urbano, creó toda una red de caminos de herradura que han degenerado en grandes cárcavas. Tal es el caso del camino al Tigre y a La Laguna en donde ha

crecido un cordón habitacional. Todos estos caminos aceleraron la erosión laminar y en surcos por la concentración de aguas que en ellos se da y su desvío hacia las laderas. La actividad ganadera también ha dejado su huella erosiva en las laderas, en especial al norte del casco urbano en predios de la parroquia y al suroeste en los alrededores de la quebrada del Matadero.

El sobrepastoreo ocasiona pequeños desprendimientos de masas de suelo, desniveles en éste que en ocasiones llegan a alcanzar más de un metro. En la actualidad estos terrenos están siendo recuperados con el cultivo técnico de café.

En la cuenca alta de la Quebrada La Secreta, la evolución de estos fenómenos de erosión superficial, esto es, sobrepastoreo y caminos de herradura, ha originado un considerable proceso de erosión en masa, que en conjunto con la socavación de orillas, podría acarrear movimientos de masa con el consiguiente peligro de represamiento de la quebrada.

4.4.2. Cárcavas. Además de los procesos de carcavamiento originados por los caminos de herradura, algunos pequeños manantiales, alimentados además por las aguas de escorrentía procedentes de las carreteras, o arroyos producidos exclusivamente por estas últimas, han ocasionado grandes

cárcavas, en el talud inferior de la carretera de acceso a La Celia y en especial en la ladera oriental del casco urbano.

El vertimiento de tierra en la margen de la carretera ha acelerado este proceso, tal como ocurre en el límite sur del jardín botánico en donde se generó una cárcava de cinco metros de profundidad por tres de ancho y aproximadamente 50 metros de largo, y cuyo tamaño sigue creciendo con el consiguiente perjuicio para la carretera y la finca aledaña.

En forma similar, está progresando una cárcava al sureste del área urbana en donde se formó un cono aluvial que ahora está siendo socavado en forma intensa por el pequeño arroyo que por allí corre. Su progreso está deteriorando los terrenos aledaños dos viviendas y ocasionando unas barreras de sedimentación en el Río Monos.

El control de los procesos de carcavamiento está supeditado, principalmente, a obras de captación y evacuación de aguas que se realicen en las carreteras.

4.4.3. Movimientos de masa. La importancia de los movimientos de masa en el área de estudio, radica especialmente en los cortes hechos para la ampliación de la carretera de

acceso, en los altos taludes sobre cenizas volcánicas de la colina occidental y en el corte para la construcción del estadio.

Además de éstos, se aprecian grandes cicatrices (30 a 40m de ancho) de movimientos antiguos cuyos rasgos ya se han suavizado y colonizado por la vegetación (Mapa 4).

4.4.3.1. Deslizamientos. Dentro de esta categoría se ubica el movimiento generado en el sector del estadio y otros pequeños movimientos en la vía al Tigre.

El deslizamiento en el estadio afectó un área de aproximadamente 320 m². Se originó a partir de depósitos de flujos de escombros poco consolidados, sobre una pendiente fuerte y con aporte abundante de agua, por un corte vertical de aproximadamente seis metros de altura. Su progreso se hace inminente dado que en la parte superior se observan grietas paralelas a la corona que han alcanzado profundidades hasta de 60 cm.

Asociados a problemas de socavación de orillas se observan pequeños deslizamientos en la margen izquierda de la Quebrada Del Tigre, por lo cual es recomendable una vigilancia permanente.

Además de los movimientos mencionados, que son de carácter activo, por fotografías aéreas y trabajo de campo se detectaron cicatrices de antiguos deslizamientos, que aunque han suavizado sus rasgos y están colonizados por la vegetación, podrían reactivarse por cambios en el uso del suelo.

4.4.3.2. Movimientos de masa mixtos. Se localizan especialmente en los cortes de las carreteras para su apertura o ensanchamiento. Se da una combinación de procesos que comienza con desprendimientos de masas de suelo, sobre taludes subverticales con rocas metasedimentarias altamente fracturadas, cubiertas generalmente por un horizonte de cenizas volcánicas. Se dan agrietamientos paralelos a la corona del movimiento; a éstos le sigue colapsamiento y el deslizamiento del terreno, la mayoría de éstos de carácter traslacional.

La ampliación de la vía a La Laguna ha originado un sinnúmero de estos movimientos, cuyo resultado ha sido la desestabilización de la pendiente, el deterioro de la carretera y de los cultivos de café aledaños a ella.

Los movimientos presentados en la vía al Tigre, y originados por su apertura, aunque no son de gran magnitud, afectan las tuberías de conducción de agua del acueducto

que abastece parte del pueblo.

4.4.3.3. Desplazamientos del terreno. Este fenómeno erosivo se caracteriza por un movimiento del terreno en el sentido de la pendiente; este es lento y origina desniveles sucesivos, que en ocasiones llegan a tener más de 1 m; pequeños desprendimientos cuya evolución deja desprotegidas áreas mayores, y sometidas a la acción del agua lluvia; se presentan también agrietamientos que provocan el descenso, en bloques, del terreno.

Este fenómeno de erosión en masa se presenta en la cuenca alta de la Quebrada La Secreta y se ve acentuado por el sobrepastoreo, las caminos de herradura y la socavación de la quebrada.

La zona está cubierta por cenizas volcánicas sobre rocas metasedimentarias muy fracturadas y en estado avanzado de meteorización.

4.4.4. Socavación de orillas. Como se mencionó anteriormente, el fenómeno de la socavación de orillas en La Celia, es el que mayor importancia reviste, dada la localización del área urbana, en la confluencia de varias corrientes, la intensa actividad de éstas y los ancones que se presentan en su recorrido (Mapa 4).

En la Quebrada Del Tigre, por ejemplo, a pesar de ser su cauce bastante recto, posiblemente controlado estructuralmente, se presenta el mayor número de sitios donde la quebrada erosiona sus orillas. Ello ha originado la desestabilización de la banca de la carretera, dejando aislada la vereda, y sucesivos deslizamientos sobre la margen izquierda, que aunque de pequeño tamaño tienden a desestabilizar la vertiente, con el consiguiente peligro de un represamiento. Las quebradas La Liboriana y parte media de La Cristalina, socavan intensamente sus propios depósitos y con menor frecuencia las vertientes. A la altura de la salida para La Celandia, urbanización Ligeyi Muriel de Mustafá y alrededores del cuerpo de bomberos, la Quebrada La Cristalina está socavando unos depósitos de vertiente y depósitos antrópicos colocados allí como barreras de protección.

En el área urbana, la socavación por parte del Río Monos, pone en peligro las viviendas localizadas sobre sus márgenes. Para contrarrestar este influjo, se han construido muros, que en su mayoría están ya deteriorados.

4.5. ASPECTOS SISMICOS

Dentro de un marco geológico regional, el estudio de la actividad sísmica es uno de los factores que se debe

considerar, si se pretende que las poblaciones se desarrollen en un ámbito seguro.

El Municipio de La Celia se ubica dentro de la zona clasificada como de riesgo sísmico moderado a alto. En él hay una confluencia de estructuras de carácter regional, además de evidencias de tectónica reciente, que podrían ser fuente de algunos eventos sísmicos, tal como lo señala James (1986) en su estudio sismotectónico del Viejo Caldas.

Tal como se mencionó en el capítulo de estructuras, la manifestación estructural de la Falla La Celia "da como resultado una expresión geomorfológica muy similar a una fosa de distensión o graben". Esto implica, además de otros rasgos como alineamientos de silletas, bloques aparentemente descendidos, drenaje recto, una marcada actividad tectónica relativamente reciente.

Otro aspecto importante al que hace alusión James (1986), se refiere al hecho de que el casco urbano se encuentra asentado sobre el relleno aluvial de Río Monos; dicho material, por muy consolidado que se presente, tiene densidades muy inferiores a las rocas del basamento, esto es, rocas metasedimentarias. Tal diferencia de densidades produce "un aumento del efecto sísmico, tanto en términos de aceleraciones como desplazamientos de la superficie"

(SIC). Sin embargo, para caracterizar los efectos sísmicos en el Municipio de La Celia, se hace necesario un estudio geológico, estructural y geotécnico detallado, que contemple, entre otras, las relaciones entre las diferentes formaciones superficiales y las rocas del basamento, esto es, rocas metasedimentarias/depósitos de pendiente/cenizas volcánicas ó rocas metasedimentarias/depósitos aluviales/cenizas volcánicas.

La información sobre la magnitud de los efectos sísmicos en el municipio es muy escasa. De hecho, solamente se pudo contar con relatos de algunos habitantes de la zona, que sin embargo no recuerdan con exactitud las fechas en que ocurrieron los sucesos o tienden a confundirlas, resultando así entre diferentes versiones algunas incongruencias. No hubo daños en estructuras; en general sólo caída de tejas.

4.6. EVOLUCION GEOMORFOLOGICA

El último levantamiento de la cordillera, en la Orogenia Andina (Plioceno), generó y/o aceleró una actividad tectónica que trajo como resultado movimientos diferenciales en bloques, dando lugar a colinas con zonas planas y cerros redondeados. Estos bloques, limitados o separados por estructuras, contrastan con una fisiografía de pendientes pronunciadas y con el valle del Río Monos, donde se asienta

la cabecera municipal de La Celia. Dicho valle pudo tener uno de dos orígenes:

Tectónico: se formó una fosa de distensión o graben, a partir de una falla doble (Falla La Celia), tal como se discutió en el capítulo de estructuras. Esto facilitó la acción acelerada de las corrientes del sector que se fueron adaptando paulatinamente hasta confluir en dicho graben; cambió parcialmente la dirección del Río Monos y su cauce se alineó, como se observa en la actualidad, con las quebradas La Polonia y La Cristalina.

La acción de los procesos erosivos en masa también estuvo presente, formándose numerosos flujos de lodo y escombros asociados a la Falla La Celia.

Erosivo: El valle del Río Monos es de carácter aluvial, formado por la acción erosiva del Río Monos, cuya cuenca concentra gran cantidad de agua de escorrentía y recibe aguas de sus afluentes, que confluyen con éste precisamente en el extremo norte del valle.

De todas maneras sea cual fuere el origen de este valle, las estructuras han marcado un factor importante, ya que no sólo la mayoría de las corrientes han ajustado su cauce a ellas, permitiendo su profundización y aumentando su

capacidad de remoción y transporte de sedimentos, sino que también han facilitado la acción de fenómenos erosivos en masa.

4.7. INFLUENCIA HUMANA

Si bien es cierto que la acción natural de los procesos erosivos es la responsable del actual modelado del paisaje, también lo es la acción antrópica, que ha contribuido de manera decisiva a que estos procesos se acentúen de forma tal que el paisaje se haya visto altamente afectado.

Pero si bien el hombre ha tenido responsabilidad sobre estos fenómenos, ha sido en razón de sus necesidades más primordiales como alimentación, vivienda y comunicaciones, lo que sin embargo, en especial en los últimos tiempos, no disculpa el uso irracional que se le ha dado al suelo.

4.7.1. Cortes de carretera y caminos. Como se mencionó en el capítulo sobre procesos erosivos, los caminos de herradura en el Municipio de La Celia son numerosos y unen las distintas veredas con el casco urbano. Su apertura ha degenerado en cárcavas de gran magnitud, que en ocasiones, como en el camino a La Laguna, han visto crecer en sus márgenes, habitaciones que por la carencia total de recursos, terminan por deteriorar más el suelo, poniendo en

peligro las vías. Por estos caminos corre gran cantidad de agua, lo que contribuye a su profundización y ensanchamiento y por ende a la desestabilización del terreno aledaño.

Los cortes de carretera, en razón de costos, han sido efectuados sin las especificaciones óptimas, generándose un sinnúmero de deslizamientos, que tienden a progresar y por lo tanto desestabilizan las vertientes. Tales deslizamientos se originan por cortes altos sobre rocas metasedimentarias muy fracturadas y que en ocasiones buzan en favor de la pendiente.

En la mayoría de los casos estos procesos tienden a estabilizarse por sí solos con el tiempo, razón ésta que no justifica la falta de control sobre las obras de apertura y ampliación de las vías.

Al igual que la apertura de una vía, su ampliación requiere un estudio detallado por cuanto supone cortes mayores, además de la reactivación de los antiguos procesos.

4.7.2. Depósitos antrópicos. La necesidad de adecuar ciertos sitios para establecer allí obras civiles, ha obligado a efectuar llenos o barreras de tierra y a deshacerse de materiales sobrantes de tales obras civiles.

En La Celia se ha dado una combinación de estos factores: Se han utilizado como botaderos de tierra las márgenes de la Quebrada La Cristalina y del Río Monos, tratando de establecer una barrera que impida que el agua inunde los predios adyacentes en épocas de invierno, para poder urbanizarlos. Tal es el caso de la urbanización Ligeyi Muriel de Mustafá sobre la margen izquierda de la Quebrada La Cristalina y de la Urbanización El Hogar Colombiano, sobre la margen derecha del Río Monos.

