

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

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

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

Este trabajo fue realizado
con la asesoría del Doctor
Michel Hermelín Arbaux

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. ESTUDIOS PREVIOS	5
2.1. GEOLOGIA	5
2.2. SUELOS	6
2.3. VEGETACION	8
2.4. CLIMA E HIDROGRAFIA	8
3. METODOLOGIA	10
4. ASPECTOS GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO	14
4.1. GEOLOGIA Y ESTRUCTURA REGIONAL	14
4.1.1. Unidades litológicas	14
4.1.2. Estructuras	17
4.1.2.1. Generalidades	17
4.1.2.2. Falla de Toro	18
4.1.2.3. Falla El Rey	19
4.1.2.4. Falla Apía	19
4.1.2.5. Alineamientos fotogeológicos	19

4.1.2.6. Actividad tectónica reciente	20
4.2. FISIOGRAFIA Y MORFOMETRIA	21
4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES	22
4.3.1. Cenizas Volcánicas	22
4.3.2. Depósitos de flujos de escombros	27
4.3.3. Rocas sedimentarias	28
4.3.4. Depósitos antrópicos	28
4.4. PROCESOS EROSIVOS	29
4.4.1. Erosión superficial	29
4.4.2. Movimientos de masa	30
4.4.2.1. Deslizamientos	31
4.4.2.2. Movimientos de masa mixtos	32
4.4.3. Asentamientos del terreno	33
4.4.4. Socavación de orillas	34
4.5. ASPECTOS SISMICOS	34
4.6. INFLUENCIA HUMANA	38
4.6.1. Cortes de carretera y caminos	39
4.6.2. Botaderos de tierra y escombros	40
4.6.3. Rellenos antrópicos	41
4.6.4. Usos de la tierra	42
5. ASPECTOS HIDROLOGICOS	44
5.1. GENERALIDADES	44
5.2. PARAMETROS MORFOMETRICOS	44
5.3. HIDROGEOLOGIA	48

6. ESTADO DE LAS EDIFICACIONES	50
7. APTITUD PARA EL USO URBANO.....	53
7.1. BASES DE ZONIFICACION	53
7.2. ZONIFICACION	54
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFIA	95
ANEXOS	96

LISTA DE TABLAS

	pág.
TABLA 1. Proyecciones de la población	2
TABLA 2. Tipificación de las viviendas	51
TABLA 3. Aptitud para el uso urbano	54

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Localización	4
FIGURA 2. Mapa Geológico y Estructural	15
FIGURA 3. Perfil topográfico E-W	23
FIGURA 4. Perfiles de cenizas volcánicas	25
FIGURA 5. Perfil de cenizas volcánicas y correlación	26
FIGURA 6. Diagramas de precipitación	45
FIGURA 7. Cuencas hidrográficas	47
FIGURA 8. Perfil esquemático de la Quebrada La Eme	58
FIGURA 9. Esquema del deslizamiento en la vía a La Celia	60
FIGURA 10. Esquema de ubicación del centro de bienestar cafetero para la tercera edad	62
FIGURA 11. Esquema de ubicación del hospital	66
FIGURA 12. Esquema en perfil de la ubicación de viviendas (Barr o La Cruz)	75

FIGURA 13. Esquema de ubicación del edificio cafetero	80
FIGURA 14. Localización del lote destinado para reubicación de viviendas. (Corte N°8) ...	87

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Mapas

- Mapa 1/6 Localización de estaciones
- 2/6 Morfométrico
- 3/6 Formaciones Superficiales
- 4/6 Procesos erosivos
- 5/6 Tipología y estado de la construcción
- 6/6 Aptitud para el uso urbano

ANEXO 2. Fotografías

ANEXO 3 Siismicidad

ANEXO 4. Informes técnicos

1. INTRODUCCION

Una de las actividades del programa de geología ambiental adelantada la CARDER en cabeceras municipales ha implicado la caracterización detallada de cada uno de los fenómenos de índole geológica que afectan o podrían afectar la población.

Tal estudio tiene una proyección eminentemente social ya que con él se pretende proporcionar las soluciones más adecuadas para los problemas existentes y garantizar a la comunidad la posibilidad de desarrollarse haciendo un uso racional y seguro del suelo.

Por sus características fisiográficas, el Municipio de Balboa ha merecido una atención especial.

Fue fundado en el año de 1908 por inmigrantes caldenses y antioqueños, en un cruce de caminos de intercambio comercial y erigido municipio en el año de 1923.

El censo de 1985, realizado por el DANE, revela para ese año una población total, en el Municipio de Balboa, de 8.953 habitantes, distribuidos así: 6.922 en la zona rural y 2.031 en la urbana. La tasa de crecimiento intercensal para todo el municipio es de 0.72%, dando un aumento considerable en el área rural, en tanto que la cabecera municipal refleja una disminución en su población de acuerdo a una tasa de -1.14%; esto es, una disminución promedio de 21 habitantes por año.

La Tabla 1 muestra las proyecciones de la población hasta el año 2000.

TABLA 1. Proyecciones de la población 1985 - 2000 para el Municipio de Balboa (Cabecera Municipal).

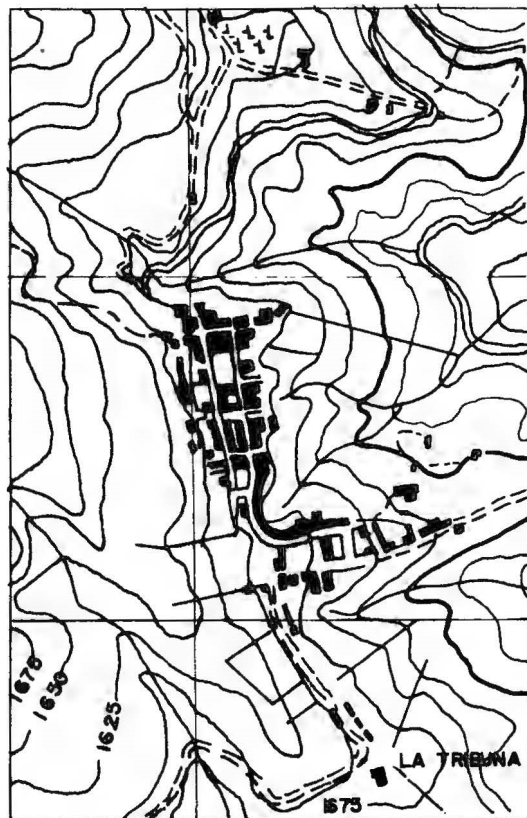
AÑO	POBLACION	AÑO	POBLACION
1973	2.330	1993	1.853
1985	2.031	1994	1.832
1986	2.008	1995	1.811
1987	1.985	1996	1.790
1988	1.962	1997	1.770
1989	1.940	1998	1.750
1990	1.918	1999	1.730
1991	1.896	2000	1.710
1992	1.874		

La población de Balboa está localizada en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental, a 47° 57' de latitud

norte y $75^{\circ} 56'$ de longitud oeste, sobre una ladera de pendiente fuerte, a 1.540 m.s.n.m. tiene una temperatura media de 20°C y un área total de 120 km^2 , de los cuales el área urbana ocupa sólo 0.25 km^2 aproximadamente (Figura 1).

Su relieve es montañoso, con pendientes fuertes y cuchillas alargadas en dirección E-W con superficies planas de poca amplitud.

El clima varía de medio en las montañas a cálido en inmediaciones del Río Cauca. Los suelos están ocupados por cultivos como café y plátano, una tercera parte; por caña de azúcar y pastos otra tercera parte y el resto en monte y rastrojo. La ganadería es muy restringida y la porcicultura se considera como una explotación doméstica.



BALBOA



FIGURA 1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. GEOLOGIA

La geología de Balboa está incluida en la plancha 224 de INGEOMINAS (1983) a una escala de 1:100000; las unidades litológicas están descritas como "rocas sedimentarias de la Cordillera Occidental", limitadas al este por la Falla de Toro que sirve de contacto entre las rocas volcánicas y las sedimentarias.

Según Caballero y Zapata (1983) la unidad está compuesta por sedimentos pelágicos: lutitas, limolitas, chert, grauvacas y conglomerados; se encuentra replegada y en contacto fallado con las rocas básicas de la Cordillera Occidental.

El chert ha sido asociado a las rocas volcánicas, en tanto que la secuencia se considera correlacionable con sedimentos pertenecientes al Grupo Dagua (Caballero y Zapata, 1983).

En la región de La Virginia-Balboa, Nelson (1957) encontró en el chert negro foraminíferos (*Guámbelina* y *Globigerina*), asociación típica del Cretáceo tardío.

En cuanto a las estructuras de carácter regional, Caballero y Zapata (1983) destacan la Falla de Toro, perteneciente al Sistema de Fallas Romeral, la cual presenta un rumbo de N20°E; es una falla de ángulo alto, buzando al oeste, con ~~cizallamiento moderado~~, afectando a rocas volcánicas y sedimentarias del Cretáceo. Probablemente se trata de una falla inversa con el bloque occidental levantado.

2.2. SUELOS

IGAC (1976) clasifica los suelos del Municipio de Balboa como conjuntos Laguna, Farallona y Cúndina, 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, 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 70-80%; 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 presentan 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 Balboa están en la zona media y fueron clasificados como asociación de las

unidades Chinchiná, Catarina y Balboa, derivados de cenizas volcánicas, esquistos talcosos biotíticos y cherts, respectivamente.

Los suelos de la Unidad Chinchiná son de color pardo amarillento, estructura estable y alta capacidad de retención de agua; sus características principales 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.

2.3. VEGETACION

Según IGAC (1977), el Municipio de Balboa pertenece a la formación vegetal bosque húmedo premontano (bh-PM), con una precipitación media anual de 2456.6 (estación La Tribuna) y una temperatura media de 20°C.

2.4. CLIMA E HIDROGRAFIA

La distribución de climas en el Municipio de Balboa es la siguiente: piso térmico medio en un área de 8.200 hectáreas

y piso térmico cálido en 3.800 hectáreas.

El potencial hidrográfico está demarcado por los ríos Cauca, Risaralda, Cañaveral, Monos y Totuí.

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 dos de este informe.

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

	Escala	año	vuelo	Números
FEDERACAFE	1:13300	1978	F-02	0867-0868
IGAC	1:22300	1980	C-1970/30537	298-299

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 disponible 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 uno de los procesos previamente identificados y se zonificaron 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 1:5000 de 1980, vuelo C-2027, número 180. Dichos mapas fueron:

- Mapa de localización: En él se establecieron los puntos de observación o estaciones, conforme a lo registrado en la libreta de campo.
- Mapa de formaciones superficiales: En él se distinguen las áreas donde se hallaron materiales con naturaleza física diferente.
- Mapa de procesos erosivos: Presenta los diferentes fenómenos erosivos que afectan la población y si están o no activos.
- 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 1:1000 del año 1984, elaborado por Planeación Departamental.

El mapa morfométrico se realizó con base en la plancha 224-I-A-1 del IGAC, escala 1:10000 y por mediciones directas de campo.

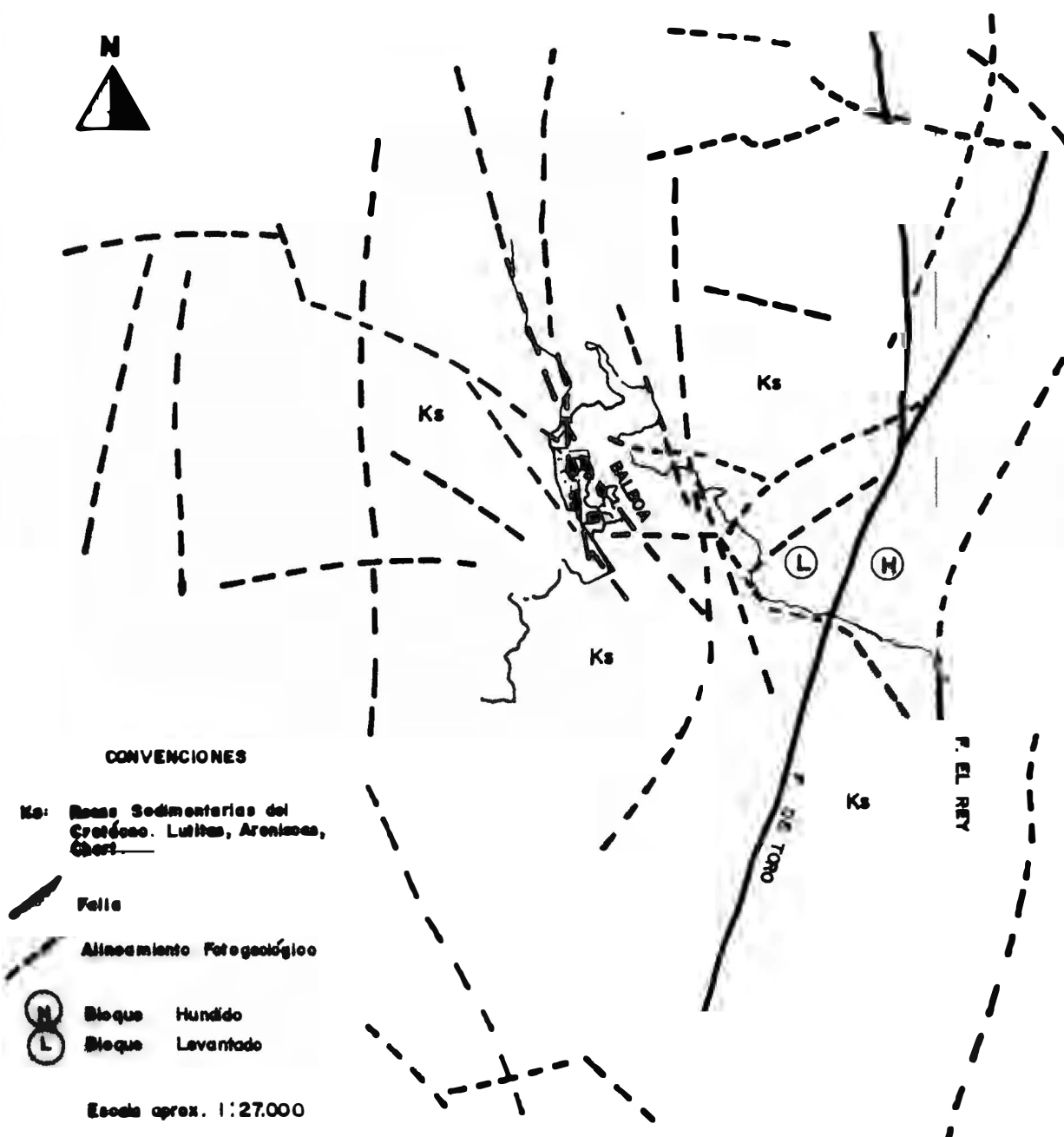
4. ASPECTOS GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO

4.1. GEOLOGIA Y ESTRUCTURA REGIONAL

Desde el punto de vista estructural, el Municipio de Balboa 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 sedimentarias tipo lutitas, areniscas y chert; éstas se describen a continuación:

4.1.1. Unidades Litológicas. (Figura 2). Rocas Sedimentarias. Estas rocas hacen parte de la unidad descrita por Caballero y Zapata (1983) como "rocas sedimentarias de la Cordillera Occidental". Son rocas estratificadas constituidas, básicamente, por lutitas de color amarillo y gris, alternando con areniscas finas de color gris. Los estratos varían en espesor, desde 1 ó 2 cm hasta 30 ó 40 cm.



CONVENCIONES

Ks: Rocas Sedimentarias del Cretáceo. Lutitas, Arenizas, Gneis.

Folia

Alineamiento Fotogeológico

H Bloque Hundido

L Bloque Levantado

Escala aprox. 1:27.000

FIGURA 2. GEOLOGIA Y ESTRUCTURAS

Cuando las lutitas predominan, las areniscas aparecen en forma de lentes. En la Quebrada La Eme se encontraron fósiles de tamaño variable (algunos milímetros, 2 cm, 12 cm), los cuales están en proceso de identificación.

Las lutitas están compuestas por cuarzo, plagioclasa intermedia, moscovita y, en menor cantidad, biotita; como minerales accesorios pirita y magnetita (Caballero y Zapata, 1963).

Las areniscas corresponden, de acuerdo a Caballero y Zapata (1983), a grauvacas. Son de grano fino y presentan una matriz arcillosa.

Los conglomerados descritos por Caballero y Zapata (1983), no fueron identificados en la región, pero según estos autores aparecen en lentes que alcanzan hasta 4 m de espesor, interestratificados con limolitas y grauvacas; estarían compuestos por cantos de 0.5 a 2 cm de chert negro, limolitas, areniscas y diabasas.

Los cherts afloran en el sector de La Quiebre y han sido asociados a rocas volcánicas por Caballero y Zapata (1983). Son de color negro, generalmente plegados; forman estratos de 20 cm de espesor; son criptocristalinos y ocasionalmente calcáreos.

Esta unidad de rocas sedimentarias ha sido asignada al Cretácico (Basellera y Zapata, 1983) y se encuentra en contacto fallado con las rocas básicas de la Cordillera Occidental. En algunos tramos se ha sufrido un metamorfismo penetrativo por efectos dinámicos (La Quiabra, basureo municipal, Quebrada del Hospital), con desarrollo de zonas de cizalladura. Este fenómeno de carácter local las distingue de las rocas metasedimentarias de la región Apur-Entuerio, donde se ha considerado que éstas han sufrido un metamorfismo regional de bajo grado, ya que están ampliamente distribuidas; sin embargo, sólo un examen microscópico evaluaría sus características con el fin de dar una clasificación precisa.

Las rocas sedimentarias están, generalmente, cubiertas por cenizas volcánicas o depósitos de flujos de escombros en espesores variables. Comúnmente están afectadas por fallas locales, con pliegos estrías. En estado de saprolita son de colores abigarrados: amarillo, pardo, rojo, violeta y se presentan conservando sus características texturales exhibiendo un aspecto de bandeamiento por segregación de óxidos de hierro / titanio, principalmente.

4.1.2. Estructuras.

4.1.2.1. Generalidades. La expresión geomorfológica se

de una zona de resaca, al igual que las evidencias de rasgos secundarios, otros de los cuales son las numerosas estructuras que afectan la región.

Las principales estructuras presentan una dirección general N40° y están representadas por la Falla de Toro, la Falla El Fierro y la Falla Nueva, todas de rumbo casi perpendicular en la misma dirección, con fuerte expresión geomorfológica (Figura 2).

4.1.2.2. Falla de Toro Esta falla se caracteriza por regionales, presenta un rumbo de N10°E, se extiende al N y al S en la región por cerca de 10 km. Posiblemente se trate de una falla inversa con el bloque superior levantado (Catalano y López, 1983).

Las fuerzas evidentes de esta falla pueden observarse al N del cerro de La Obleta, donde presenta una notoria expresión geomorfológica, manifestada en el área bien definida y desviación del drenaje. Los efectos sobre las zonas secundarias, son un terreno fracturado, zonas de alta erosión y deslizamientos. Numerosas fallas locales están asociadas. Respecto a las numerosas manifestaciones que se presentan a lo largo de la zona de La Obleta (Catalano y López,

4.1.2.3. Falla El Rey. Esta falla, de dirección general N-S, transcurre en forma subparalela a la Falla de Toro y posiblemente esté asociada a ésta. Presenta una expresión geomorfológica fuerte, manifestada en control de drenaje, cambios repentinos en la pendiente y hombreras.

Esta falla se extiende por cerca de 5 km y su continuación hacia el norte es confusa, pudiendo estar relacionada con un alineamiento fotogeológico cuya traza está evidenciada por pequeños cerros aislados a media ladera, los que forman un contraste topográfico fuerte que semejan silletas.

4.1.2.4. Falla Apía. Esta falla ha sido cartografiada por cerca de 30 km; presenta una dirección N-S y buzamiento vertical. 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 por cercanías de las poblaciones de Santuario y Apía, donde afecta severamente rocas metasedimentarias y volcánicas del Cretáceo.

4.1.2.5. Alineamientos fotogeológicos. Los principales alineamientos fotogeológicos se presentan en dirección N-S. Presentan una expresión geomorfológica caracterizada por silletas laterales, hombreras, cambios de pendiente alineados y superficies escarpadas.

Los alineamientos de dirección E-W controlan parcialmente el curso de algunas quebradas y el drenaje en general. Están particularmente asociados a la dirección general de las cuchillas, que presentan descensos graduales hacia el este.

Los alineamientos de dirección NE y NW son secundarios, se presentan con menor frecuencia y generalmente son más cortos.

Son especialmente importantes los alineamientos que atraviesan el casco urbano (N-E y NW), los cuales presentan una fuerte expresión geomorfológica; sin embargo no se encontraron evidencias de campo para definirlos como fallas geológicas.

4.1.2.6. Actividad tectónica reciente. Numerosas estructuras de carácter local pueden observarse en la carretera de acceso y otros lugares, como la Quebrada del Hospital; éstas generalmente están afectando las rocas sedimentarias. En ninguna de ellas se detectaron evidencias de movimientos recientes.

La actividad tectónica más reciente está manifestada por una falla de carácter local, la cual marca el límite entre rocas sedimentarias y un depósito tipo flujo de escombros.

Presenta un rumbo de N-S 16W y se extiende por un espacio de 30 m, en el talud superior de la carretera de acceso, a la altura del jardín botánico. El depósito de flujo de escombros está, a su vez, cubierto por cenizas volcánicas; éstas no están afectadas.

Aunque no se encontraron evidencias de estructuras afectando las cenizas volcánicas o depósitos de carácter reciente, es, sin embargo, particularmente importante hacer una evaluación detallada en este sentido, dadas las características, especialmente topográficas, del Municipio de Balboa.

4.2. FISIOGRAFIA Y MORFOMETRIA

El área urbana del Municipio de Balboa se levanta sobre las laderas de la vertiente oriental de la Cordillera Occidental; su cabecera municipal se asienta sobre pendientes superiores al 60%, siendo comunes aún las mayores del 100%.

El Mapa 2 muestra la distribución de las pendientes, casi en su totalidad medidas directamente en el campo, y representadas en la plancha del IGAC 224-I-A-1, escala 1:10000.

Se observa en la zona una clara tendencia de cuchillas alargadas en dirección E-W, que descienden hacia el este,

subparalelas entre sí, mostrando hombreras o cambios repentinos y parciales en las pendientes. Estas formas exhiben superficies planas a semiplanas, con pendientes bajas, de poca amplitud, y pendientes fuertes, que se desprenden de éstas hacia el norte y sur. El drenaje es, asimismo, muy recto en varios tramos.

La cabecera municipal está localizada en un bloque limitado por las quebradas del Hospital hacia el sur y La Eme hacia el norte; una superficie escarpada se observa en las fotografías aéreas en la parte superior de dicho bloque. Otro bloque de menor tamaño se aprecia en el área del jardín botánico y el polideportivo.