Estos depósitos, al igual que el lleno efectuado al suroeste del estadio, están siendo removidos por la acción de las corrientes y de las aguas de escorrentía, ya que no han recibido la protección adecuada.

Como puede observarse, el depósito antitécnico de estos materiales, puede acarrear problemas mucho mayores, que inclusive pongan en peligro la integridad física de las personas. Además, la carga que lleva el río se ve incrementada por el depósito de materiales en su lecho produciéndose más al sur una acumulación importante de sedimentos que afectarían el régimen fluvial y con ello a la población.

4.7.3. Usos de la tierra. Aunque el casco urbano de La Celia se encuentra asentado sobre un relleno aluvial, con

buenas características para ese uso, los habitantes, además de no respetar la zona de influencia del río y las quebradas, han efectuado cortes sobre las laderas circundantes con el fin de ubicar allí sus viviendas.

Esto ha traído consigo la necesidad de apertura de nuevas vías y la extensión de los servicios públicos. Tal es el caso de las viviendas localizadas en la colina occidental, carreras 4 y 5, el Barrio Alto de la Sirena y el estadio municipal, que han obligado a la construcción de obras de protección muy costosas que sin embargo sólo han remediado en parte los problemas erosivos.

La actividad ganadera revistió gran importancia en el pasado y produjo el deterioro rápido de las vertientes, en especial hacia el norte del casco urbano, en predios de la parroquia, y hacia el suroeste, en los alrededores del matadero.

La actividad agrícola está recuperando estos terrenos; se está procediendo al cultivo del café en forma técnica, con lo cual se frena en parte la erosión. Sin embargo, la misma actividad agrícola ha acabado con grandes zonas de bosque y dejado sin protección las orillas de las quebradas.

Hacia el sur del casco urbano, salida para Villanueva, se adaptó un terreno para un relleno sanitario. Esto ha traído grandes beneficios para la población por cuanto se está disponiendo de las basuras en forma higiénica y segura.

El terreno es una hondonada donde se ha instalado un filtro para extracción de gases y otro para evacuación de líquidos. Sería necesario, además, diseñar un sistema de purificación de tales líquidos con el fin de que al llegar a la cañada no la contaminen.

Es indispensable también, con el fin de obtener una óptima utilización buscar un mejor sistema de compactación ya que el terreno está quedando muy suelto.

5. ASPECTOS HIDROLOGICOS

5.1. GENERALIDADES

El estudio detallado de las cuencas hidrográficas en el Municipio de La Celia, tiene gran significado dentro del presente trabajo, si se tiene en cuenta que la cabecera está ubicado en la confluencia de las quebradas Liboriana, Del Tigre, Cristalina y Chapay con el Río Monos.

La escasez de registros sobre precipitaciones impidió hacer cálculos relacionados con la probabilidad de recurrencia de precipitaciones máximas, que aumentan peligrosamente el caudal de los ríos o que puedan superar la capacidad de almacenamiento de algunas formaciones superficiales, generando movimientos de masa. Tampoco fue posible realizar cálculos acerca de las crecientes máximas esperadas, debido a la carencia total de registros sobre caudales.

Sólo fue posible hacer un análisis en términos cualitativos, con base en las planchas 204-IV-D-2 y 204-IV-D-4, en

las fotografías aéreas del IGAC, vuelo C-2273, números 192 a 197, escala 1:34410, en las observaciones de campo y en los relatos de los habitantes.

El 76% del área del municipio se encuentra en la formación vegetal conocida como bosque muy húmedo premontano (bmh-PM), con cerros altos y laderas quebradas y onduladas; su precipitación media anual es de 2100 mm, distribuidos tal como se aprecia en la Figura 7 y su temperatura media es de 21°C.

5.2. PARAMETROS MORFOMETRICOS Y MORFOLOGICOS

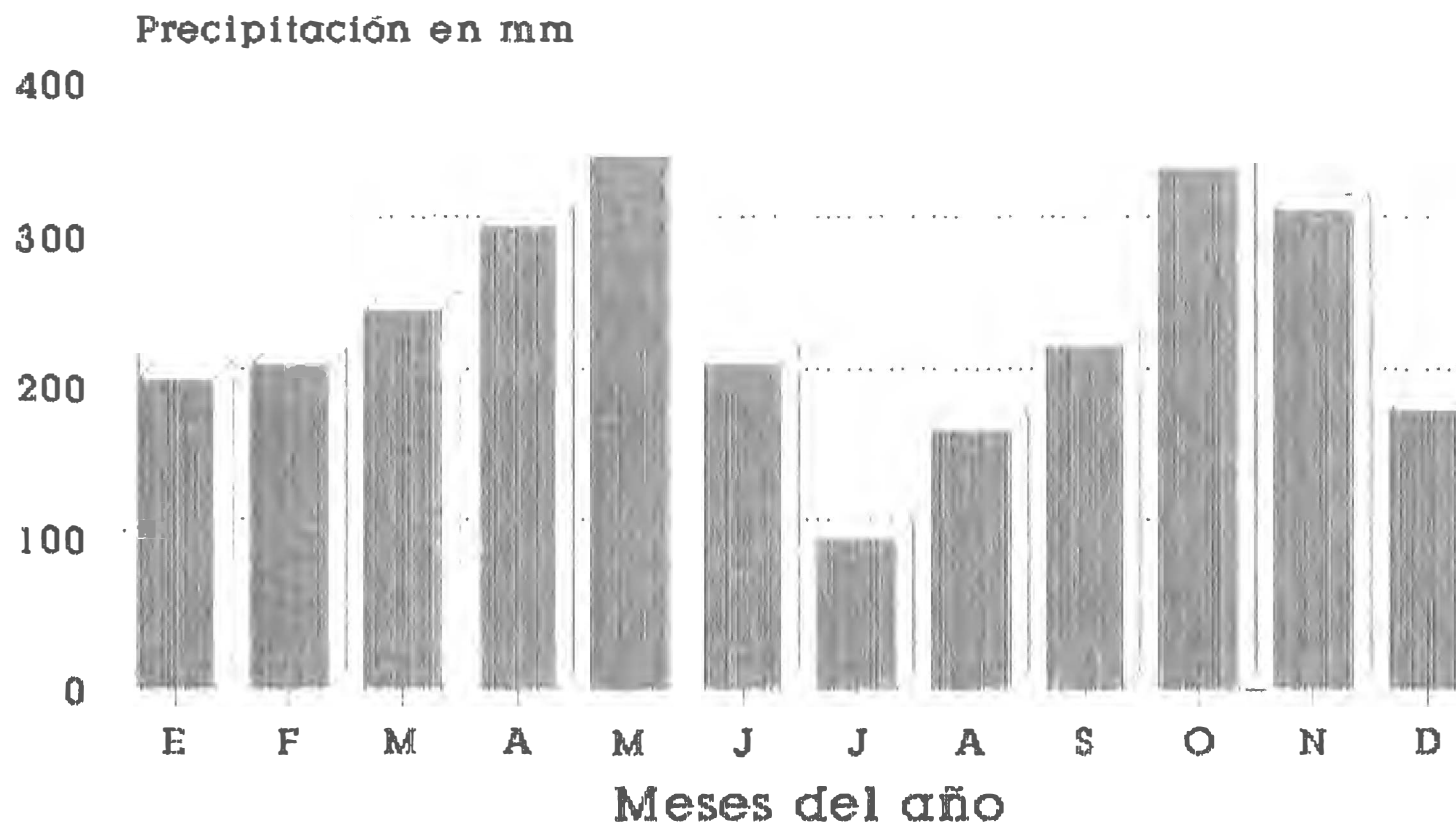
La identificación de los parámetros morfométricos y morfológicos en cada una de las cuencas, y su posterior análisis, permitió hacer una interpretación aproximada, en forma comparativa, de cada una de las corrientes que drenan al municipio, en su área urbana y suburbana.

La Tabla 1 recopila los parámetros morfométricos calculados.

5.2.1. Cuenca del Río Monos. Nace en la Vereda Verdún de donde toma su nombre inicial; tiene un recorrido de 25 km hasta su desembocadura en el Río Cañaveral. En inmediaciones de La Celia son sus principales afluentes las quebradas

TABLA 1. Parámetros morfométricos.

CUENCA	AREA (km ²)	LONG CUENCA (km)	LONG CAUCE PPAL. (km)	LONG TOTAL CANALES (km)	PERIMETRO (km)	NUMERO DE CANALES	DIF. DE COTAS (m)	DENSIDAD DRENAJE km/km ²	FREC CANALES Canal/ Km ²	PEND. %	COEFIC. COMPACTACION
La Secreta	5.2	4.4	4.5	18.8	11.5	29	950	3.6	5.6	21	1.4
Liboriana	8	3.7	5	21.8	12.5	26	650	2.7	3.2	13	1.2
Cristalina	4.6	2.3	2.6	7.3	6.8	10	475	1.6	2.1	18	0.9
Del Tigre	1.9	2.4	2.5	3.6	6.5	4	625	1.8	2.1	25	1.3
Chapey	0.7	1.5	1.6	2.2	3.9	2	250	3.1	2.8	16	1.3
Monos	22.9	5.8	7.1	56.3	20.3	71	1,000	2.4	3.1	14	1.2



 Prom. mens. 1981-86

FIGURA 7. Diagrama de precipitación

Del Tigre, Liboriana y Cristalina, tal como se aprecia en la Figura 8.

El río, en la parte alta de la cuenca, se caracteriza por correr en gran parte por bosque natural. Tiene una sección transversal promedia de cuatro metros; en su lecho pueden observarse abundantes bloques hasta de cinco metros de diámetro, cantos y fragmentos de rocas sedimentarias, en orden de importancia: Areniscas, conglomerados, chert y lutitas. Su pendiente promedio hasta la altura de la Vereda La Secreta de donde toma su posterior nombre es del 21%.

El río se encañona bastante entre vertientes con pendientes fuertes, con cuchillas que descienden hacia el casco urbano, con silletas laterales y hombreras; hay además algunos tramos muy rectos y cambios bruscos de dirección, controlados estructuralmente, y con inminente peligro de represamiento, dada su asociación con los procesos erosivos.

Los procesos erosivos que allí se dan están relacionados con la socavación de orillas. Se ha originado la desestabilización de la banca de la carretera en varios sitios; además movimientos de masa, en general de pequeño tamaño pero que afectan directamente el cauce del río. Hacia la parte alta de la Vereda La Secreta, zona de influencia

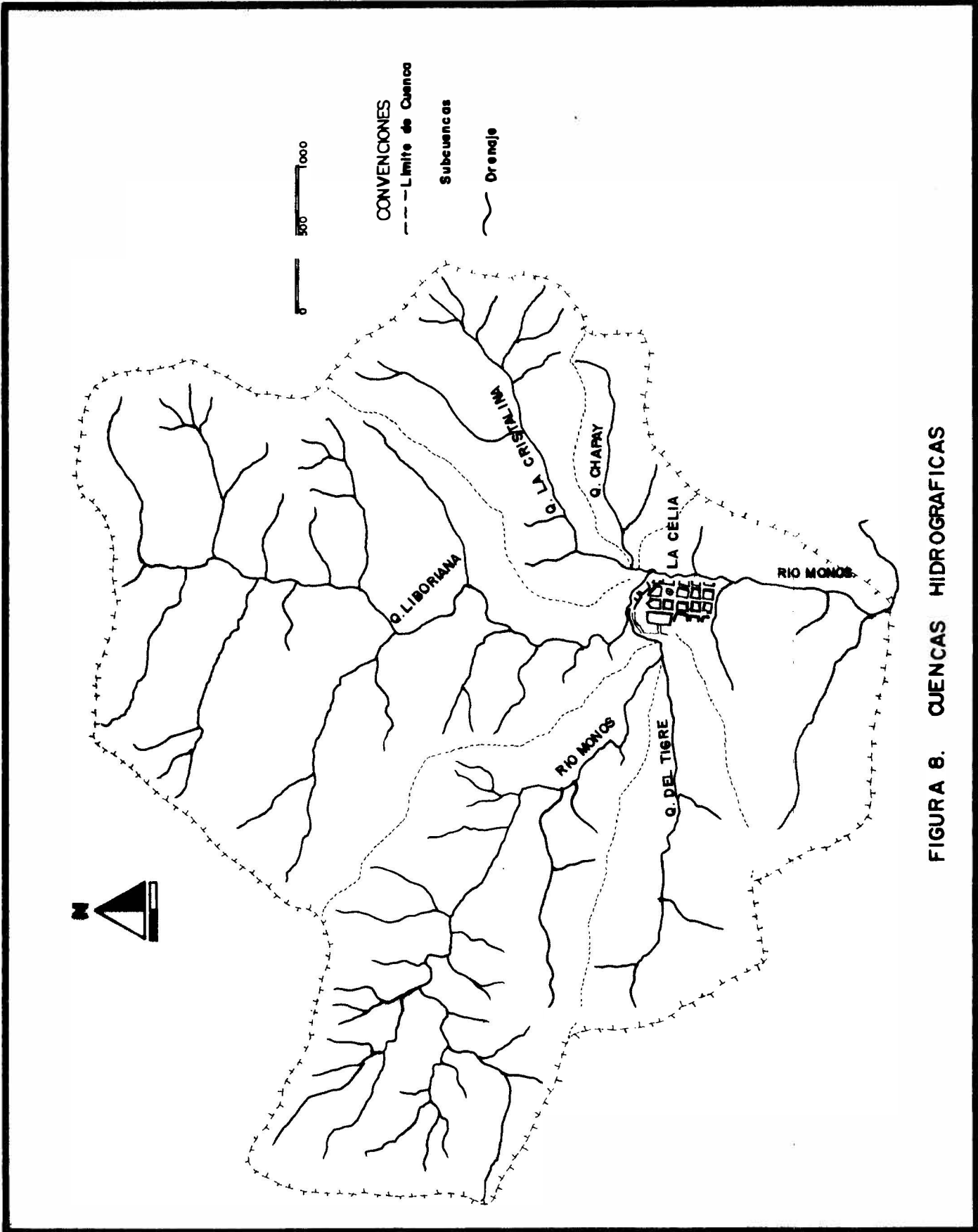


FIGURA 8. CUENCAS HIDROGRAFICAS

directa sobre el río, se aprecian unos potreros con serias evidencias de inestabilidad, como desplazamientos sucesivos del terreno, superficies de arranque o de desprendimiento continuo, severas huellas de sobrepastoreo y carcavamiento por caminos de herradura.