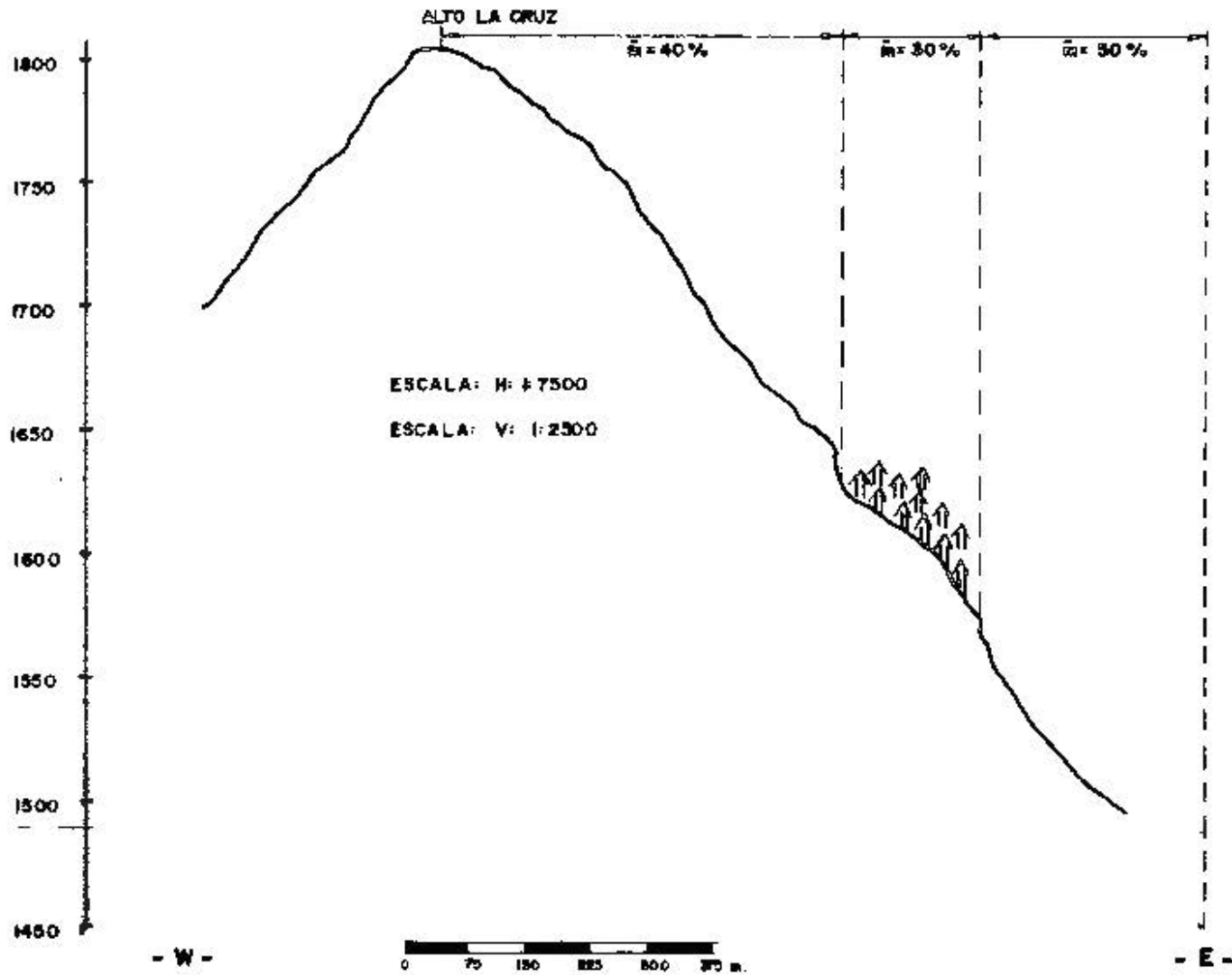
El perfil mostrado en la Figura 3 muestra la fisiografía de la zona en sentido E-W.

4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

4.3.1. Cenizas Volcánicas. Su importancia dentro del municipio es grande, a que lo cubre casi en su totalidad (Mapa 3).

Los depósitos de cenizas volcánicas se encuentran en espesores hasta de 7 m, siendo muy común encontrar 3 ó 4 m. En ellos se distinguen varios horizontes tal como se

FIGURA 3. PERFIL TOPOGRAFICO E-W



describen en tres perfiles localizados en inmediaciones del Colegio y que se muestran en las figuras 4 y 5. Dentro de ellos es importante destacar un horizonte denominado oliva, el cual aparece siempre dentro de otro de coloración grisácea muy compacto. En general está muy bioturbado, por la cual es difícil seguirlo a través del afloramiento.

Las cenizas volcánicas suprayacen las rocas sedimentarias o el saprolito de éstas en inmediaciones del colegio y del hogar del anciano; aparecen mezcladas con fragmentos de roca sedimentaria en depósitos de flujos de escombros o sobre ellos. Localmente se han encontrado en contacto lateral con saprolito posiblemente como resultado de un antiguo deslizamiento. No se detectó la presencia de estructuras que afectaran las cenizas, solamente agrietamientos por deshidratación, a partir de los cuales se dan pequeños desprendimientos del terreno.

Se observaron algunos deslizamientos relacionados a la interfase cenizas volcánicas-saprolito e inclusive cenizas volcánicas-roca sedimentaria. En esta última, el deslizamiento ocurre aprovechando los planos de fracturamiento que, como se aprecia al iniciarse la vía a La Celia, son bastante continuos y buzan hacia la carretera.

FIGURA 4. PERFILES DE CENIZAS VOLCANICAS

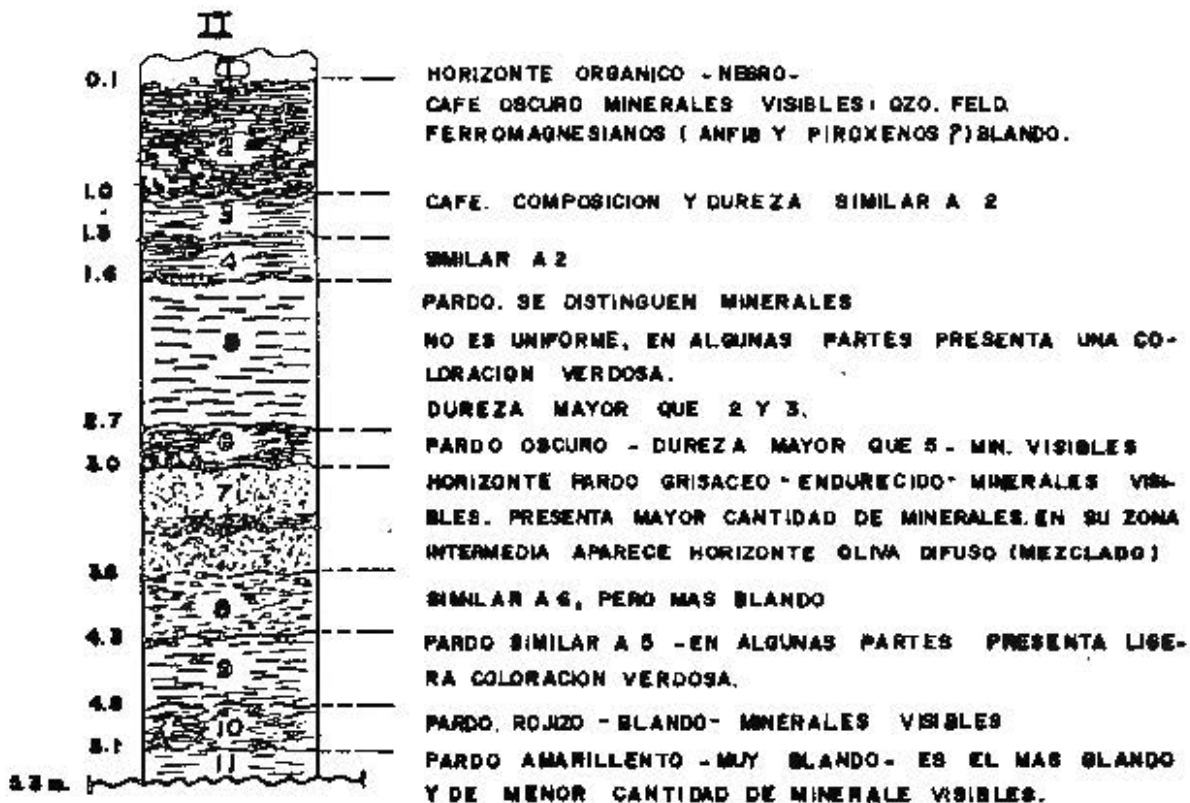
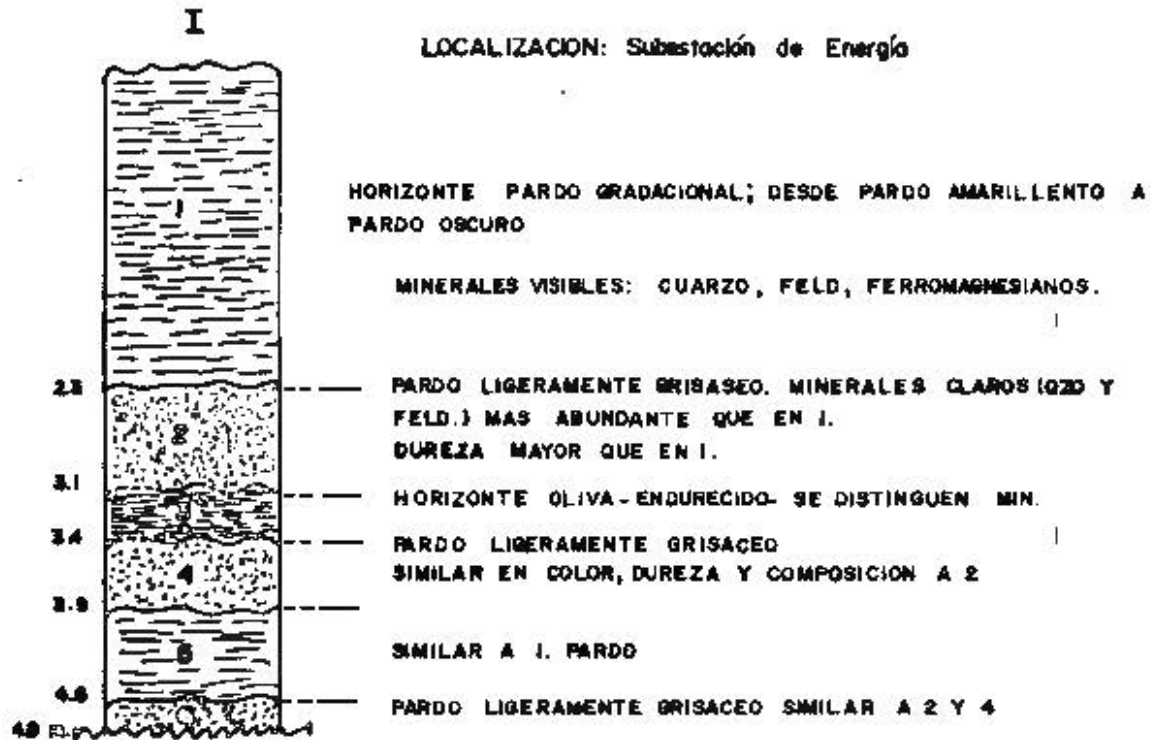
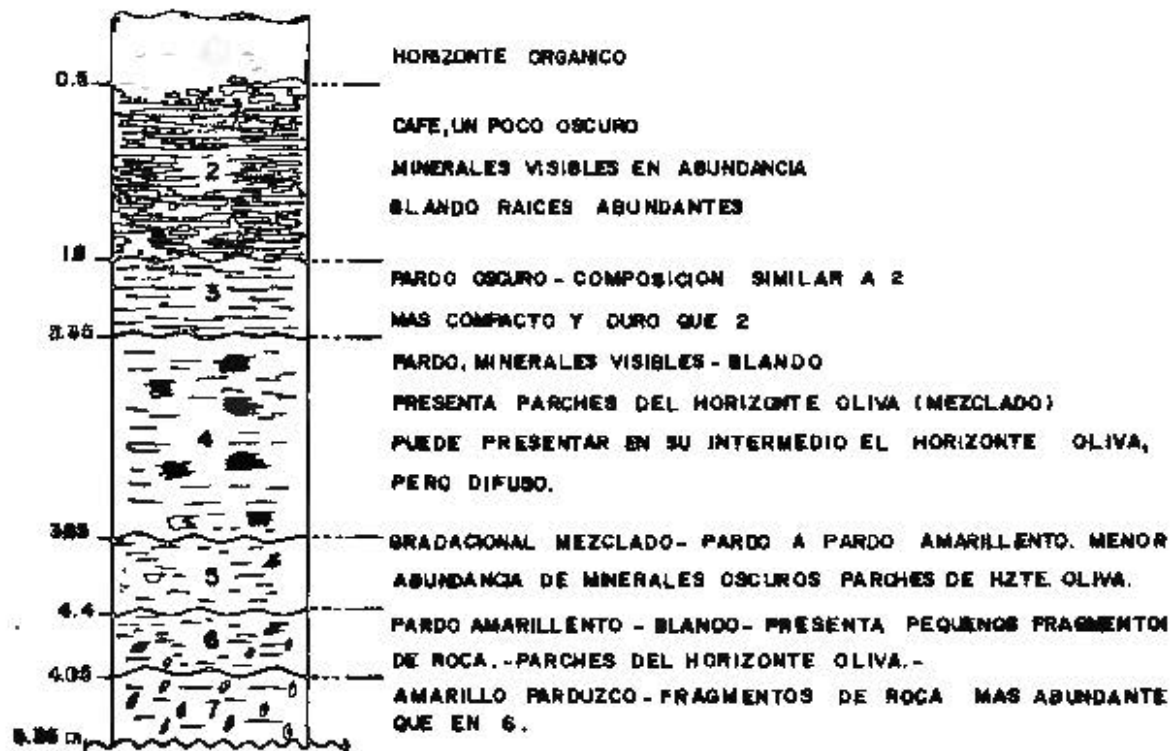
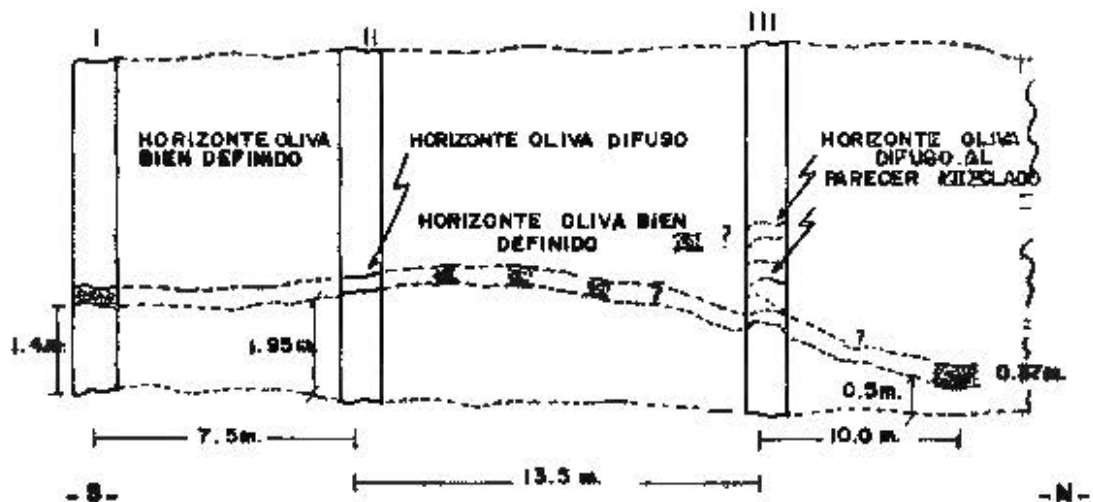


FIGURA 5. PERFIL DE CENZAS VOLCANICAS Y CORRELACION



CORRELACION DE PERFILES



4.3.2. Depósitos de flujos de escombros. Están distribuidos en el municipio tal como se aprecia en el Mapa 3 de formaciones superficiales, como pequeños depósitos producto de movimientos de masa, algunos de ellos bastante antiguos.

Revisten alguna importancia los localizados en la zona del colegio y estadio y los observados en la carretera de acceso, en donde además, se encontraron en contacto fallado con rocas metasedimentarias y localmente cubiertos por cenizas volcánicas.

Otros depósitos de menor tamaño tienen un carácter más reciente; en ellos está mezclada la ceniza volcánica y son el producto de pequeños deslizamientos.

Los fragmentos de roca sedimentaria, que llegan a alcanzar varios centímetros, están contenidos dentro de una matriz limoarcillosa de color rojizo, de mediana permeabilidad, y cohesión baja a moderada.

En el talud superior de la carretera, las zonas donde se tienen depósitos de flujos de escombros presentan un estado crítico; los taludes subverticales bastante altos que quedaron como producto de corte, propician el desprendimiento de masas de suelo y posterior deslizamiento.

4.3.3. Rocas Sedimentarias. Están ampliamente distribuidas en el municipio. Ellas consisten de lutitas y lentes de areniscas con abundantes venas de cuarzo. Están muy diaclasadas y en ocasiones finamente fracturadas y con pequeñas fallas locales. Planos muy continuos de diaclasamiento controlan la forma de algunas laderas y propician, además, deslizamientos de masas de suelo sobre tales superficies.

Infrayacen por lo general gruesos horizontes de cenizas volcánicas, aunque ocasionalmente estén en contacto con depósitos de flujos de escombros.

El saprolito de la roca sedimentaria se localiza principalmente al SW del área urbana (hogar del anciano, colegio, estadio, camino al Alto del Chuscal); presenta estratificación o bandeamiento por coloración variable, por segregación de óxidos.

En los cortes de carretera y en las quebradas, la roca sedimentaria aparece en estado fresco aunque muy afectada estructuralmente como se mencionó antes.

4.3.4. Depósitos antrópicos. Su importancia en el municipio es muy reducida. Sólo se tiene conocimiento de un llano realizado en el sector oriental del estadio, para su

adecuación, que hasta el momento no ha presentado problemas.

Igualmente, la cancha de baloncesto, localizada en la plaza principal, presenta un lleno protegido con muros de contención en concreto.

En el proceso de construcción del edificio cafetero se ejecutó un lleno para conformar un talud entre éste y la calle 7a.; éste podría presentar problemas, dado que el muro de contención que soporta la carretera está bastante agrietado.

Por lo general, y aunque las pendientes sean muy pronunciadas, los rellenos antrópicos se han evitado al máximo, prefiriéndose siempre hacer cortes que, sin embargo, no han sido muy grandes; de esta manera se ha respetado la topografía, conservándose así la estabilidad de las laderas.

4.4. PROCESOS EROSIVOS

4.4.1. Erosión Superficial. Las fuertes pendientes del Municipio de Balboa, los cortes hechos en ellas para la construcción de viviendas y caminos y la inadecuada actividad agrícola son factores determinantes en los procesos de erosión superficial que afectan el territorio.

Sin embargo, la actividad de tales procesos ha sido moderada. Las pendientes, que en el área urbana superan el 60%, contribuyen a aumentar la velocidad del agua de escorrentía, por lo tanto, se acelera la erosión laminar y en surcos. Los cortes hechos para la construcción de viviendas provocan pequeños desprendimientos de suelo en los taludes; la construcción de caminos reviste importancia en la parte inferior del Barrio Pueblo Nuevo, donde han originado grandes irregularidades en el terreno, surcos y algunos desprendimientos de suelo.

La actividad agrícola, por otro lado, ha contribuido en forma más efectiva a la actividad de los procesos erosivos. Se han hecho cultivos no permanentes y de gran peso, por ejemplo el plátano, en altas pendientes; igualmente, la tierra es labrada con azadón, removiendo intensamente la capa superior del suelo con lo cual se aumenta en gran cantidad el arrastre de partículas por las aguas de escorrentía y con ello la formación de surcos.

4.4.2. Movimientos de masa. Los movimientos de masa son muy frecuentes en la carretera de acceso, asociados a su ampliación y en menor proporción dentro del área urbana y suburbana.

Se han diferenciado, dentro de los movimientos de masa, deslizamientos y movimientos mixtos, que incluyen desprendimiento, deslizamiento y flujo. Además se han identificado otros procesos tales como desplazamientos del terreno y asentamientos.

4.4.2.1. Deslizamientos. Se observan a lo largo de la carretera de acceso, y en la vía hacia La Celia, al igual que asociados a la Quebrada Caquetá y en menor proporción a las quebradas del Hospital y La Eme. En la vía de acceso al municipio, como producto de la ampliación de la carretera, se observan deslizamientos, en ocasiones de carácter mixto, asociados en su mayoría a rocas metasedimentarias muy fracturadas y cizalladas, y en menor proporción a cenizas volcánicas depósitos de flujos de escombros, sobre taludes subverticales a verticales que llegan a tener más de 10 m de altura. Estos deslizamientos están obstruyendo parcialmente la vía en forma continua. Un deslizamiento muy importante es el que se viene presentando en el talud superior de la carretera que conduce a La Celia, a la altura de la Quebrada La Eme. Allí el movimiento se origina a partir de planos bien definidos, en rocas sedimentarias, sobre las cuales la masa de un suelo que sólo alcanza unos 40 cm de espesor que además está soportando el peso de unas plataneras, se desliza fácilmente en presencia de agua.

Los deslizamientos asociados a las márgenes de las quebradas se originan a partir de socavación de orillas, sobre pendientes muy abruptas con rocas sedimentarias muy fracturadas o depósitos de flujos de escombros. Estos son por lo general de pequeño tamaño, sin embargo y al igual que los descritos anteriormente, tienen un carácter progresivo hacia arriba.

4.4.2.2. Movimientos de masa mixtos. A partir de un agrietamiento paralelo a la superficie del talud, se origina un desprendimiento de una masa de suelo que desciende, generalmente asociada a un deslizamiento previo o conjunto. Si se dan buenas condiciones de hidratación, este material es removido produciendo pequeños flujos que, dependiendo de la cantidad de matriz con relación a los fragmentos de roca, se clasifican como flujos de lodo o de escombros.

Estos movimientos mixtos son especialmente importantes en la carretera de acceso, donde se dan condiciones favorables para que ellos ocurran, es decir, intenso fracturamiento de las rocas, en ocasiones buzando en favor de la pendiente y taludes subverticales muy altos que rematan en pendientes muy fuertes por donde baja el agua de escorrentía a gran velocidad.

Movimientos de este tipo se encuentran además en la vía al colegio y en la parte posterior de éste; su magnitud no es mucha pero han originado algunas molestias que podrían incrementarse dado su carácter progresivo hacia arriba.

4.4.3. Asentamientos del terreno. Se presentan en inmediaciones de la Quebrada Caquetá, asociados a su intensa socavación y a algunos pequeños drenajes.

Uno de ellos se manifiesta, sobre la vertiente izquierda de la quebrada, en el intenso agrietamiento que se presenta en la escuela de niños y construcciones aledañas. En la vertiente derecha, los efectos han sido más acentuados. La carretera que conduce a La Tribuna presenta agrietamiento y combamiento, por asentamiento, producido en pocos meses. Según informes de los habitantes, el terreno se ha asentado varios metros, por lo cual ha sido necesario trazar de nuevo la vía; esto ha influido en el talud superior de la carretera en cuya parte superior se localiza el hogar del anciano.

Hubo allí deslizamientos continuos, en los que influyeron además, algunos nacimientos de agua en la pata del talud, que en parte se controlaron con drenajes. Sin embargo, a raíz de la adecuación del terreno para la construcción del hogar, se desestabilizó de nuevo.

4.4.4. Socavación de Orillas. Como se mencionó en el apartado sobre deslizamientos y en el relativo a asentamientos, la socavación de orillas ha jugado un papel muy importante en estos procesos.

Es ésta la razón por la cual se han emprendido obras de canalización a lo largo de todas las quebradas, para contribuir con ellas a la estabilización de las pendientes y frenar el agrietamiento de las viviendas.

En el sitio denominado La Eme, ramal izquierdo de la quebrada, se viene presentando una intensa socavación de orillas que está afectando el talud inferior de la carretera a La Celia en dos lugares diferentes.