Tanto en las vertientes como en los cortes de carretera, se observan grandes bloques redondeados de arenisca y conglomerados y depósitos posiblemente relacionados con el río, a alturas hasta de 30 m por encima del cauce actual.

Si se considera la cuenca media del Río Monos desde la bocatoma del acueducto hasta el área urbana, se pueden hacer las siguientes consideraciones: La vegetación se hace muy escasa, el cauce conserva una amplitud de mas o menos cuatro metros, con tramos en los que puede alcanzar hasta seis o siete metros.

Se observan pequeñas llanuras de inundación a ambas márgenes del río y a la altura del casco urbano, inclusive varios niveles de terrazas, depósitos torrenciales y de pendiente, tal como se ilustra en la Figura 9. La pendiente longitudinal se reduce considerablemente hasta alcanzar un promedio del 8%.

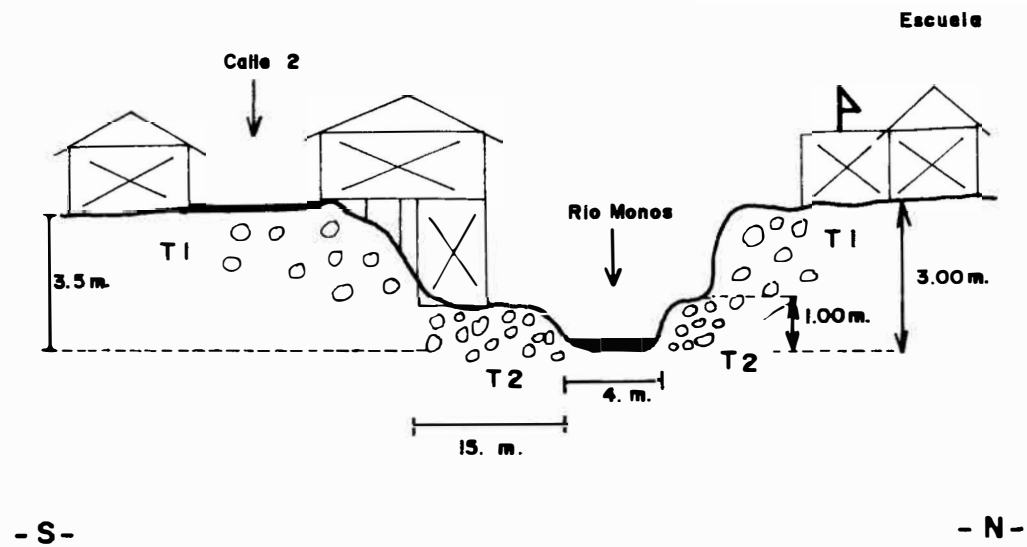


FIGURA 9. SECCION TRANSVERSAL S-N DEL RIO MONOS,
AL NORTE DEL CASCO URBANO

Los depósitos asociados al río continúan siendo similares a los hallados en la cuenca superior, esto es, grandes bloques tanto en el lecho como en las terrazas, a alturas superiores a 3.5 m y depósitos torrenciales.

Por fotografías aéreas y trabajo de campo, se logró detectar en la zona de Dosquebradas lo que parece ser un antiguo canal del río separado de su cauce actual por una especie de barrera, en la cual son muy frecuentes los bloques de roca sedimentaria, principalmente arenisca y conglomerados, con tamaños hasta de 4 y 5 m de diámetro; este canal está a nivel de la carretera y es un sector ampliamente habitado.

Aproximadamente 100 m aguas arriba del matadero, en la margen izquierda del río, aparece otro canal de menor tamaño, que correspondería a un meandro abandonado, que durante su actividad socavó intesamente un depósito de pendiente.

El remate de la vertiente occidental sobre el río es en forma de colinas suaves que sugieren varios eventos de depositación; la vertiente oriental, en cambio, presenta remates subverticales sobre terrazas o conos de deyección (Figura 3); un fuerte control estructural que se observa desde el sitio denominado La Quebra, rectifica el cauce

del río durante su recorrido por el área urbana hasta el sitio conocido como La Máquina, donde el cauce es desviado por un relieve de colinas bajas y redondeadas que lo obligan a hacer un giro inicial de 90° hacia el este y luego un giro de 180° hacia el sur.

Los procesos erosivos que se presentan están relacionados con la socavación de orillas y el régimen torrencial del río, las estructuras regionales y las actividades antrópicas. En conjunto han obligado a la construcción de obras civiles tales como muros de contención y gaviones que modifican en parte su comportamiento.

La red de drenaje que integra la cuenca, ha sido muy poco intervenida por el hombre. No se observaron canales artificiales ni modificaciones drásticas en las corrientes. Tal vez la principal variación ha sido la captación del agua para el acueducto en la Vereda La Secreta y en la Quebrada Del Tigre.

Otros elementos, aunque de características transitorias, son los aguaceros intensos y las inundaciones. Al respecto se sabe de una inundación ocurrida en los años 50, en la que el nivel del agua superó los tres metros. Adicionalmente, se tiene cada año elevaciones en el nivel del río hasta de un metro, en el segundo período de invierno,

además de aguaceros muy fuertes hacia la parte alta de la cuenca, a raíz de los cuales el nivel del agua ha superado el metro y medio y causado desprendimientos de grandes masas de suelo por la socavación de orillas.

La insuficiencia de datos sobre variación en el caudal no permite hacer un análisis del comportamiento del río. Solamente los parámetros morfométricos mostrados en la Tabla 1 y las observaciones de campo ya descritas, permiten hablar de su carácter torrencial y delimitar algunas zonas como de riesgo por inundación y/o socavación, tal como aparece en el Mapa 6 de aptitud para el uso urbano.

5.2.2. Cuenca de la Quebrada Del Tigre. Nace en la vereda del mismo nombre y desemboca en el Río Monos después de un recorrido de 2.5 km.

Su cuenca ha sido deforestada, a excepción de su parte alta, y reemplazados los bosques con cultivos como el café. Es muy encañonada en la mayor parte de su recorrido; el cauce tiene una sección transversal promedio de dos a tres metros y una fuerte pendiente en la cuenca alta, para luego suavizarse alcanzando una pendiente promedio del 25%. El material de arrastre son fragmentos y cantos y en menor cantidad bloques de roca sedimentaria (areniscas y lutitas).

Casi 100 m antes de su desembocadura en el Río Monos, fue desviado el cauce por efectos de la construcción de la vía a El Tigre y ahora la quebrada corre sobre la vía.

En la parte baja de su recorrido forma unos pequeños valles, con amplitud máxima de 5 m, los cuales son utilizados también en cultivos de café.

La bocatoma del acueducto está localizada en la parte media a inferior de la quebrada, después de recibir las aguas servidas y los desechos del café de muchas fincas de la parte alta.

La vertiente izquierda sobre la quebrada se caracteriza por presentar laderas muy homogéneas, una cuchilla muy recta controlada estructuralmente, con pendientes subverticales muy superiores al 100%. En ella se aprecian pequeñas cicatrices de deslizamientos, erosión superficial provocada por las aguas de escorrentía y la intensa actividad agrícola. Las laderas sobre la margen derecha, en cambio presentan una mayor disección y formas diferentes; hay movimientos de masa asociados a la apertura de la carretera que han afectado las tuberías de conducción del agua que abastece al municipio.

Los procesos erosivos están asociados a una intensa socavación de orillas, que ha desestabilizado no sólo la banca de la carretera en varios sitios, sino también las vertientes sobre ella, con el consiguiente peligro de que el material sea arrastrado a algunos ancones y puedan producirse represamientos.

Aspectos inherentes a la red de drenaje tales como longitud, orden y densidad de canales y características de la cuenca como tamaño, pendiente promedio, diferencia de alturas y coeficiente de compacidad, se muestran en la Tabla 1. El análisis comparativo de estos datos permite observar que es la Quebrada Del Tigre la que tiene una mayor pendiente promedio; sin embargo, su coeficiente de compacidad así como el material de arrastre y las evidencias de campo no parecen indicar un carácter torrencial.

5.2.3. Cuenca de la Quebrada La Cristalina. Nace al noreste del casco urbano y gran parte de su recorrido es paralelo a la vía que conduce a La Laguna, hasta su desembocadura en el Río Monos, en inmediaciones del terreno para el jardín botánico.

Al igual que en las otras cuencas mencionadas, la deforestación para dar paso a cultivos como café y plátano ha sido considerable, quedando muy desprotegida la corriente de

agua y ocasionando cambios en el régimen hídrico.

La parte alta de la cuenca, a diferencia de la media e inferior, tiene una pendiente muy fuerte, mayor del 20%.

El material de arrastre lo constituyen principalmente arenas y gravas, y en menor proporción cantos de rocas sedimentarias (lutitas y areniscas). Tiene una sección transversal promedio de dos metros y una escasa red de drenaje tal como se aprecia en la Figura 8 y en la Tabla 1, en las cuales se consignan algunas características de las cuenca que permiten inferir su comportamiento aproximado con relación a otras cuencas. Esto es, su coeficiente de compacidad cercano a uno y su alto grado de empinamiento, permiten suponer un régimen torrencial, más no los sedimentos que acarrea, ni las observaciones de campo, debido probablemente a su forma rectangular y baja densidad de drenaje.

Las vertientes se caracterizan por ser muy empinadas, en general mayores del 100% en la parte alta y media; a partir de ahí empiezan a observarse algunos depósitos de pendiente sobre la vertiente izquierda, que dejan superficies muy suaves semionduladas. Se observa además el trazo de la Falla La Celia, demarcada por una silleta frontal y cambios de pendiente que contrastan con los depósitos asociados

a ésta. Amplias llanuras de inundación y al menos dos niveles de terrazas se observan en esta parte del recorrido. La quebrada transcurre en forma sinuosa socavando sus propios depósitos o en donde el valle se estrecha, socava las laderas provocando algunos pequeños movimientos de masa.

5.2.4. Cuenca de la Quebrada Liboriana. La cuenca de la Quebrada Liboriana es una de las más extensas de la zona. Nace en la Cuchilla Cominal a una altura de 2075 m y desemboca en el Río Monos al norte del casco urbano.

En la mayor parte de su recorrido, la quebrada está bastante encañonada; las vertientes hacia ella son muy fuertes, mayores del 100% y sus remates son abruptos sobre la llanura de inundación que en la parte inferior llega a alcanzar hasta 30 m de ancho. Está protegida con bosque natural hacia la parte alta de su recorrido y con cultivos, principalmente de café, hacia la parte media e inferior.

Su sección transversal es de aproximadamente dos metros, y su pendiente promedio del 13%. El material de arrastre son gravas y arenas de roca sedimentaria como lutitas y areniscas, las cuales se ven aflorar en los sitios donde la quebrada corta la vertiente.

La red de drenaje se caracteriza por presentar una de las mayores densidades; su forma semicircular y por tanto, coeficiente de compacidad cercano a uno le dan un carácter torrencial; sin embargo, su pendiente es muy baja con lo cual se disminuye notablemente este régimen. La socavación de orillas es intensa en algunos tramos provocando pequeños movimientos de masa.

5.2.5. Cuenca de la Quebrada Chapay. La cuenca de la Quebrada Chapay es la más pequeña del área. Nace al noreste del casco urbano a una altura de 1675 m y recorre 250 m antes de desembocar en la Quebrada La Cristalina.

Corre en forma muy encañonada, con pendientes muy fuertes mayores del 100% y roca sedimentaria fuertemente fracturada.

Está protegida en gran parte de su recorrido por bosque natural; su sección transversal promedio es de tres a cuatro metros y los sedimentos que transporta son gravas y arenas de rocas sedimentarias.