4.5. ASPECTOS SISMICOS

La información macrosísmica disponible del área de estudio, se condensa en este capítulo; para ello se han consultado el estudio sismotectónico en el área del Viejo Caldas, (James, 1986) y la geología ambiental del Municipio de Marsella (EGEO, 1987).

El Anexo 3 presenta un catálogo de los sismos ocurridos en la zona. Algunos de estos eventos ocurrieron en la zona de subducción, donde se da la tasa máxima de sismicidad;

otros ocurrieron entre las cordilleras Occidental y Central a profundidades de 70 a 170 km (James, 1986).

La calidad y cantidad de información presenta deficiencias originadas por la falta de registros antiguos; no se da importancia a los eventos con magnitudes menores o iguales a VI; no se verifican los epicentros de los eventos y además, hacen falta estudios sismotectónicos, sismológicos y geológicos (EGEO, 1987).

Del estudio de James (1986), se extractan las siguientes consideraciones que dan una idea bastante aproximada del riesgo sísmico a que está sometido, entre otros, el Municipio de Balboa.

- La zona de mayor sismicidad se encuentra localizada donde se da la tasa de máxima subducción. En los últimos 60 a 80 años, la zona de Ben off, ha sido la fuente de la mayoría de los eventos sísmicos grandes que han afectado el área de interés.
- Esta región hoy en día estaría clasificada como una zona que posee un riesgo sísmico entre moderado y alto.
- El 70% de los eventos en la región, se ubican en la zona de Benioff o a profundidades mayores.

- Más del 60% de los eventos registrados no tiene profundidades asignadas y algunas concentraciones de epicentros están ubicadas donde hay intersecciones de fallas superficiales, por lo cual no se puede eliminar la posibilidad de que estas estructuras también sean fuente de algunos eventos.
- Los eventos significativos en el Área tienen un intervalo promedio de recurrencia de 25 años, con un rango de 17 a 32 años; los eventos sísmicos mayores a 5.5 mb, tienen un promedio de 5.1 años, variando entre 1 y 13 años. Se emplea la recurrencia de eventos mayores a 4.2 mb como un índice de la actividad de cada concentración.
- El análisis de los eventos sísmicos registrados indican que siete de los próximos 10 sismos se pueden originar en una de las cuatro concentraciones de actividad sísmica en el siguiente orden: Concentración 1: (Apía-Viterbo) 37%; Concentración 2: (Chinchiná-Santa Rosa de Cabal) 18%; Concentración 3: (Obando) 10%; Concentración 4: (Salento) 5%.
- Queda en duda si los orígenes de esta fuente de sismicidad para los numerosos eventos podrían ser debidos a la intersección de estructuras superficiales con orientaciones diferentes (N-S y N45°W), o son de la zona

de Benioff.

- El hecho de que las poblaciones estén fundadas sobre materiales con densidades muy inferiores a las unidades litológicas del basamento, significa que van a experimentar un aumento del efecto sísmico, tanto en términos de aceleraciones como desplazamientos de la superficie durante épocas secas. En caso de nivel freático alto o presencia de relleno debajo de los cimientos, el efecto resultará mayor.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se puede establecer que se hace necesario tomar estrictas medidas tendientes a garantizar a la población su desarrollo en un ámbito seguro, máxime si se tiene en cuenta que:

- El Municipio de Balboa está asentado sobre una vertiente con pendientes mayores al 60%.
- Son numerosas las estructuras que afectan el área. Algunas de ellas como la Falla de Toro, se extienden por varios kilómetros y han afectado en alto grado las rocas circundantes.
- Estas fallas pertenecen a un sistema principal de dirección aproximada N-S que afecta la región centro

occidental del país (Sistemas de Comeral y Palestina).

- Hay evidencias de actividad tectónica reciente.
- El inventario de viviendas en el Área urbana arrojó un alto porcentaje de casas en mal estado y agrietadas.

Las medidas incluirían la exigencia de hacer las nuevas construcciones de acuerdo al código antisísmico; prohibir las construcciones mayores de dos pisos y propender por la reparación técnica de las viviendas en mal estado.

La recopilación de los informes de los habitantes sobre los efectos de los eventos sísmicos en la población, no permitió su análisis dada la imprecisión y la escasez de los datos.

4.6. INFLUENCIA HUMANA

Gracias a la reseña histórica presentada en las revistas Integración (N°21) y Conozcamos El Gran Caldas (La Patria, Mayo 5 de 1988), ha sido posible conocer la evolución del Municipio de Salboa, desde cuando fueron ocupados los terrenos descobiertos de la cordillera, después de la guerra de los Mil Días, por colonos del Viejo Caldas. Estos ante la necesidad de promover el comercio, se establecieron en

un cruce de caminos que es hoy el sitio que ocupa Balboa.

Desde entonces, se ha observado cómo la actividad antrópica ha sido bastante moderada, con lo cual se ha preservado la zona de procesos erosivos de características mayores.

4.6.1. Cortes de carreteras y caminos. La carencia de un estudio geológico geotécnico de la vía de acceso al municipio, que permitiera hacer el ensanchamiento de la vía en forma adecuada, dejó como resultado la desestabilización de los taludes y con ello continuos deslizamientos que se ven favorecidos por el fracturamiento intenso de la roca.

De manera similar en las vías que comunican las diferentes veredas con el casco urbano, se presentan algunos pequeños movimientos de masa, en parte ocasionados por la falta de obras de captación y disipación de aguas. Tal es el caso de la carretera al Alto El Chuscal o la que va a ambores.

Hay algunos caminos de herradura que ahora son muy profundos y amplios, que encauzan las aguas lluvias y originaron desprendimientos de masas de suelo. Los caminos actuales producen erosión superficial, por ausencia de vegetación protectora y acción de las aguas de escorrentía.

4.6.2. Botaderos de tierra y escombros. Este es un fenómeno muy común en el municipio y ha causado ya algunos problemas de consideración.

Tal es el caso que se presenta en la carretera a La Tribuna, a la altura del hogar del anciano: la depositación de escombros en la orilla de la vía, sobre el talud inferior, ha aumentado el peso sobre el talud considerablemente y contribuido para que se incremente el asentamiento y por lo tanto el agrietamiento de la carretera.

Este mismo fenómeno ocurre en inmediaciones del hospital, en donde los efectos parecen ser los mismos. Se han visto afectadas las construcciones aledañas con un agrietamiento que en ocasiones es significativo.

También existe un botadero de escombros en el cruce de la vía al colegio, con una cañada. Allí tales escombros están afectando el cauce del caño en forma significativa; además representan un gran inconveniente para la ejecución de las obras de protección de la banca de la carretera, ya que deben ser completamente removidos para garantizar así la estabilidad de las obras.

El basurero municipal, que también es botadero de tierra, produce el impacto ambiental propio de tales prácticas, es

decir, contaminación por gases y líquidos producto de la descomposición. La tierra vertida presenta grandes canales originados por el agua de escorrentía y con lo cual resulta afectado el caño de aguas negras.

En otros sitios del área urbana, aunque en pequeña escala, se vierten escombros, que además de afear la población podrían constituir una especie de lleno, sobre el cual en un futuro próximo podrían construirse viviendas con el consiguiente peligro.

4.6.3. Rellenos antrópicos. Carecen de importancia en el municipio por su magnitud y frecuencia. Se han preferido siempre los cortes sobre los taludes y los soportes en guadua, con lo cual la topografía no se ha modificado considerablemente.

Para la construcción de la cancha de baloncesto se efectuó un lleno y se protegió con muros en concreto. Sobre los muros laterales se observa un agrietamiento en dirección N-S que en parte puede deberse al lleno.

En el Estadio también se efectuó un pequeño lleno, que alcanzó 2 ó 3 m en el costado oriental. El talud se protegió con pastos y árboles y hasta ahora se presenta muy estable.

4.6.4. Usos de la tierra. La tasa de erosión se ha visto incrementada a partir de las necesidades humanas como alimentación y vivienda principalmente.

La destrucción de los bosques naturales y con ello el cambio en el régimen hidrico, son el resultado de la necesidad de subsistencia; las vertientes, aún con pendientes muy fuertes, están siendo cultivadas principalmente con café y plátano; la tierra es removida con azadón y constantemente desmaleada, exponiendo el suelo a la acción directa del agua lluvia.

La falta de un espacio físico adecuado y de planeación del crecimiento de la malla urbana, han originado asentamientos subnormales tales como el Barrio Pueblo Nuevo y La Cruz y asentamientos lineales a lo largo de las carreteras de acceso y a La Tribuna. Su crecimiento ha demandado entre otros, la ampliación de las redes de acueducto y alcantarillado, lo cual no se ha podido cumplir a cabalidad, debido las características topográficas y por consiguiente al alto costo, y la apertura de vías de acceso a dichos barrios. Todo esto ha llevado a la degradación del suelo provocando procesos erosivos de mayor significado.

Estos procesos son particularmente importantes en el Barrio La Cruz donde las aguas servidas y las escasas obras de

disipación de aguas lluvias ponen en peligro la estabilidad de las laderas.

Otras actividades relacionadas con la economía, como la minería o la extracción de materiales de construcción en canteras, han carecido de importancia. No ha habido modificaciones a los cauces de las quebradas.

El agua para el acueducto es tomada del Río Peñas Blancas a 30 km de distancia, en condiciones muy buenas de seguridad y pureza.

5. ASPECTOS HIDROLOGICOS

5.1. GENERALIDADES

a cabecera municipal de Balboa se encuentra localizada en la formación vegetal denominada bosque húmedo premontano (bh-PM) (IGAC, 1977), a una altura de 1.560 m.s.n.m. Su temperatura promedio es de 20°C y goza de un clima templado.

Cuenta con dos estaciones pluviométricas localizadas en La Tribuna y El Ingenio, de las cuales sólo pueden obtenerse datos sobre precipitación; los más útiles, dada su ubicación dentro del casco urbano, son los de la estación La Tribuna y que se recopilan en la Figura 6.

5.2. PARAMETROS MORFOMETRICOS

Como se mencionó en capítulos anteriores, las corrientes que drenan la zona comienzan sólo hacia la mitad de la vertiente donde se localiza el municipio, es decir, aproxi-