Su red de drenaje se caracteriza por ser una de las más eficientes, después de la Quebrada La Secreta, para evacuar agua y sedimentos. Su pendiente promedio del 16% y coeficiente de compacidad de 1.3, así como su material de

arrastre, indican un régimen tranquilo, sin cambios bruscos en su caudal.

Como procesos erosivos asociados a la cuenca, se observan pequeños desplazamientos del terreno y erosión superficial, la socavación de orillas no ha sido significativa y sólo la acción antrópica en la parte final de su recorrido ha afectado su cauce.

5.3. HIDROGEOLOGIA

Como se anotó en el capítulo de formaciones superficiales, las cenizas volcánicas cubren la mayor parte del área de estudio. Ellas se encuentran sobre antiguos depósitos de pendiente o rocas sedimentarias.

No se detectaron discontinuidades hidrogeológicas entre las cenizas y el material subyacente, asociadas a los procesos erosivos en masa. Estos se han presentado sobre horizontes de cenizas volcánicas asociados a taludes subverticales y en ocasiones producidos por aporte de aguas servidas de las viviendas aledañas.

Depósitos de pendiente como los que se presentan sobre la vertiente izquierda del Río Monos, en inmediaciones del estadio, son muy susceptibles a movimientos de masa, debido

a su falta de consolidación que permite grandes acumulaciones de agua y a las altas pendientes.

Asimismo, la alta fracturación de las rocas sedimentarias es otro factor decisivo en la generación de flujos de escombros, ya que las fracturas se rellenan de agua y la roca se va meteorizando por los planos de fractura.

Los depósitos aluviales muy recientes, como conos o llanura aluvial, presentan un elevado nivel freático que impide pensar en su utilización para construcción de viviendas.

6. ESTADO DE LAS EDIFICACIONES

El trabajo de campo realizado en La Celia, reveló una situación un tanto crítica con respecto al estado de las viviendas; sin embargo, en lo que se refiere a posibilidades de expansión urbana, los resultados son más alentadores.

La Tabla 2 muestra el inventario de tipificación de viviendas y el Mapa 5 su distribución.

Tabla 2. Tipificación de viviendas.

	Bahareque	Mixtas	Ladrillo	Construcción	%
Buenas	14	15	134		31
Regular	141	59	27		43
Malas	121	4	3		24
				11	2
TOTAL	276	78	164	11	
%	52%	15%	31%	2%	100

En él puede observarse que predominan las viviendas hechas en bahareque y mixtas, esto es, en las cuales los muros laterales o las fachadas están contruidos en mampostería, con refuerzos de hojalata o madera; el resto es de bahareque.

El bahareque tiene la ventaja de ser muy flexible ante movimientos sísmicos; sin embargo, el estado de deterioro que presentan no les permite a los habitantes gozar de cierta seguridad en este aspecto.

Las viviendas clasificadas como de regular estado, son aquellas que presentan agrietamientos ocasionados por la antigüedad de las edificación o deficiencias en su construcción; los techos y algunas paredes están deterioradas. Las viviendas en mal estado, son aquellas que se presentan prácticamente en ruinas o en peligro inminente de derrumbarse por tener daños graves en sus estructuras de soporte.

Son varios los asentamientos de características subnormales en el área urbana del Municipio de La Celia; tales sectores son:

- Colina occidental, carreras 4 y 5. En este sector las viviendas son de bahareque en su gran mayoría, de un piso, con un patio posterior destapado; algunas están situadas

sobre pendientes muy fuertes, con problemas de erosión superficial o en masa; el estado de las edificaciones es de regular a malo y los servicios públicos son muy deficientes; las vías son destapadas, muchas de ellas peatonales y en muy mal estado, ya que no tienen obras de control de aguas de escorrentía.

- Alto de la Sirena. Es una pequeña colina, en cuya parte superior se establecieron siete viviendas, todas ellas de bahareque y en regular estado. Este asentamiento ocasionó una intensa erosión que lo puso en peligro, siendo necesaria la construcción de obras de estabilización que sin embargo no son suficientes.

- Pueblo Nuevo. Creció a la orilla de la Quebrada Chapay. Es un conjunto de aproximadamente 15 viviendas de bahareque en regular a mal estado. Carecen de servicios públicos, por lo cual las aguas negras son arrojadas directamente a la quebrada creando un foco de contaminación. La altura de estas viviendas con respecto al nivel de la quebrada es mínimo, por lo cual se están inundando en épocas de invierno. La parte posterior de las viviendas se apoya en guaduas o estacones de madera.

Ha habido igualmente crecimientos lineales a lo largo de las vías que conducen a Villanueva y a La Celandia, con

características semejantes a las de los asentamientos descritos.

Es importante resaltar que los sistemas de acueducto y alcantarillado tienen severas fallas en su funcionamiento. Las tuberías de conducción y domiciliarias, presentan numerosas fugas; los descoles o entregas finales del alcantarillado se hacen en diferentes partes del río, incrementando su contaminación; el sistema no cubre todo el municipio con lo cual los pobladores que carecen del servicio se ven obligados a vertir libremente sus aguas negras al río.

El servicio de recolección de basuras tampoco cubre toda el área urbana, por lo cual han proliferado los basureros y botaderos de escombros.

Las consideraciones anteriores evidencian la necesidad de garantizar un estricto control sobre las áreas susceptibles de ser urbanizadas, con el fin de evitar construcciones deficientes y poder brindar servicios públicos en forma adecuada y vías de comunicación seguras.

7. APTITUD PARA EL USO URBANO

7.1. BASES DE ZONIFICACION

Tal como se había planteado en los objetivos, el estudio de Geología Ambiental constituye la base para la delimitación de las unidades de planeación y manejo seguro del territorio.

Los resultados de tal estudio se presentan en el mapa de aptitud para el uso urbano (Mapa 5) logrado a partir de los mapas de procesos erosivos, morfométrico y de formaciones superficiales.

Se optaron las siguientes convenciones para designar cada una de las zonas con características mas o menos homogéneas según ellas estén o no urbanizadas (Tabla 3).

TABLA 3. Aptitud para el uso urbano.

CATEGORIAS	URBANIZADA I	NO URBANIZADA II
Sin problemas detectados	IA	Urbanizable IIA
Con posibles problemas	IB	IIB
Con problemas	Requiere interven- ción. IC	No requiere inter- vención. IIIA
		Requiere interven- ción. IIIB

7.2. CONDICIONES DE ESTABILIDAD POR CATEGORIAS

7.2.1. Categoría I - Zonas urbanizadas. A esta categoría pertenecen las áreas de la cabecera municipal que se encuentran construidas. Incluyen no sólo las áreas de viviendas sino también las recreativas, de educación u otras zonas comunales (Mapa 5).

7.2.1.1. IA. Zona urbanizada sin problemas detectados.

Es aquella zona en la cual, el estudio geológico detallado no permite inferir eventuales problemas de erosión superficial acentuada o erosión en masa, o riesgo hidrológico. En La Celia esta zona se localiza sobre depósitos aluviales, con pendientes entre 0 y 10%. En ella se asienta el casco urbano. Se exceptúa, sin embargo, el cordón de viviendas localizado en la margen derecha del Río Monos y la colina occidental que corresponde a las carreras 4 y 5.

7.2.1.2. IB. Zona urbanizada con posibles problemas.

Pertenecen a esta categoría las áreas dentro del casco urbano que eventualmente se pudieran ver afectadas por fenómenos erosivos acentuados o inundaciones. Dichas zonas conservan huellas de antiguos procesos erosivos que en circunstancias especiales podrían reactivarse. Tal es el caso de las viviendas localizadas en la salida hacia el cementerio, margen derecha de la Quebrada El Matadero. Los taludes posteriores de estas viviendas, tienen hasta seis metros de altura, son verticales y están formados por depósitos de pendiente suprayacidos por cenizas volcánicas. Ya se han registrado algunos casos de deslizamientos no sólo en este sector sino en el talud suroccidental del colegio.

Similarmente, las viviendas ubicadas en la carrera 4°, lado oriental, y carrera 5°, lado occidental, requieren vigilancia en vista de la posibilidad de que estos taludes se desestabilicen.

En la zona de confluencia de las Quebradas Chapay y La Cristalina, se localizan varias viviendas y el cuerpo de bomberos; están sometidos a riesgo hidrológico por crecientes máximas de ambas quebradas o posibles represamientos causados, entre otros, por los depósitos antrópicos sobre su cauce, inclusive en el caso de la Quebrada Chapay, se puede producir desestabilización de las bases de las viviendas por socavación de orillas.

En el antiguo camino a La Laguna, se levantaron algunas viviendas que no poseen los servicios mínimos necesarios; como consecuencia de ello, el terreno, una pequeña colina de dirección NE formada por rocas sedimentarias muy cizalladas y en parte meteorizadas, suprayacidas por un horizonte de cenizas volcánicas, con algo más de 50 cm de espesor, podría verse afectado por algunos procesos erosivos; esto sumado al hecho de limitar al oeste con la carretera de acceso que presenta taludes muy inestables, podría poner en peligro tales viviendas.

Es necesario, en los sectores antes descritos, mantener un estricto control sobre el vertimiento de aguas negras en las laderas, el desecho de materiales sobre el cauce de las quebradas y una vigilancia permanente para prevenir desastres por socavación de orillas.

7.2.1.3. IC. Zona Urbanizada con problemas. Dentro de esta categoría se localizan aquellas áreas en las cuales hay procesos de erosión acelerada, movimientos de masa, socavación de orillas o inundaciones frecuentes, y que están afectando directamente algunas viviendas u otras construcciones comunitarias. En el Municipio de La Celia se tienen dentro de esta categoría las viviendas localizadas en las márgenes del Río Monos, el sector de las carreras 4° y 5° colina occidental, salida para La Celandia, alto de La Sirena y estadio municipal.

Cordón habitacional márgenes Río Monos.

El Río Monos limita la cabecera municipal al norte y al oriente. Sobre su margen derecha ha crecido todo un cordón habitacional afectado constantemente por la acción del río; ésto es, socavación de orillas e inundaciones por aumento en el caudal. Sobre la margen derecha del río se observan dos niveles de terrazas; la más alta de ellas es donde se asienta la mayor parte del casco urbano y la más baja

corresponde a la llanura de inundación y en ella se localizan la mayoría de viviendas de este cordón habitacional.

Tal es el caso del sector de Dosquebradas y del estadio municipal; en ellos las viviendas están a muy poca altura con respecto al nivel del río, en ocasiones menos de un metro, con lo cual se ven constantemente inundados los solares o partes bajas de las casas; como medida de protección, y en forma individual, se han construido algunos muros que sin embargo se han deteriorado por la socavación del río.

En el sector del jardín botánico y calle 2°, por el contrario, las viviendas se levantan sobre taludes subverticales a verticales que alcanzan hasta tres metros de altura y rematan directamente sobre el cauce. Dichos taludes, además de verse sometidos a la acción del río, reciben las aguas negras provenientes de las viviendas, que son vertidas en forma inadecuada, incrementando los procesos erosivos.

Sobre la margen izquierda del Río Monos se levantan algunas viviendas, de las cuales sólo la que sirvió como estación generadora de energía se halla en una terraza baja, expuesta a continuas inundaciones y bajo un talud subvertical con huellas de deslizamientos ya inactivos. Asimismo en el

sector sur, 200 m antes del matadero, el río ha socavado un depósito coluvioaluvial, dejando un talud de 2.40 m sobre el cual se asientan dos viviendas que podrían verse muy afectadas en una próxima creciente.

Ante la imposibilidad de desalojar todo este cordón habitacional, es necesario tomar medidas tendientes a la recuperación del río y con ello, la protección de las viviendas.

Tales medidas comprenden la recolección y conducción de todas las aguas servidas de las viviendas, hasta un colector que pase por la margen derecha del río, cubra toda el área urbana y sólo desemboque al sur de ella. Esto implica, además, la exigencias de una franja de protección mínima, entre el cauce y las viviendas. Al recuperar esta zona se reforestaría y eliminaría completamente el vertimiento de basuras al río.

Otro aspecto importante se refiere a la necesidad de conocer las variaciones en el caudal. Para ello es necesaria la instalación de un limnógrafo que proporcione dicha información y con ella pronosticar en forma más aproximada los caudales máximos que se pueden esperar.

Sector de las carreras 4° y 5°, colina occidental.

Corresponde a la parte alta de la cabecera municipal. Es una colina alargada en dirección aproximada N-S, con pendientes promedio del 65%. Está cubierta por un espeso horizonte de cenizas volcánicas que en ocasiones alcanza hasta seis metros, subyacidas por rocas metasedimentarias tipo filitas, muy fracturadas y en estado avanzado de meteorización. Eventualmente las cenizas aparecen cubriendo pequeños depósitos de flujos de lodo, con fragmentos de filita y metachert, dentro de una matriz limoarcillosa de colores abigarrados.

Los procesos erosivos que allí se dan están eminentemente ligados con actividades antrópicas tales como vivienda y apertura de vías.