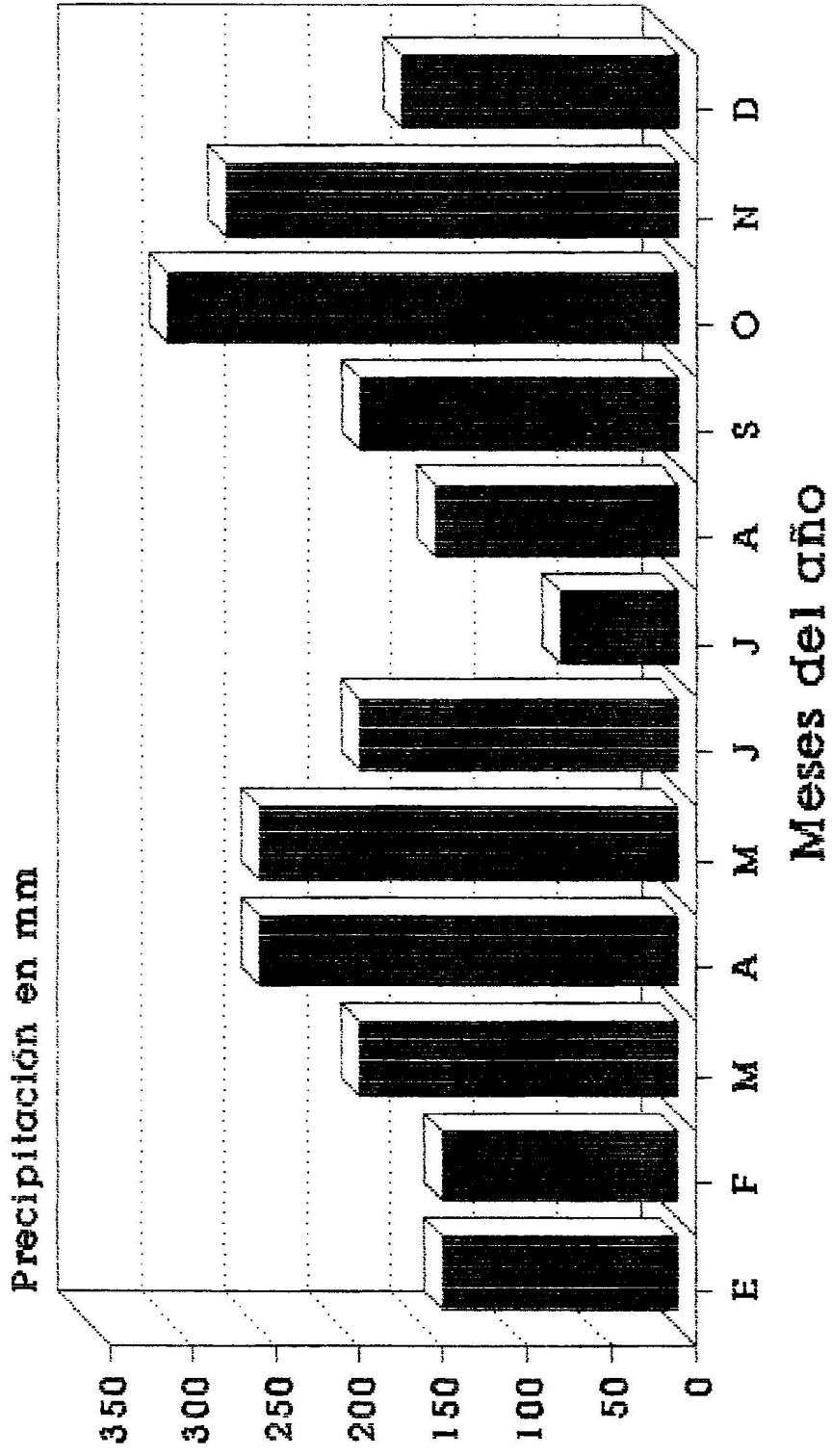


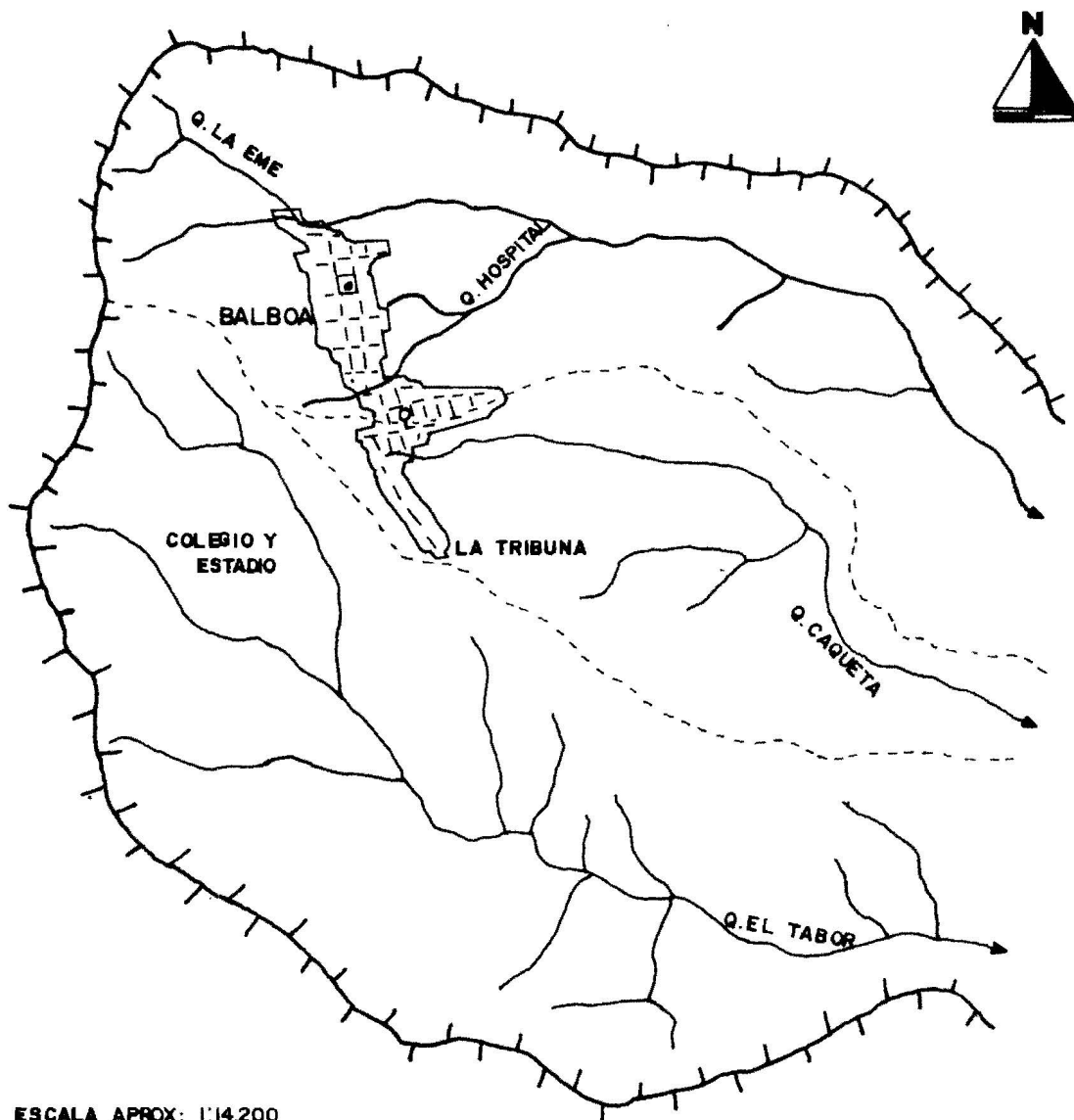
FIGURA 6. Diagrama de precipitación

aproximadamente a la altura de la calle principal.

La Quebrada Cacuetá comienza recogiendo aguas servidas de algunas viviendas y aguas procedentes de la carretera a La Tribuna. Su cauce se ve incrementado más adelante por unos pequeños manantiales. La quebrada que cruza por la petroliera recoge las aguas de la carretera que conduce a los tanques, de los canales de recolección de aguas lluvias y aguas servidas de algunas viviendas.

La Quebrada del Hospital recoge las aguas de una entrega final del alcantarillado, las aguas servidas del hospital y las procedentes de un pequeño nacimiento localizado en inmediaciones del hospital. El ramal derecho de la Quebrada La Eme lleva las aguas sobrantes de los tanques de almacenamiento.

Como puede observarse, los recursos hídricos de la cabecera municipal de Belboá son muy limitados y no inciden directamente sobre ésta, pero sí sobre la parte media a inferior de la vertiente que drenar. La figura 7 muestra las tres cuencas hidrográficas en las cuales se pueden agrupar los caños mencionados. La base topográfica la constituye la plancha ZZ4-I-A-1, escala 1:10000.



ESCALA APROX: 1:14.200

CONVENCIONES




-  Limite Cuenca
-  Subcuencas
-  Drenaje

FIGURA 7. CUENCAS HIDROGRAFICAS

Dado el carácter de los caños mencionados y la poca importancia que revisten para el sector urbano, además de que sus cuencas se prolongan mucho hasta desembocar en los ríos Cañaverál y Totuí, los cálculos de los parámetros morfométricos no se realizaron.

Sólo es necesario destacar que en inmediaciones del área urbana, las quebradas han contribuido en buena medida en la desestabilización de las laderas, por lo cual ha sido necesario canalizar tramos y tomar medidas de control sobre las vertientes. Esto a excepción de la Quebrada del Hospital que corre sobre roca in situ.

5.3. HIDROGEOLOGIA

En el capítulo correspondiente a formaciones superficiales, se mencionó que las cenizas volcánicas cubren casi la totalidad del área de estudio, y se citaron sus relaciones con las rocas sedimentarias y el saprolito de éstas, al igual que con los depósitos de pendiente.

Las propiedades de las cenizas volcánicas favorecen de manera importante la infiltración de agua, debido a que presentan porosidad y permeabilidad media a alta; regularmente conservan espesores superiores a los 3 m.

El saprolito de las rocas sedimentarias presenta un carácter arcilloso; se conservan en él algunas estructuras que permiten en parte la circulación de las aguas. Su contacto con las cenizas volcánicas se observa en el talud posterior del matadero, en las vías al Chuscal, al hogar del anciano y al colegio; en estos sitios se observan deslizamientos, asociados a presencia de agua, por lo general de escorrentía.

El intenso fracturamiento que presentan las rocas sedimentarias permite que se dé a través de ellas una buena circulación de aguas con lo cual se elimina la posibilidad de que exista una discontinuidad hidrogeológica entre estas rocas y las cenizas volcánicas.

Los depósitos de flujos de escombros también permiten la circulación de aguas aprovechando los espacios vacíos entre fragmentos de roca. Los deslizamientos asociados a ellos, tienen como origen cortes verticales de gran altura, como en la carretera de acceso, o en el talud de la Cancha de baloncesto del colegio. El contacto con cenizas volcánicas no ha mostrado discontinuidades hidrogeológicas.

6. ESTADO DE LAS EDIFICACIONES

El inventario y tipificación de las viviendas en el municipio de Balboa (Mapa 5, Tabla 2), reveló que éstas están en estado prácticamente ruinoso y una evidente demanda de viviendas lo cual justifica algunos programas que cubran las necesidades habitacionales.

En la Tabla 2 puede observarse el predominio de las viviendas en bahareque, lo que se considera benéfico pues no imprimen mucho peso al terreno y son flexibles ante movimientos sísmicos. Sin embargo, la mayoría de ellas presenta algún grado de deterioro, por la cual se hace necesaria su reparación en forma técnica.

Las casas clasificadas como malas están prácticamente en estado ruinoso, en tanto que las regulares presentan en su gran mayoría, agrietamiento; este agrietamiento está relacionado principalmente con movimientos asociados a laderas de pendiente fuerte y se presenta en sectores como: margen derecha de la Quebrada La Eme, sector del hospital

TABLA 2. Tipificación de Viviendas.

	Bahareque	Mixtas	Ladrillo	Otros	%
BUENAS	18	13	68		30
REGULARES	56	61	35	5	48
MALAS	59	12	0		22
TOTAL	133	86	103	5	
%	41%	26%	31%	2%	100

y sector de Villanueva. Las viviendas que aparecen clasificadas como mixtas son aquellas en las cuales los muros laterales o las fachadas están construidas en mampostería, con refuerzos en hojalata o madera y el resto es de bahareque.

Las características topográficas de Balboa, impiden un desarrollo uniforme de la malla urbana y la constitución de una retícula vial. Por ello se ven algunos crecimientos lineales y barrios como Pueblo Nuevo sin ningún ordenamiento, por lo tanto con problemas peatonales y de servicios públicos. En este barrio, además del Barrio La Cruz, predominan las viviendas en bahareque y mal estado. El

servicio de recolección de basuras no cubre estos barrios, proliferando los basureros y botaderos de escombros. Las pendientes, superiores al 60%, evidencian la falta de espacio físico que garantice un crecimiento uniforme y adecuado y una dotación de viviendas en forma segura. Es así como se presentan edificaciones hasta de cuatro pisos en la parte posterior, apoyadas sobre guaduas, y de sólo dos pisos en el frente.

Las proyecciones presentadas por el DANE, presentan una disminución un tanto exagerada de la población (Tabla 1), si se tiene en cuenta que no se detectan migraciones y que se hace evidente una demanda de vivienda.