El crecimiento habitacional en el cerro creó la necesidad de la apertura de las vías correspondientes a las carreras 4° y 5° y calle 2bis. Como resultado, las viviendas quedaron localizadas sobre taludes verticales hasta de siete metros de altura, de los cuales constantemente se están desprendiendo pequeñas masas de suelo; en ocasiones se han originado deslizamientos de características mayores, en un terreno con evidencias de inestabilidad, tales como grandes irregularidades, desniveles y escarpes erosivos. Al parecer

algunos de estos procesos fueron estimulados por el sismo de 1979.

Otros procesos erosivos están relacionados con la falta de obras de captación y disipación de aguas lluvias, al deficiente funcionamiento del sistema de acueducto, el cual presenta sucesivas fugas y a la falta de adecuación de las vías peatonales.

Todo ello ha llevado a una degradación acelerada del terreno, que sólo está protegido en las laderas con cultivos de café. Aproximadamente el 70% de las viviendas del sector se hallan dentro del programa de reubicación de viviendas en peligro que adelanta la CARDER en los municipios del departamento.

Esto muestra la urgencia de realizar en el área obras de estabilización que incluyan:

Revisión del sistema de acueducto y alcantarillado.

Control de aguas de escorrentía.

Adecuación de vías peatonales.

Tratamiento de taludes, según estudios geotécnicos detallados en cada uno de ellos.

Reforestación de la zona.

Controlar los botaderos de escombros y basuras.

Cruce de la Quebrada La Cristalina con la carretera para La Celandia.

Esta zona comprende aproximadamente los primeros 200 m de la vía a La Celandia. En sus márgenes se han establecido algunas viviendas que por las características de su ubicación ha sido necesario incluir dentro del programa de reubicación de viviendas en peligro que adelanta la CARDER.

Una parte de tales viviendas se localiza en el talud inferior de la carretera a La Laguna (Figura 10), el cual presenta cicatrices de movimientos de masa antiguos y coronas de movimientos recientes, que han afectado ya algunas viviendas.

Sobre estos depósitos se ha cultivado café y otras especies de uso casero. Las mangueras que conducen el agua presentan escapes, que inciden directamente sobre los depósitos. Las aguas negras son vertidas al canal de la carretera.

El resto de las viviendas se localiza sobre la margen correspondiente al talud superior. También éste presenta cicatrices de movimientos de masa; tiene aproximadamente cinco a seis metros de alto y un grueso horizonte de cenizas volcánicas, las cuales se desprenden constantemente poniendo en peligro la estabilidad del talud y por ende la seguridad de las viviendas.

Es importante establecer un control estricto sobre las aguas tanto de escorrentía como para el consumo humano y las aguas servidas, con el fin de evitar que afecten los depósitos sobre el talud de la carretera. Una vez reubicadas las familias, el sector debe ser reforestado y las obras de captación de aguas en las vías deben construirse.

Las obras ejecutadas para conducir la Quebrada La Cristalina por debajo de la vía se encuentran obstruidas por la alta sedimentación, por lo cual ésta está pasando sobre la carretera con el consiguiente peligro de daños que incomuniquen la Vereda La Celandia con el área urbana.

Sector del alto de la Sirena.

El barrio Alto de la Sirena está localizado sobre una pequeña colina alargada en dirección E-W, compuesta por rocas metasedimentarias, caracterizadas por poseer un alto

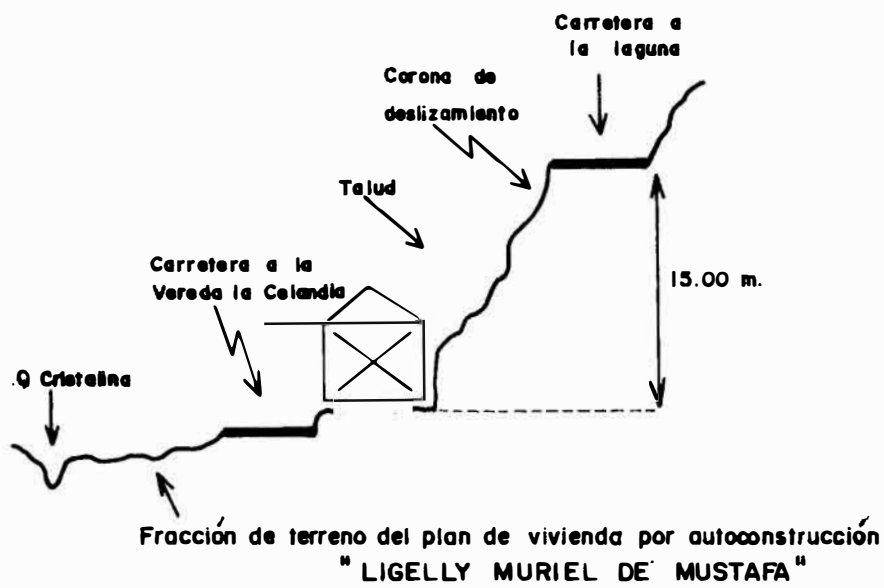


FIGURA 10 PERFIL ESQUEMATICO W-E, A LA ALTURA DE LA SALIDA PARA LA VEREDA LA CELANDIA

grado de cizallamiento, fracturamiento y fallamiento, que evidencian una estructura de carácter importante; depósitos de flujos de escombros y sobre ellos cenizas volcánicas.

Las viviendas aquí ubicadas son todas de bahareque y en regular o mal estado; la vía peatonal fue estabilizada por la CARDER, con lo cual se frenaron en parte los procesos erosivos.

La parte superior de la colina tiene una pendiente suave, pero sus laderas son muy abruptas, con cicatrices de antiguos movimientos de masa de carácter importante, que dan hacia la carretera de acceso alterna; en la vertiente hacia el norte, al igual que en la parte superior de la colina se presentan con cierta frecuencia pequeños deslizamientos.

Para garantizar la estabilidad del sector, es necesario darle un mantenimiento continuo a la vía peatonal para evitar que las obras de conducción de las aguas se vean obstruidas; la práctica de la siembra de café en las laderas debe continuarse e incrementarse; el control estricto sobre las aguas negras es prioritario para evitar el deterioro acelerado de las laderas.

Sector de la Urbanización El Hogar Colombiano.

Localizado sobre la margen derecha del Río Monos, al sur del casco urbano. Es un plan de 31 viviendas por autoconstrucción, con capacidad para otras 20.

Corresponde a la llanura de inundación del río, con un nivel freático superficial y problemas de socavación de orillas en varios tramos, principalmente en el extremo norte, donde se han construido algunos gaviones.

Como medida de protección, en la margen derecha del río se depositó la tierra resultante de las obras de adecuación, con el fin de que actuara como barrera; se realizaron además, obras de drenaje que junto con el alcantarillado desembocan al sur de la urbanización.

Pero además de esto, y ante la imposibilidad de suspender el plan de urbanización, deben ejecutarse obras adicionales que incluyan:

Construcción de un muro de contención en el lugar donde están los gaviones y un poco más hacia arriba, de manera que cuando el río aumente su caudal no penetre a la urbanización a través de los solares de las casas vecinas, los cuales están al nivel normal de las aguas.

Dicho muro además de servir de protección en un sitio donde el río presenta una curva muy fuerte, deberá ser lo suficientemente alto como para evitar la invasión del río, teniendo en cuenta que éste eleva su nivel más de 1.5 m.

Se debe completar la red de drenaje.

La reforestación de la margen del río y continua vigilancia para frenar la posible socavación de los depósitos que sirven como barrera.

Sector de la urbanización Ligeyi Muriel de Mustafá.

Localizada al norte del casco urbano entre la carretera de acceso y la margen izquierda de la Quebrada La Cristalina. Corresponde a la llanura de inundación de la quebrada, la cual se encuentra a 60 cm del nivel del río y a un posible nivel de terraza, a 1.20 m.

Sobre este terreno, hacia la margen del río, se ha vertido la tierra producto del ensanche de la carretera, con lo cual se le ha cambiado en parte la fisonomía al terreno. La socavación intensa de orillas tiende a desestabilizar estos depósitos que actúan como barreras, con lo cual quedaría desprotegida la urbanización y expuesta a las

inundaciones frecuentes de la quebrada.

Las obras a realizar allí estarían encaminadas a detener la socavación de la quebrada, alterando así su dinámica y provocando su desplazamiento hacia la ladera occidental que ya presenta cicatrices de pequeños movimientos de masa, sobre depósitos de pendiente, que podrían reactivarse.

Sector del estadio municipal.

Localizado al oriente del área urbana, margen izquierda del Río Monos, sobre depósitos aluviales, a una altura de aproximadamente cuatro metros sobre el cauce del río.

La adecuación del terreno para su construcción implicó un corte sobre la ladera oriental de casi seis metros de altura y un lleno sobre la margen izquierda del río que obligó a la construcción de gaviones (Figura 11).

La vertiente oriental está cubierta por espesos depósitos coluviales compuestos por fragmentos de rocas metasedimentarias tipo filitas y en menor proporción chert y areniscas. Descansan sobre rocas metasedimentarias fuertemente fracturadas y cizalladas, y en pendientes que superan el 100%. El corte y posterior construcción de las graderías ocasionó la desestabilización de la ladera que las arrasó

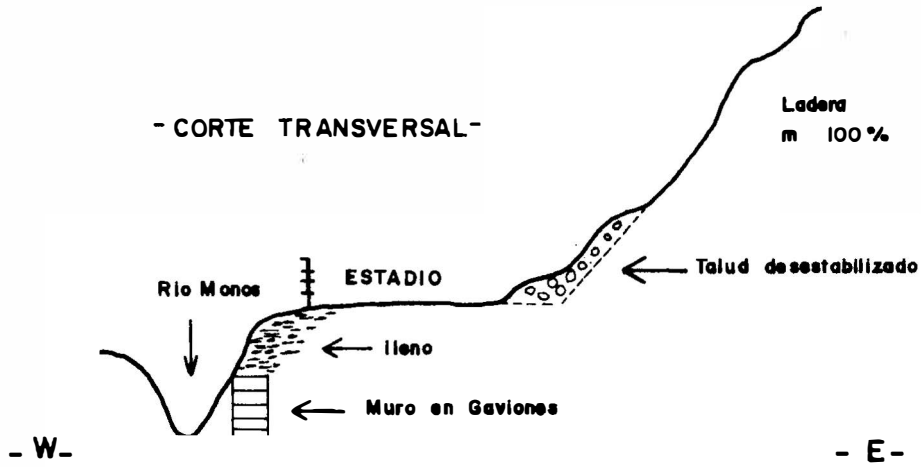
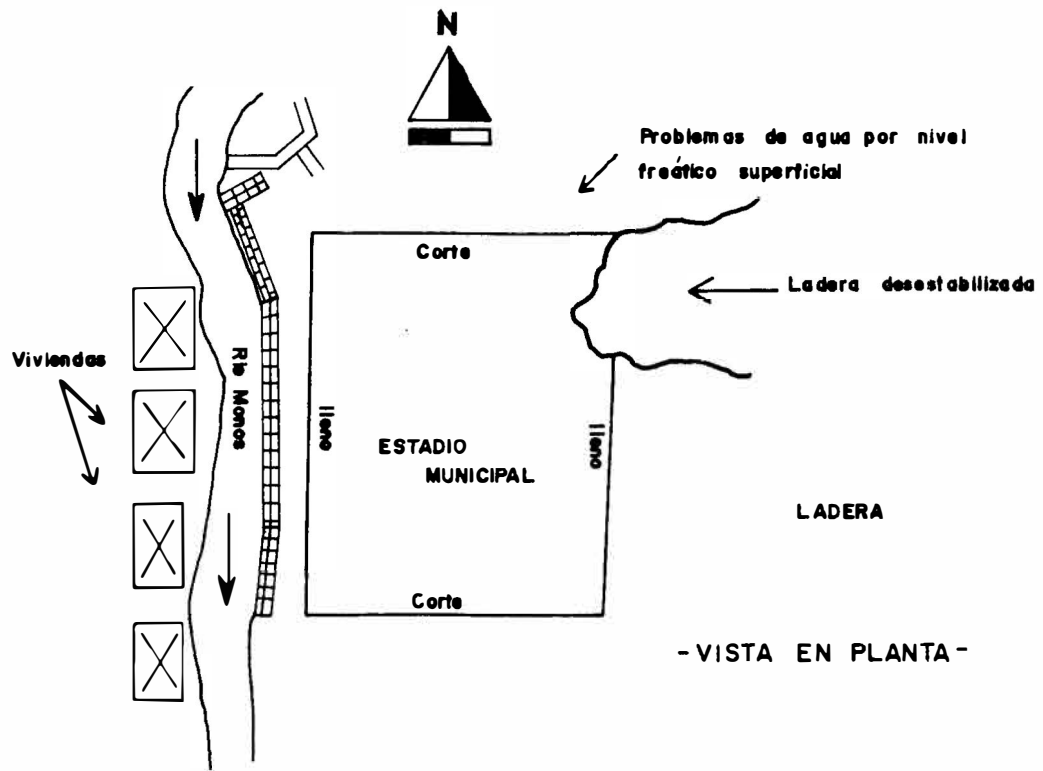


FIGURA II. VISTA EN PLANTA Y CORTE TRANSVERSAL EN EL SECTOR DEL ESTADIO

y obstruyó la esquina nororiental del estadio. En ello contribuyó además un nivel freático superficial que no fue correctamente controlado con los drenajes y la falta de obras de captación de las aguas de escorrentía en la parte alta del talud.

El costado occidental del estadio, hacia la margen izquierda del río, presenta problemas por socavación de orillas; se han averiado los gaviones y se han ocasionado hacia el sur, donde éstos no existen, desprendimientos de masas de suelo que afectan la margen existente, entre la malla del estadio y el canal del río.

Hacia la parte norte de la cancha, la socavación del río sobre un cono aluvial, en la margen izquierda, ha sido muy intensa y su progreso afectaría las obras de drenaje del estadio y la estabilidad de los gaviones. Como puede observarse, los problemas que afectan el estadio municipal son múltiples y variados, y su tratamiento requiere una inversión costosa que incluirá:

Estabilización del talud oriental del estadio. Esta obra deberá contemplar, ante todo, el control de las aguas aflorantes en el área y de las aguas de escorrentía; el diseño de un muro de contención tal que supla la necesidad existente de graderías, evitando cualquier nuevo

corte en el talud.

Estabilización del costado occidental del estadio. La sustitución de los gaviones existentes se hace necesaria, dado su deterioro; deberían ser reemplazados por un muro que realmente satisfaga las necesidades de protección del estadio. Sin embargo no debe olvidarse que su construcción incide sobre la dinámica del río, provocando su desplazamiento hacia la margen derecha y/o su profundización, con la cual se afectarían las viviendas localizadas sobre la margen derecha, algunas de ellas con un nivel más bajo que el del río.

Control en el sector norte del estadio, sobre la socavación en el cono aluvial. Para evitar su progreso y un efecto drástico en el régimen del río, se recomienda entre otras limpiar una barrera que ha crecido hacia la parte central izquierda del río y le ha obligado a desviarse. Dicha barrera se formó en gran parte por los desechos arrojados al río.

7.2.2. Categoría II - Zonas no urbanizadas. Pertenecen a esta categoría las áreas urbanas y suburbanas, en las cuales no se han presentado asentamientos humanos, ni se han construido obras de carácter recreativo, industrial o comunal, pero que tienen vocación para ello. Los costos de

adecuación, sería una limitante para su desarrollo

7.2.2.1. IIA - Zonas urbanizables sin problemas detectados. Las áreas que caben dentro de esta subcategoría son aquellas en las cuales es posible realizar obras civiles, tales como viviendas, centros de recreación y educación, locales comerciales u otros, por los resultados que arrojan los estudios geológicos. En ellas fue posible constatar que la erosión está actuando en forma mínima; las pendientes son suaves y estables y hay buena accesibilidad; por lo tanto su adecuación no implicaría altos costos.

En el área urbana del Municipio de La Celia, los terrenos que cumplen con estos requisitos son muy escasos y de pequeño tamaño.

El lote localizado en la carrera 6°, entre calles 3° y 2bis, con un área aproximada de 1200 m², está situado sobre depósitos aluviales procedentes del Río Monos; es suave a ligeramente deprimido, parece corresponder a un antiguo canal del río. En la actualidad está siendo utilizado en cultivos como café y plátano. Es importante destacar que la ladera que limita el lote, al oriente, no debe ser cortada, para evitar su desestabilización.

En la esquina de la carrera 2° con la calle 6°, hay un lote de aproximadamente 450 m² de área. Es plano y está localizado sobre depósitos aluviales. En la actualidad está siendo utilizado para cultivos de café.

Existen otros lotes de menor tamaño, dispersos en el casco urbano, corresponden a solares de viviendas que eventualmente podrían ser utilizados ya que limitan con las vías.

7.2.2.2. IIB - Zona urbanizable con posibles problemas.

Dentro de esta categoría se agrupan aquellas áreas aptas para construir, en las cuales es necesario tomar ciertas medidas tendientes a proteger las obras, o se debe hacer una inversión costosa para adecuar el terreno. Las principales restricciones estarían relacionadas con las pendientes y con los procesos erosivos que allí se den.

El lote localizado en la carrera 4 con calle 6°, en el pie de la ladera occidental, está situado sobre rocas metasedimentarias muy fracturadas, suprayacidas por un espeso horizonte de cenizas volcánicas. En el talud superior de la carretera (carrera 4), diagonal al lote, hay una cicatriz de movimiento de masa de aproximadamente 15 m de diámetro. Tanto la carrera 4 como la calle 6 se encuentran sin pavimentar y carecen de obras de captación de las aguas de escorrentía.

Este lote es el que probablemente será destinado para la construcción de las viviendas de las familias a reubicar. Tiene una área de 1500 m² y en la actualidad está cultivada con café.

Su urbanización requiere el estudio detallado de las características señaladas con el fin de evitar su desestabilización.

Hacia el sur del casco urbano, 400 m abajo del matadero, ladera occidental, hay algunos potreros que, por sus pendientes, en general menores del 20%, y procesos erosivos moderados a bajos, pueden ser considerados como alternativas para expansión urbana.

Está cubierta esta zona por antiguos depósitos de movimientos de masa, sobre los cuales se aprecia una capa de cenizas volcánicas que alcanza más de cuatro metros de espesor, lo que denota que se ha conservado muy estable durante los últimos miles de años; sin embargo, la acción antrópica debe ser moderada y dirigida técnicamente.

7.2.3. Categoría III Zonas de conservación. A esta categoría pertenecen las áreas no urbanizadas con problemas de inestabilidad o problemas potenciales. Dentro de éstas se cuentan algunas en las cuales no es necesario o posible

realizar obras que propendan a su estabilización y otras que requieren intervención, con el fin de frenar los procesos erosivos que allí se dan, evitándose utilizarlas con fines urbanísticos.

7.2.3.1. III A - Zonas de conservación que no requieren intervención. Se identificaron dentro de la zona de estudio zonas con marcados problemas de inestabilidad, con pendientes fuertes o alledañas a corrientes de agua. En estas zonas los horizontes de cenizas volcánicas son de poco espesor o están ausentes; los procesos erosivos están relacionados con la intensa actividad ganadera que allí existió o con la socavación de orillas, incluso con la tala de bosques.

La vertiente oriental sobre el Río Monos se caracteriza por pendientes que superan el 100%; está cubierta por depósitos de vertiente que llegan a alcanzar más de dos metros de espesor sobre las rocas metasedimentarias, y en ocasiones se presentan completamente cizalladas. Toda la ladera es continua desde el sector denominado La Máquina hasta las inmediaciones del casco urbano. Parece coincidir con un trazo de un alineamiento o falla geológica.

Las cenizas volcánicas están ausentes. Los depósitos que allí se encuentran son muy poco consolidadas, razón por la

cual se debe prohibir cualquier corte sobre la vertiente, además de sustituir la actividad ganadera.

La zona de influencia de la Quebrada del Matadero, en el casco urbano, también debe ser conservada. En ella la socavación de orillas, además del sobrepastoreo intenso, han jugado un papel muy importante dentro de su proceso de desestabilización. Hay enormes cicatrices de movimientos de masa, depósitos de pendiente que rematan en zonas cenagosas y presencia de cenizas volcánicas.

Ambas laderas hacia la quebrada han sido utilizadas como potreros; sin embargo, actualmente se está iniciando el cultivo de café, el cual debe ser incrementado. Hacia la parte más inferior de la quebrada, entre carreras 3 y 4 debe evitarse el vertimiento en ella de desechos y el cultivo en la zona inmediata a su cauce.

Igualmente deben ser conservadas las llanuras de inundación del Río Monos y de las quebradas La Cristalina y Liboriana.

7.2.3.2. III B Zonas de conservación que requieren intervención. Pertenecen a esta subcategoría, aquellas zonas con problemas de inestabilidad acentuados o potencialmente inestables, en las cuales es necesario realizar obras tendientes a frenar los procesos erosivos, debido a

que están o podrían estar perjudicando o poniendo en peligro a la población.

Sector del Jardín Botánico

Localizado sobre depósitos coluviales, mezclados con cenizas volcánicas, en la ladera oriental del Río Monos y llanura de inundación de la Quebrada La Cristalina y el Río Monos.

Los procesos erosivos que allí se dan están ligados con la intensa socavación de orillas y el carácter sinuoso de las corrientes; se han visto afectados los puentes peatonales y se han desprendido grandes masas de suelo. Algunas obras allí ejecutadas como muros de contención o gaviones fueron averiados.

La falta de obras de captación, en la carretera alterna de acceso, también ha incidido en el deterioro del área, ya que en forma incontrolada bajan en arroyos las aguas de la vía, iniciando, en diferentes sitios, grandes zanjas que podrían llegar a convertirse en cárcavas.

Similarmente, la falta de obras de control de aguas en los senderos, está ocasionando continuos surcos y la desestabilización de las losas.

El carácter de los depósitos que allí se encuentran y la importancia que reviste un jardín botánico, exige un tratamiento inmediato a estos problemas, que debe incluir:

Obras de captación y evacuación de aguas en la carretera.

Pequeños canales, pueden estar diseñados en piedra, de recolección y conducción de aguas de escorrentía en los senderos.

Protección de los canalones ya existentes para evitar su progreso. Ello requiere de obras de conducción de aguas hasta la Quebrada La Cristalina.

Barreras de piedra en la Quebrada La Cristalina en los sitios donde hay intenso socavamiento.

Reparación de los puentes peatonales con las obras adecuadas, para contrarrestar la acción de las corrientes.

Se debe procurar además, no desproteger de maleza el talud dejado por la antigua acequia y emprender rápidamente el programa de reforestación del área.

Carretera de acceso (La Laguna-La Celia) y carretera alterna.

Las vertientes sobre las cuales se trazaron estas vías presentan pendientes mayores del 100%. Corresponden a rocas metasedimentarias con un alto grado de fracturamiento, suprayacidas en general, por cenizas volcánicas.

El corte de las vías y posterior ensanche generó su desestabilización en varios sitios, tanto en el talud superior como en el talud inferior.

Las medidas de estabilización que se deben tomar requieren de un estudio geotécnico detallado de las vías y de un estudio forestal adecuado a las condiciones existentes.

Cuenca alta de la Quebrada La Secreta

Localizada al noroeste del casco urbano. Formada por rocas metasedimentarias tipo filitas y en menor proporción areniscas y chert, con un alto grado de fracturamiento, cizallamiento y plegamiento. Las cubre un horizonte de cenizas volcánicas con un espesor variable.

Presenta una amplia zona en bosque y otra en potreros con serias evidencias de inestabilidad, como son: Desplazamien-

tos sucesivos del terreno, superficies de arranque o de desprendimiento continuas, grandes grietas y severas huellas de sobrepastoreo y erosión por caminos.

Todo esto influye directamente sobre el cauce de la quebrada poniendo en peligro, no sólo la bocatoma del acueducto, sino a la población en general, por un posible represamiento.

Se recomienda un estudio detallado de la zona y de algunos puntos de la quebrada, donde ésta es susceptible de ser represada. Debe suspenderse la actividad ganadera para dar paso a la reforestación y conservación de la zona como bosque.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El área urbana del Municipio de La Celia se encuentra localizada sobre el relleno aluvial del Río Monos, en la confluencia de las cuencas de las quebradas La Cristalina, Liboriana, Chapay y del Tigre. El área suburbana corresponde a laderas muy empinadas, cubiertas por depósitos de vertiente.

En el área afloran rocas metasedimentarias tipo filitas, chert, metaareniscas. Estas últimas es frecuente encontrarlas como lentes. En general todas estas rocas están muy afectadas tectónicamente.

Las estructuras de la región presentan direcciones predominantes N-S y NE; se conjugan con alineamientos NW, dando formas de bloques. Las principales estructuras son la Falla Apía y la Falla La Celia que es doble y da como resultado una expresión geomorfológica muy similar a un graben.

Se evidencia actividad tectónica reciente en una cárcava al sur del jardín Botánico, en donde una falla local con dirección N21E/30W, separa rocas metasedimentarias y un depósito de flujo de escombros. En la carretera alterna de acceso, se observan cenizas volcánicas diaclasadas según direcciones N44E/64N y N32W/69E.

Dentro de las formaciones superficiales, los depósitos aluviales son de gran importancia ya que sobre ellos se asienta la cabecera municipal. Las cenizas volcánicas afloran en la vertiente occidental con espesores observados hasta de 5.5 m; suprayacen depósitos de flujos de lodo. En la vertiente oriental del Río Monos, se tiene depósitos de flujos de escombros y rocas metasedimentarias.

Los procesos erosivos están asociados principalmente con las actividades humanas. Se tiene erosión superficial por caminos y sobrepastoreo, cárcavas, movimientos de masa por ampliación de las carreteras; además, desplazamientos del terreno y socavación de orillas.

El Valle del Río Monos, sobre el cual se asienta la cabecera municipal, pudo tener un origen tectónico a partir de una falla doble (Falla La Celia) que aceleró la acción de las corrientes y por consiguiente desató

procesos erosivos en masa, o un origen erosivo a partir del Río Monos.