Con el fin de dar solución a tal demanda, es necesario estudiar como alternativa de desarrollo, algunas áreas un poco alejadas del casco urbano. En este caso deben promoverse programas de enlace en transporte, comercio y vías. Igualmente deben reglamentarse políticas de control, para evitar crecimientos lineales a lo largo de las vías.

7. APTITUD PARA EL USO URBANO

7.1. BASES DE ZONIFICACION

El mapa de aptitud para el uso es el resultado final del estudio de geología ambiental y está basado en la morfometría, los procesos erosivos y las formaciones superficiales. Es la condensación y la síntesis de los resultados del presente estudio; está en función del uso urbano, es por tanto una base para programas y políticas de desarrollo urbano municipal.

La clasificación del suelo en cuanto a su aptitud tuvo en cuenta las zonas urbanizadas y dentro de éstas su grado de estabilidad (Tabla 3).

TABLA 3. Aptitud para el uso urbano.

Categor.	zonas	URBANIZADA I	NO URBANIZADA II
Sin problemas detectados		IA	IIA. Urbanizable
Con posibles problemas		IB	IIIB. Urbanizable con restricciones.
Con problemas		IC Requiere intervención	IIIA.No requiere intervención IIIB.Requiere intervención

7.2. ZONIFICACION

Categoría I. Zonas Urbanizadas.

IA. Areas urbanizadas sin problemas potenciales de estabilidad o sin problemas detectados.

Solamente unas pequeñas áreas como la plaza de mercado y la iglesia, el parque de Villanueva el cementerio, así como una parte de La ribuna, pueden ubicarse dentro de este grupo.

Los problemas que pudieran generarse están relacionados con el manejo en el sistema de acueducto y alcantarillado.

Estas pequeñas áreas tienen pendiente moderada y en general no han sufrido serias modificaciones con propósitos urbanísticos. Es necesario en la zona del cementerio vigilar la parte hacia el talud de la carretera y evitar nuevos cortes.

IB. Areas urbanizadas con potenciales problemas de estabilidad.

En la actualidad estas áreas no presentan problemas, pero es necesario ejercer en ellas estrictas medidas de control, principalmente en lo que se refiere a:

- Aguas de escorrentia.
- Fugas en los sistemas de acueducto y alcantarillado.
- Cortes sobre las laderas cultivos renovables o periódicos en éstas.

Comprende el área al lado occidental de la vía principal y la calle 10; además otros puntos, muy localizados, cerca al hospital, a plaza de mercado y en Villanueva.

Estos sectores son aledaños a vertientes con pendientes muy fuertes o a algunos taludes ya estabilizados. Hay viviendas en la parte superior de tales vertientes por lo que es necesario seguir las recomendaciones inicialmente propuestas.

IC. Areas urbanizadas con problemas.

Estas zonas hacen parte de áreas mayores (no urbanizadas) que presentan serias evidencias de inestabilidad, por lo cual requieren intervención.

Condiciones de estabilidad del sector de la Quebrada La Eme.

Este sector comprende la vía de acceso, en cercanías de la glorieta, y la Quebrada la Eme, en la zona urbana. Presenta serias evidencias de inestabilidad, caracterizadas por un fuerte agrietamiento de las viviendas situadas en márgenes de la quebrada, especialmente la vertiente derecha.

Este agrietamiento presenta una dirección normal a la pendiente y paralelo a la dirección de la quebrada, la cual está socavando intensamente sus orillas.

En este sector CARDER ejecutó trabajos de estabilización consistentes en trinchos en forma de terrazas, canalización de la quebrada, con barreras diagonales para reducir la velocidad del agua barreras vivas con limoncillo en las laderas.

Estas obras deben continuarse unos 100 m aguas abajo, donde la quebrada aumenta su gradiente y las laderas se hacen subverticales. En este tramo se observan viviendas con grietas en muros de mampostería concreto, con aberturas hasta de 10 cm.

Adicionalmente debe dársele un estricto control al vertimiento inadecuado de aguas negras en este sector y a las fugas en el sistema de alcantarillado que allí se presentan.

En el ramal izquierdo de la Quebrada la Eme, entre la glorieta y la carretera a La Celia se presenta una intensa socavación de orillas que provoca una ampliación del canal, producto de deslizamientos y desplomes por pérdida de soporte lateral del talud conformado entre la quebrada y la carretera (Figura 8).

En este tramo deben ejecutarse obras de control de cauce, por un tramo de 60 m aproximadamente, que garanticen la

FIGURA 8. PERFIL ESQUEMATICO DE LA Q. "LA EME"

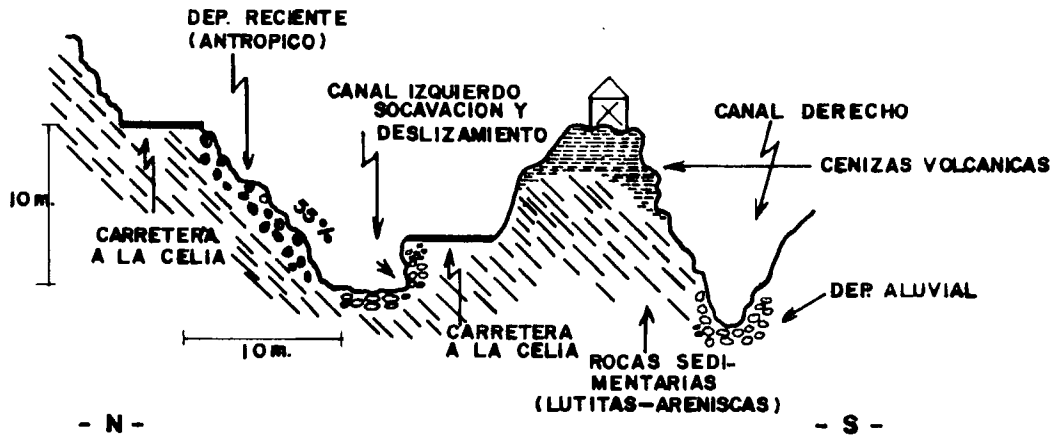
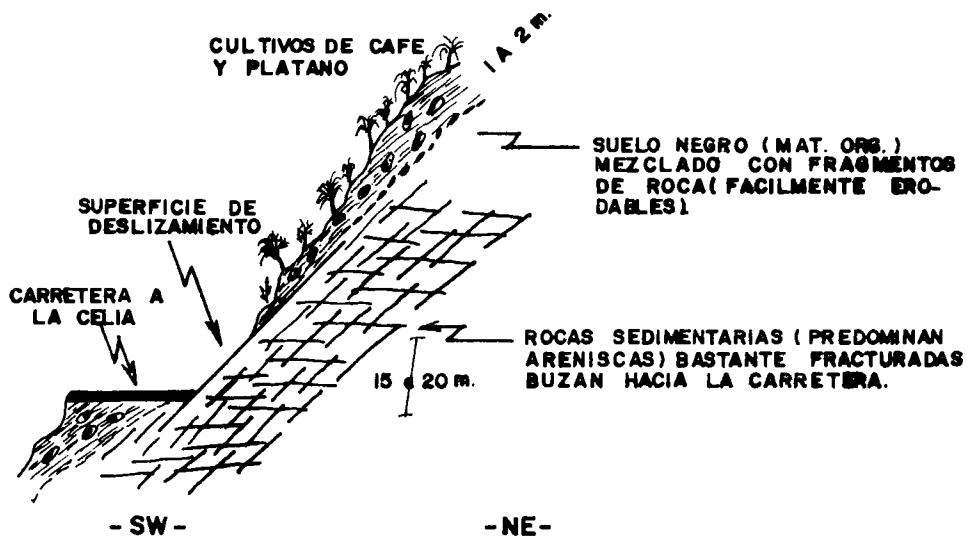


FIGURA 9. ESQUEMA DEL DESLIZAMIENTO EN LA VIA A LA CELIA (A 100m. DE LA GLORIETA)



estabilidad de la carretera.

En este mismo sector, a 100 m de la glorieta, se presentó un deslizamiento recientemente (unos meses) en el talud superior de la carretera La Celia, a partir de roca sedimentaria (arenisca + lutita) en estado fresco y diaclasada en tres direcciones principales: N54°W 50°W, N64°E 66°W y N32°W 46°E. El deslizamiento aprovecha uno de estos planos de fractura, que buza hacia la carretera (Figura 9).

Esta fractura es bastante continua y coincide con la traza de un alineamiento fotogeológico. Sobre la roca se encuentra un suelo orgánico, superficial, mezclado con fragmentos de roca en cantidades variables, posiblemente removido en épocas anteriores. La pendiente es fuerte (95%), el suelo es fácilmente erodable y presenta cultivos de café y plátano.

En esta ladera deben garantizarse cultivos permanentes y tecnificados.

Sobre el canal derecho de la Quebrada La Eme (aguas arriba a partir de la glorieta) se presenta, igualmente, una socavación intensa de orillas. El agua de este canal, en su mayor parte, procede los tanques de acueducto (excedente). En ambas márgenes de la quebrada se presentan

pequeños deslizamientos desplomes. Deben adelantarse obras de protección en cercanías de la carretera.

Condiciones de estabilidad del sector del Hogar del Anciano.

Comprende los terrenos sobre los que se localiza el hogar del anciano, la vía de acceso al mismo y la carretera que conduce al estadio en cercanías de La tribuna (Figura 10).

El hogar del anciano ha sido construido sobre una pequeña cuchilla, con descensos hacia el occidente, que presenta cenizas volcánicas cubriendo saprolito de rocas sedimentarias pelíticas, en espesores variables.

A 80 m al norte de La Tribuna se encuentra en proceso de estabilización el talud conformado entre la carretera y el hogar del anciano. En él se presentó una reactivación de cicatriz de movimiento antiguo, a partir de vertimiento de tierra, a raíz de la adecuación de los terrenos del hogar por aguaceros fuertes.

Las obras de estabilización consisten en canales transversales y longitudinales para controlar el agua de escorrentía y posibles exfiltraciones, obras de drenaje (filtros) y protección del talud con gramínea. Estas obras sólo