Por su ubicación, la cabecera municipal de La Celia está sometida a riesgo hidrológico o por inundaciones; es susceptible muy especialmente el cordón de viviendas que bordean la margen derecha del Río Monos y el sector de confluencia de las quebradas Chapay y La Cristalina.

El Río Monos presenta un carácter torrencial; socava sus orilla en varios tramos de su recorrido, desestabilizando las vertientes hacia él.

El estado de la construcción reveló una situación un tanto crítica; la mayoría de las viviendas son de bahareque, en regular a mal estado. Son especialmente críticos los sectores de la colina occidental, Alto de la Sirena y Pueblo Nuevo.

Los servicios de acueducto, alcantarillado y recolección de basuras, no dan un cubrimiento total al área urbana y además presentan grandes deficiencias, que en ocasiones, como en el caso de fugas en el acueducto o alcantarillado, son la causa de generación de procesos erosivos.

La cabecera municipal de La Celia es estable, en tanto que el área suburbana es potencialmente inestable a inestable, con algunas pequeñas excepciones al suroeste.

Las zonas urbanizadas con problemas se localizan en las márgenes del Río Monos, en la colina occidental (carreteras 4 y 5), en el cruce de la Quebrada La Cristalina con la carretera a La Celandia, en el Alto de La Sirena.

Las urbanizaciones El Hogar Colombiano sobre la llanura de inundación del Río Monos y la Quebrada La Cristalina, respectivamente, con lo cual están sometidas a riesgo hidrológico.

Los terrenos aptos para expansión urbana son pocos y de pequeño tamaño, se ubican en diferentes sitios del casco urbano. Otras zonas que podrían adaptarse para uso urbano se localizan al suroeste del casco urbano.

Ambas vertientes hacia el Río Monos requieren de conservación y vigilancia.

Para la ampliación de las carreteras se requiere de un estudio geotécnico detallado, con el fin de evitar que se sigan presentando los movimientos de masa originados hasta el momento.

Debe elaborarse un código urbano que garantice un control eficaz sobre áreas en proceso de expansión, al igual que sobre zonas potencialmente inestables y de freno a los asentamientos subnormales.

Las nuevas construcciones deben tener en cuenta las especificaciones dadas en el código colombiano de construcciones sismoresistentes.

Debe crearse un comité local de emergencia constituido por representantes de todos los estamentos cívicos y municipales.

BIBLIOGRAFIA

- CABALLERO, H., ZAPATA, G., 1983. Plancha 224, Pereira. Bogotá INGEOMINAS, Mapa geológico preliminar.
- DEPARTAMENTO DE RISARALDA, 1988. Atlas de Risaralda. Fondo Editorial del Depto. de Risaralda. Pereira. 244 p.
- EGEO LTDA., 1987. Geología ambiental del área urbana y suburbana del Municipio de Marsella. Informe para CARNADER. 8 mapas. Pereira. 216 p.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, 1988. Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del Departamento de Risaralda. Bogotá. 265 p.
- HURTADO y VELASQUEZ, 1987. Plan de desarrollo integral para el Municipio de La Celia. Trabajo de grado. Universidad Libre, Pereira. 396 p.
- IGAC, 1976. Estudio general de suelos de los municipios de Balboa, Apía, Santuario y La Celia, Depto. Risaralda. Bogotá. 159 p.
- _____, 1977. Mapa ecológico. Bogotá IGAC, subdirección Agrológica. 21 planchas.
- INGEOMINAS, 1983. Mapa de terrenos geológicos de Colombia. Bogotá, Pub. Geol. Esp.: INGEOMINAS. Vol. 14. 235 p.
- JAMES, M., 1986. Estudio sismotectónico en el área del Viejo Caldas. Medellín : INGEOMINAS. 113 P.

ANEXO 1. MAPAS

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS MUNICIPIO DE LA CELIA

1. Cabecera municipal de La Celia. Foto tomada desde la ladera suroccidental.
2. Aspecto general de la cabecera municipal de La Celia. Foto tomada desde la carretera de acceso alterna.
3. Panorámica del casco urbano de La Celia. En primer plano el parque infantil; al fondo colina occidental. Foto tomada desde la parte alta del Jardín Botánico, hacia el oeste.
4. Vertiente occidental de la Quebrada La Cristalina, a la altura de la salida para La Celandia. Obsérvense los quiebres en las pendientes que denotan un control estructural y cicatrices de procesos erosivos.
5. Rocas metasedimentarias en la carretera de acceso alterna. Muy posiblemente afectadas por la Falla La Celia.
6. Afloramiento de rocas metasedimentarias en la carretera de acceso, altamente cizallados y con lentes de arenisca y chert.
7. Detalle de secuencia sedimentaria, en una cárcava del extremo sur del Jardín Botánico. Lentes de areniscas rodeados por fillitas cizalladas.
8. Deslizamiento en el talud superior de la carretera a La Laguna. Perfil de cenizas volcánicas de 4 m. de espesor.
9. Perfil de cenizas volcánicas, diaclasadas muy regularmente, en la carretera alterna, cerca a la repetidora.
10. Depósito torrencial del Río Monos, en su margen derecha. Talud superior de la carretera a la bocatoma de La Secreta. Mezcla de bloques y fragmentos de roca con cenizas volcánicas.
11. Aspecto de un plano de falla que separa las rocas metasedimentarias de un depósito de flujos de escombros. En cárcava al sur del Jardín Botánico.
12. Cono aluvial sobre la margen izquierda del Río Monos, al norte del estadio; cortado para la construcción de este.

13. Cono aluvial sobre la margen izquierda del Río Monos, cortado por un canal de aguas procedentes de la ladera superior. Hay socavación intensa de orillas por parte de la Quebrada y del Río mismo.
14. Traza de la Falla La Celia, al fondo, vista desde el sector de La Quebra. Afecta la vertiente oriental del Río Monos, cortada para la construcción del estadio, en primer plano.
15. Verticalmente de tierra en la orilla del Río Monos, incrementando su carga. Viviendas localizadas en la orilla izquierda del río, en su llanura de inundación. A la izquierda, al fondo, casa modelo de la Urbanización El Hogar Colombiano.
16. Corte de una carretera para la Vereda Altomira. Se originan procesos erosivos de acción en masa en forma acelerada.
17. Potreros localizados en el sector de Dosquebradas, de propiedad de la parroquia. Observar las consecuencias de la antigua actividad ganadera y de la explotación de material.
18. Aspecto de la Quebrada La Cristalina, de comportamiento sinuoso, socavación de orillas y sedimentación. A la izquierda, depósito coluvio-aluvial y erosión por caminos. Foto tomada desde la carretera a La Laguna.
19. Aspecto de la Quebrada El Tigre afectando las carreteras a La Secreta y El Tigre. Foto tomada hacia el este.
20. Erosión en las márgenes de la Quebrada El Matadero. Corona de movimiento, huellas de desprendimiento y desplazamiento del terreno; sobrepastoreo.
- 21-22-23 .Aspecto general de la cuenca alta del Río Monos, Vereda La Secreta. Inestabilidad general representada por movimientos de masa, desplazamientos del terreno.
24. Bocatoma del acueducto en la parte alta del Río Monos (Q. La Secreta). La acción del Río afecta las obras civiles allí construidas.
25. Socavación de orillas por el Río Monos, margen izquierda, en cercanías del estadio. Foto tomada hacia el noroeste.

26. Estadio municipal. Foto tomada hacia el sureste donde se aprecian los movimientos generados en la vertiente por el corte, la pequeña margen que hay entre el estadio y el río y la falta de adecuación de ésta.
27. Extremo nororiental del estadio municipal. Talud desestabilizado por el corte y agrietamiento en la parte superior.
28. Movimiento de masa en la carretera a La Laguna, causado por los trabajos de ampliación de la vía. Afecta rocas metasedimentarias y cenizas volcánicas.
29. Viviendas en la margen derecha del Río Monos sector Dosquebradas. Se observan los desprendimientos de masas de suelo por vertimiento de aguas negras y acción del río. Cultivos hasta la orilla misma del Río.
30. Otro aspecto de las viviendas del sector de Dosquebradas, localizadas sobre la margen derecha del Río Monos. La tierra, producto del corte para una cancha se vierte libremente al río.
31. Comportamiento sinuoso de la Quebrada Liboriana. Fuerte socavación de orillas. Al fondo, sectores de Dosquebradas y los tanques.
32. Sector de Dosquebradas y colina occidental (cras 4 y 5) al fondo. A la izquierda movimiento de masa donde son vertidos escombros y basuras. Al centro, lote apto para ser urbanizado.
33. Carrera 4. Cordón habitacional a lo largo de esta vía afectado por inestabilidad de taludes.
34. Deslizamiento ocurrido al finalizar la calle 2 afectó tanto la vivienda de la parte superior como la del pie del talud. Observar estado de las edificaciones.
35. Vivienda al finalizar la carrera 5, sobre la colina occidental.
36. Colinas suaves sobre la vertiente occidental del Río Monos, en cercanías al matadero. Cultivos tecnificados de café con barreras de plátano.



















ANEXO 3. CATALOGO DE SISMOS

Se recopiló en este catálogo, la información sísmica disponible entre las coordenadas 4.5 - 5.3 latitud Norte y 75.3 - 76.3 longitud oeste, y que abarcan todo el Departamento de Risaralda y zonas aledañas a éste en los departamentos de Caldas, Chocó, Tolima, Antioquia, Valle.

Los datos fueron transcritos de las tablas contenidas en las siguientes referencias:

Page, W., 1986. Geología sísmica y sismicidad del noroeste de Colombia. Inf. preparado por W.C.C para ISA. Medellín, 156 p.

James, M., 1986. Estudio sismotectónico en el área del Viejo Caldas. Ingeominas, Medellín. 113 p.

Egeo Ltda., 1987. Geología ambiental del área urbana y suburbana del Municipio de Marsella. Inf. preparado para la CARDER. 216 p + 8 mapas. Pereira.

Es importante anotar que se presentaron muchas incongruencias en la información correspondiente a un mismo sismo, contenida en las diferentes fuentes. Se tomó entonces como base, el catálogo contenido en James, por ajustarse más a la zona de estudio y éste se complementó en cuanto intensidad y localización, con las otras referencias.

FECHA		HORAS			EPICENTRO		G	HIPOCENTRO	MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LA° (N)	LONG (W)	PROF.			
1878	Febrero	9	19	30		5.1	75.5		5.3	VIII	
1878	Septbre.	9				5.1	75.399			VI	Manizales - Caldas
1883	Novbre.				0 0	5.1	75.399			VIII	Manizales - Caldas
1884	Marzo					5.1	75.399			VII	Manizales - Caldas
1888	Novbre.	5				5.1	75.399		4	V	Manizales - Caldas
1935	Septbre.	18	4	57	49	5.15	75.83		6.3	VII	Bote - Choco
1938	Febrero		2	23	0	4.83	75.79	192		IX	Manizales - Caldas
1942	Junio	4	4	45	39	4.5	75.5		3.9		
1944	Enero	3	2	16	50	4.5	75.6		4.6		
1950	Abril	10	16	48	48	4.6	75.4	128	6	IX	Condoto - Choco
1952	Marzo	18	20	27	18	4.5	76			V	Victoria - Caldas
1956	Enero	12	7	45	27	5	75	200	4.6	V	Villa Maria - Caldas
1956	Agosto	2	7	11	20	5	75.5	103		VI	Villa Maria - Caldas
1957	Septbre.	17	20	42	19	4.8	75.6				
1958	Febrero	9	2	30	58	4.8	75.3	32	4.5		
1958	Septbre.	9	12	20	44.9	5	76		2.5		
1959	Abril	7	15	47	17	4.8	75.5		3.5		
1959	Junio	13	19	44	18	4.5	75.8				

FECHA		HORAS		EPICENTRO		HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION	
AGO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (W)	LONG (W)				PROF.
1959	Agosto	25	23	12	31	5.2	75.8	2.5	VI	Palmar - Choco	
1961	Diciembr	20	13	25	34	4.6	75.6	176	6.3	VIII	
1962	Septbre.	28	18	56	8	5.2	76.2	127	5.26	VII	Pueblo Rico - Rda.
1963	Enero	26	21	20	42	4.7	76.3	95	4	V	Argelia - Valle
1963	Enero	26	21	28	42	4.699	76.3	95	4.8	v	Argelia - Valle
1963	Novbre.	6	21	34	34	4.9	75.9		3.5	IV	Pueblo Rico - Risara
1964	Enero	14	3	27	30		75.7		3		
1964	Junio		11	18	18	4.7	75.8	62	4.3	V	Alcala - Valle
1964	Agosto	27	12	25	22	4.8	76.2	112	4.3	V	Ansermanuevo - Valle
1964	Septbre.	21	0	10	36		76	116			
1964	Septbre.	27	10	57	51	4.9	76.2	120	4.5		El Palmar - Choco
1964	Octubre	12		43	30		76		2.8		
1964	Octubre	14	11	50	28		75.9	63	4.3	V	
1965	Enero	3	18	16	4	4.6	76	90	4.9		
1965	Enero	26	15	38	52	5.2	76.1		3.8		
1965	Marzo	2	23		50	5	75.9				
1965	Marzo	28		35	58	4.7	76.1		2.7		
1965	Abril		20	31	30	5.5	76.1	102	4.89	VI	Caramanta - Choco
1965	Abril	7	3	3	39		76.1	3.3			
1965	Mayo	19				5.5	76	98	4.8	VI	Caramanta - Choco
1965	Septbre.		12	45	47	5.1	76.1		2.5		
1965	Septbre.	9		35	40		76		2.5		
1966	Enero	16	10	38	2	5.1	75.7		3.7		

AÑO	FECHA		HORAS			EPICENTRO		O	HIPOCENTRO	MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
	DES	DI	HORA	MIN	SEG.	LAT	LONG (		PROF.		
1966	Enero	22		14	16	5.1	76.1		2.5			
1966	Enero	22		14	16	5.1	76.1		2.5			
1966	Enero	23	9	36	47	5	76		3.2			
1966	Enero	29	15	29	58	5	75.9		2.9			
1966	Febrero	3	18	16	5	4.6	76	91	4.89	VI	La Union - Valle	
1966	Febrero		15	49	51		76		3.1			
1966	Marzo		14	38	30	4.6	75.5		2.8			
1966	Marzo	31	0	55	50	5.399	76.199	98	4.58	V	Pueblo Rico - Nda.	
1966	Abril		13	19	4	5	75.9		2.5			
1966	Abril	30		1	4	4.8	75.7		2.7			
1966	Mayo	10	6	6	0	4.5	75.6		2.5			
1966	Mayo	10	14	46	47	5.1	76	116	4	V		
1966	Agosto	5	15	12		4.699	75.3	83	4	V	Ibaque - Tolima	
1966	Octubre	1		57	45	4.9	76	105	4.6	VI	Balboa - Risaralda	
1966	Novbre.		23	49	39	5.1	75.7		3.1			
1966	Novbre.					5.199	75		3.5	IV	Fresno - Tolima	
1966	Novbre.	17	10	10	54	4.6	75.5		2			
1967	Enero	10	6	30	39	4.8	75.9					
1967	Enero	12	4	53	24	4.8	75.8		2.7			
1967	Febrero	3	22	57	49		75.9		3.			
1967	Febrero	4	15	41	55	5.7	75.9		3.2			
1967	Febrero	9		45	43		78.8		2.6			

AÑO	FECHA		HORAS			EPICENTRO		O	HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)		PROF.				
1967	Abril	12	0	0	21	5.2	76			3.5			
1967	Abril	26	18	51	2		75.9	114		3.9	IV	Apia - Risaralda	
1967	Agosto		19	13	44	5	75.9			3.1			
1967	Agosto	14	11	32	43		75.5			2.7			
1967	Agosto	24	17	23	14	5.2	75.8			3.1			
1967	Agosto	27	7	38	54		75.7			3.1			
1967	Novbre.	26	20	0	36	5.3	76.1	128		3.9	IV	Pueblo Rico - Rda.	
1968	Enero		0	36	40	5.1	76			2.5			
1968	Febrero	19	13	41	57		75.8			2.9			
1968	Febrero	29	21			4.9	75.3			2.5			
1968	Marzo	26	21	55	20	5.399	75.699	107		4.1	V	Riosucio - Caldas	
1968	Abril	25	3	51	37		76			3.1			
1968	Junio		15	56	8	4.6	75.4			2.7			
1968	Junio	13	21	41	57		76			3.5			
1968	Junio	22	23	46	17	4.6	75.2			3.2			
1968	Junio	25	22	19	58	4.7	75.2			3			
1968	Junio	25		43	13		76.1			2.8			
1968	Junio	27	18	27	28	4.5	75.5			2.4			
1968	Julio		8	2	49	4.6	75.8			3.8			
1968	Julio	9	21	47	15	4.7	75.4			3.4			
1968	Julio	14	22	0	10	4.8	75.6			3.3			
1968	Julio	24	18	18	31	4.5	75.4			2.5			
1969	Enero	17	8	33	54	5.054	75.299	138		4.4			

AÑO	FECHA		HORAS		EPICENTRO		MAGNIT.	TEMP.	LOCALIZACI
	...	...	MIN.	SEG.	LONG	...			
1966	Enero	29			5.2	76	109	4.1	Belén de Umbria -
	...	...	...	...	4.6	75.9		3.9	
1967	Marzo	31	2	9	5.2	75.6		2.5	
1969	Mayo	18		48	...	75.4		2.6	
1969	Junio	5	7	46	5.2	75.8		2.8	
1969	...	7	8	53	5	75.9		2.8	
1969	Julio	15	19	37	5.1	76.1	129	4.	Santua 10 -
1969	Noviembre			33	16	5.2	76.2	0	VI P. Río Ri -
1969	Noviembre	8	20	13	37	...	...	3.6	
1969	Noviembre	27	...	36	8	4.5	...	61	Restrepo - ...
1969	Diciembre	20	16	37	59	5	76	...	
1970	Marzo	20		30	13	4.8	...	150	4.2
1970	Mayo	31			26	4.6	76		3.7
1970	Septiembre	26		59	13		76		3.3
1970	Septiembre	27		43	57	5	75.		3.2
1970	Septiembre	27		39	58		75.9		3.
1970	Septiembre	27		29	17		76		3.7
1970	Septiembre			24	56	5	76		...
1970	Septiembre	...					...		3.5
1970	Septiembre		2	22	26	5	75.9		3.3
1970	Septiembre	27	16	52	34		75.9		...
1970	Septiembre		2	54	58	4.9	75.9		3.7

FECHA		HORAS			EPICENTRO		0	HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.				
1970	Septbre.	28	2	24	16			76		2.8		
1970	Octubre		20	36	15	4.8	75.6			3.1		
1970	Octubre	3	23	53	37			76		3.1		
1970	Octubre	4	21	53	45			76		3.1		
1970	Octubre		2	4	0			76		3.1		
1970	Octubre	6	21		8			76		3.2		
1970	Octubre	6	17	44	42			76		3.2		
1970	Octubre	10	20	15	24	4.8	75.7			2.7		
1970	Octubre	14	16	11	38	5.1	76.1			2.5		
1970	Octubre	22	4	33	47			76		3		
1970	Novbre	28	21	27	38	5	76			3		
1971	Marzo	28	15	10	53	5.1	75.6	161	4.6	VI		Manizales - Caldas
1972	Enero	30	23	10	34	5.9	76.2	84	4.2	V		El Caeen - Choco
1972	Marzo	20	13	23	58	4.6	75.5			3.6		
1972	Septbre	16	7	44	49	4.5	75.9			3.8		
1973	Febrero			53	18	4.6	76	84	5	VI		Toro - Valle
1973	Abril		13	54		4.7	75.6	158	6.2	VII		Venadillo - Tolima
1973	Abril	13	12		24	4.7	76.3	75	4.6	VI		Valencia - Choco
1973	Abril	13	12	5	24	4.7	76.3	75	4.8	VI		Valencia - Choco
1973	Abril	14	0	5	17	4.6	75.7			3.9		
1973	Abril	24	18	42	31	5.2	75.8	118	5.5	VII		Anserma - Caldas
1973	Julio	21	6	31	38	4.784	75.62	150				Sentido Per. Arm. Ma
1974	Abril	29	22	20	52	4.8	76.1	87	5.1	VI		Ansermanuevo - Valle

FECHA		HORAS			EPICENTRO		0	HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LA° (N)	LONG (W)	PROF.				
1974	Julio	13	18	51	15	5.306	75.739		4.6			
1975	Abril	13		53	30	4.8	75.8	144	5.2	VI	Cartago - Valle	
1975	Abril	21	8	48	53	4.6	76	150	4.6	VI	Toro - valle	
1975	Mayo	21		39	32	4.7	75.8		3.9			
1976	Abril	30	17	35	12	5.2	75.6	71	4.7			
1976	Mayo	19	4	7	15	4.5	75.8	158	5.9	VI		
1976	Julio	11	23	18	24	5	76.1		3.4			
1976	Julio	12	2	18	48		75.6	267	3.4			
1976	Julio	12	9	55	48	5	75.6	287	3.5			
1976	Julio	12	17	23	19		75.6	190	3.2			
1976	Julio	12		59	11		75.6	247	3.3			
1976	Julio	13	10	13	26		75.6	355	3.2			
1976	Julio	13	6	58	35		75.6	160	2.9			
1976	Julio	15	11	12	33	5	75.6		2.9			
1976	Julio	31	15	7	16		75.6		2.7			
1976	Agosto	3	2	19	22	4.9	76	123	4.9			
1976	Diciembre	27		31	43	5.1	76	90	3.2			
1977	Marzo	16	8	58	42	5.535	75.975	229				
1977	Marzo	26	15	42	41	4.7	75.3	4	3.5			
1977	Junio	3	6	55	17	5	76		3.7			
1977	Septre	23	19	50	3	4.6	76					
1978	Junio	14		47	38		76.1		3.5			

AÑO	MES	HORAS			EPICENTRO O HIPOCENTRO			MAGNITUD	INTENS	LOCALIZACION
		HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.			
1979	Mayo	16	12	43	38	4.7	75.8	164	4.6	
1979	Septiembre	6	3	57	53.6	4.5	75.9	165		
1979	Noviembre	23	18	45	22	4.5	76	113	6.4	
1980	Junio	25	12		56.9	4.4	75.7	154	5.7	VI
1981	Julio	30				5.063	76.25	107	4.1	
1983	Mayo	7	4	2	51	5.315	75.743	141	4.4	
1984	Febrero	22	9	59	47	5.062	76.285	131		
1985	Junio	3	7	6	18	4.91	75.876	135		
1985	Junio		7	6	18	4.91	75.876	135	5	
1986	Marzo		6	56	50	5.22	75.591	33		Sentido en Manizales
1986	Marzo	29	9	48	55	4.59	75.626	156	5	Sentido en Pereira.
1987	Enero		17	16	25	4.729	76.285	110	4.5	Sentido en Manizales

ANEXO 4. INFORMES TECNICOS

DE : Ingeniero Planeación

PARA : Director General

REF. : Medidas de estabilización en el talud adenaño al Estadio Municipal de La Celia.

Atendiendo una solicitud del Alcalde Municipal de La Celia, después de practicada inspección de campo y analizar la información recopilada por los geólogos participantes dentro del proyecto de Geología Ambiental de ese Municipio, sobre el asunto referenciado, me permito comunicarle lo siguiente :

- Al iniciarse la ejecución de banquetes para la adecuación de las graderías del estadio, se presentaron una serie de deslizamientos, afectando el trabajo realizado.
- La ocurrencia de los deslizamientos está relacionada a la existencia de depósitos de ladera en una zona de pendiente fuerte, por lo tanto la ejecución de cualquier corte produce desestabilización, existiendo además una serie de grietas que marcan la ocurrencia de nuevos deslizamientos.

Se hace evidente entonces que a lo largo de todo el talud se requieren medidas de estabilización y por lo tanto el pensar en la construcción de las graderías, implica un diseño adecuado que tenga en cuenta las medidas de estabilización necesarias.

Es recomendable entonces tener en cuenta las siguientes acciones:

- La construcción de las graderías debe evitar los cortes de tierra.

- 2 -

Esta medida implica el diseño adecuado de las mismas, de acuerdo a los cálculos estructurales que realice un Ingeniero Civil.

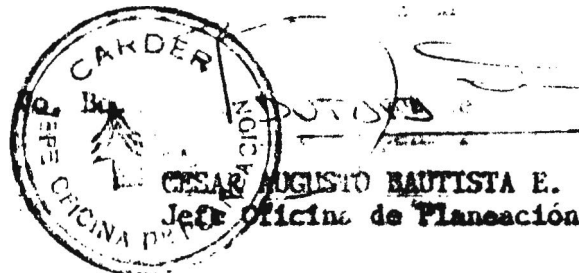
- Debe abatirse el nivel freático que aflora en la esquina nororiental del estadio, mediante la construcción de una trinchera filtrante, conducida adecuadamente hasta el río.
- Como medida de estabilización general, se recomienda :
 - Construir una cuneta interceptora impermeabilizada en el sitio correspondiente a la antigua acequia a media ladera.
 - Tratamiento biológico-forestal a la ladera.
 - Adecuado manejo de aguas superficiales en la vía superior, para evitar vertimientos libre de aguas en la zona afectada.

Finalmente, es bueno advertir que cualquier nuevo proyecto que pretenda establecerse en los terrenos aledaños al Estadio Municipal y que implique la ejecución de cortes en la ladera, va a presentar los problemas de inestabilidad mencionados anteriormente.

Atentamente,



FRANCISCO ANTONIO URIBE GÓMEZ
Ingeniero Geólogo Planeación



Copia : Unidad Regional Ejecutora Gobernación
Alcalde Ia Celia

cdh/32-01