FIGURA IO ESQUEMA DE LA UBICACION DEL CENTRO DE BIENESTAR CAFETERO PARA LA TERCERA EDAD

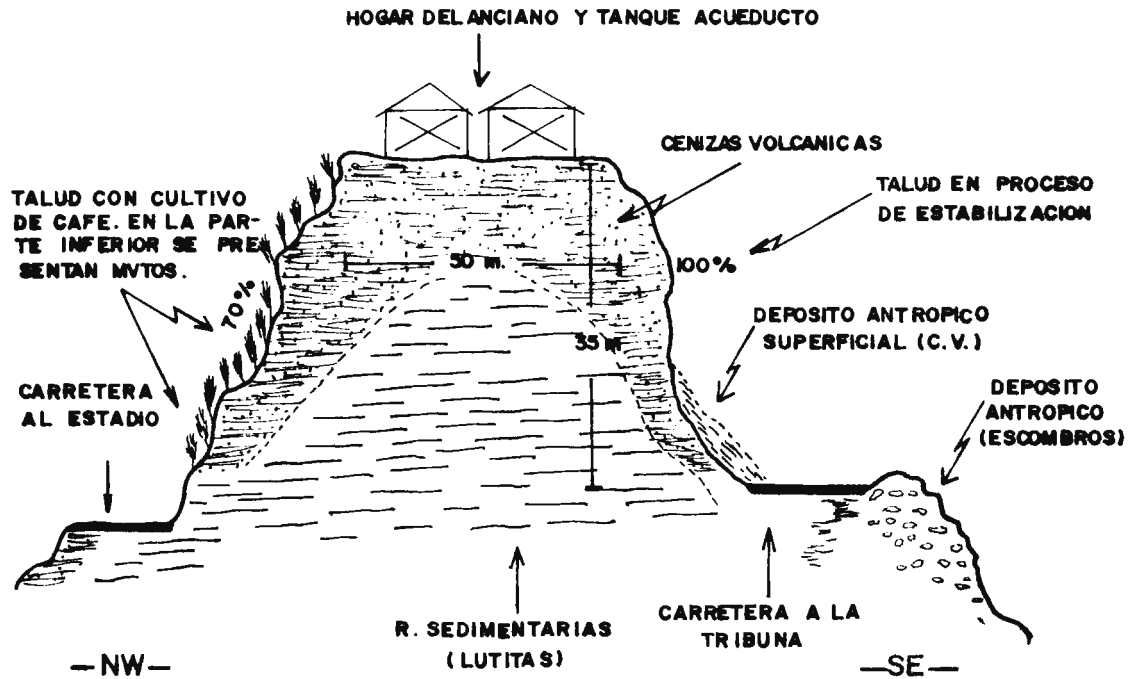
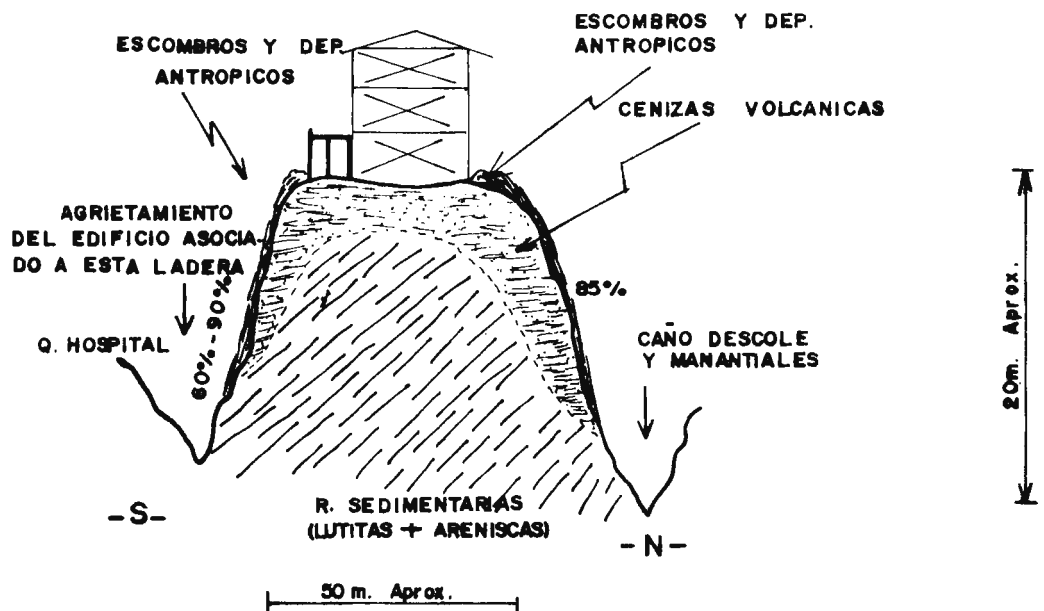


FIGURA II. ESQUEMA DE UBICACION DEL HOSPITAL



cubren la zona media e inferior del talud, dejando al descubierto la parte superior. Dado que la corona del talud está desprotegida, que la pendiente es muy fuerte (prácticamente talud vertical) y que corresponde a un depósito antrópico, es muy factible que se sigan presentando movimientos de masa, poniendo en peligro la estabilidad del hogar.

Adicionalmente, grietas de desprendimiento en la calzada de la carretera evidencian inestabilidad del talud inferior en este mismo sitio. Este ha sido utilizado como botadero de escombros y tierra, que le imprimen un gran peso al talud.

En el tramo de carretera Villanueva a Tribuna se observan cicatrices de movimientos de masa, taludes subverticales y depósitos de pendiente que le dan al terreno un aspecto irregular. Los depósitos están constituidos por abundantes fragmentos de roca sedimentaria (principalmente lutitas) en una matriz limosa de color amarillo rojizo.

La carretera de acceso al hogar y a la planta de tratamiento necesita obras de disipación adecuadas, para evitar posibles movimientos en la ladera; las entregas deben protegerse para evitar que fluyan sobre la cara libre de la ladera.

Las obras de estabilización del talud del hogar deben proyectarse de tal forma que se proteja la corona.

Debe compactarse el terreno, para darle durabilidad a la obra.

Debe suspenderse el botadero de tierra y escombros en este sitio.

A 130 m de La Tricuna, carretera al cerro, se presentó un movimiento de masa mixto, tipo deslizamiento-desbordamiento, en el talud superior de la carretera (ladera entre la carretera y el hogar). Presenta una corona de 50 m de ancho y 10 m de alto en su parte media.

El depósito resultante cubre parcialmente el perfil del suelo. Sin embargo, se observan cenizas volcánicas en la parte superior, sobre saprolito de rocas sedimentarias (tipo lutitas). Las cenizas volcánicas presentan varices horizontales: pardo amarillento, pardo rojizo, café, negro (horizonte orgánico) presentan un espesor de 4 m y contienen cantidades variables de fragmentos de roca, los cuales van aumentando hacia la base.

En esta ladera se observan varios canales y un terreno irregular afectado por agua de escorrentía de la ca-

retera; éstas deben ser controladas mediante obras de disipación adecuadas en la carretera del hogar.

Condiciones de estabilidad del sector del hospital

Este sector comprende los terrenos sobre los que se sitúa el hospital, sus alrededores y la cabecera de la quebrada del mismo nombre. La Quebrada del Hospital presenta, en este sector, un recorrido sobre roca in situ, con pendientes entre el 60 - 90%; no se observa socavación de orillas, (Figura 11).

Las rocas corresponden a lutitas areniscas fracturadas y cizalladas, con fallamiento local $N50^{\circ}E - 45^{\circ}W$, al parecer tipo inverso. Adicionalmente se presenta un sistema de diaclasamiento, con direcciones representativas $N72^{\circ}W/67^{\circ}E$, $N50^{\circ}E/vert.$ $N48^{\circ}E - 24^{\circ}W$.

La presencia de cenizas volcánicas denota la estabilidad de este sector en los últimos miles de años respecto a la erosión en masa; sin embargo, tanto el hospital como las viviendas aledañas presentan serios agrietamientos en su estructura. La dirección del agrietamiento es normal a la pendiente, lo que sugiere su relación con movimientos de ladera en las vertientes de la quebrada.

Las viviendas de la carrera 6a. con calle 7a. presentan agrietamiento, algunos de características recientes, ya que se prolongan hasta la calle peatonal (escalas), construidas hace sólo unos meses.

El hospital presenta grietas de separación entre la estructura del edificio y las escalas de la parte posterior sur, que se prolongan en forma de balcón. Estas grietas de separación son aproximadamente normales a la dirección de la pendiente, son continuas, profundas y tienen hasta 2 - 3 cm de amplitud.

En este sector han vertido gran cantidad de tierra y escombros que posiblemente están cubriendo una cicatriz de antiguo movimiento de masa.

En el hospital se han realizado reparaciones locativas para corregir el agrietamiento; éste ha continuado ha afectado las reparaciones del último año, con separaciones de 2 - 3 cm.

En la parte posterior del hospital hay un tanque que surte el acueducto de Pueblo Nuevo; éste está bastante agrietado tanto lateralmente, como en su parte superior. Las mangueras de conducción del agua presentan numerosas fugas. Esto puede estar contribuyendo a la desestabilización de

las laderas.

Igualmente, se presentan fugas en tuberías de conducción de desechos líquidos del hospital que deben ser controladas en forma inmediata.

Dado que no se conoce la capacidad portante del suelo, como tampoco las estructuras de fundación del edificio, se propone adelantar algunos sondeos, que incluyan ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades mecánicas del suelo. Los botaderos de tierra y escombros deben ser eliminados de este sector.

Las fugas en el tanque de acueducto, en las mangueras de conducción y en tuberías de desechos líquidos deben ser corregidas a la mayor brevedad posible.

Condiciones de estabilidad del sector estadio-colegio

El corte del estadio presenta taludes verticales a subverticales entre 3 a 7 m de altura en cenizas volcánicas suprayaciendo un depósito de pendiente tipo flujo de escombros. Las cenizas han sido parcialmente removilizadas y en los cortes de más de tres metros muestran rasgos de inestabilidad como pequeños movimientos que amenazan las graderías; Se construyeron algunos trinchos, ya derribados.

En el sector oriental del estadio, al parecer, existe un llano que descansa sobre pedregales del centro de promoción campesina; éste parece estable, no presenta evidencias de movimientos de masa.

El depósito de pendiente tipo flujo de escombros abarca las zonas de: el estadio, el Colegio Santo Domingo y el Centro de Promoción Campesina. La presencia de cenizas volcánicas, con espesores que superan los 5 m (Figura 4), demuestra la estabilidad de este sector en los últimos miles de años.

En la carretera a Bellavista y La Floresta), parte inmediatamente inferior al estadio, cerca a la Quebrada El Tabo, se produjo un deslizamiento de características recientes, con procesos vigentes, aún activos. Presenta una corona con 40 m de amplitud y 10 m de altura en su parte central. El depósito que se originó cubre el perfil del suelo; sin embargo, en la parte superior, se observan cenizas volcánicas y en la parte inferior (pata del talud) se observan rocas sedimentarias de textura arena fina y limo, de color amarillo, pardo y rojo en alternancia.

Este movimiento, al igual que otros de menor magnitud, se ha originado a partir de la gran cantidad de agua de escorrentía que baja libremente por la ladera desde el estadio y la carretera al Chuscal. Los flujos que se

originan cuando se presentan aguaceros afectan severamente la carretera a tambores (Villanueva y La Floresta).

En el Colegio Santo Domingo Savio-cancha de baloncesto se presentó un deslizamiento, con una corona de 9 m de ancho, que dejó un talud vertical de 3 m de alto sobre cenizas volcánicas que cubren un depósito tipo flujo de escombros. Las cenizas son de color pardo claro o pardo amarillento, muy endurecidas.

La prolongación de la ladera aparece muy irregular y amenaza desestabilización. En consecuencia, en este sector deben tomarse las siguientes medidas:

- Construir obras de disipación y de control de aguas en forma adecuada, con el fin de evitar que perjudiquen severamente las laderas de la carretera a Villanueva y los taludes del estadio.
- Estabilizar los taludes del estadio mediante terraceo y protección con gramilla.
- Tomar medidas de protección de la ladera del colegio, prioritariamente respecto a la recuperación de la cancha de baloncesto. Estas medidas podrán incluir: obras de protección de aguas (canales), reforestación, construc-

ción de algunos trinchos.

- Adicionalmente puede construirse una obra de contención (muro en gaviones) para tratar de recuperar la cancha de baloncesto.

Condiciones de estabilidad del Sector Villanueva Norte

Comprende el amal derecho de la Quebrada del Hospital y las laderas al norte del Parque Jacobo Ruiz (Villanueva .

En este sector se presenta un agrietamiento fuerte en las viviendas, con una dirección normal a la pendiente; este agrietamiento está asociado a las laderas y a la acción de la quebrada.

Aquí se ejecutaron obras de estabilización por parte de CORDER, consistentes en canalización de la quebrada, con barreras transversales en concreto; construcción de trinchos en forma de terrazas en la ladera un muro de contención en gaviones. Estas obras amenazan ruina, dado que se presentan numerosos vertimientos incontrolados de aguas negras; éstas han originado una corriente por fuera del canal de la quebrada, la cual está socavando fuertemente.

En el extremo norte del parque de Villanueva, en la boca-

calle, hay un lavadero de carros que origina flujos de agua sobre la ladera. En este sector se observan grietas con una separación hasta de 5 cm.

Las viviendas cercanas a la petrolera presentan, igualmente, agrietamiento. En la parte posterior de estas viviendas hay un descole (entrega final) del alcantarillado protegido por un muro de contención también agrietado (separación de 6 cm) y sobre él un muro de mampostería en similares condiciones.

En este sector no sólo se presentan vertimientos incontrolados de aguas negras, sino también depósitos de basura y escombros.

Las vertientes son irregulares, con huellas de deslizamiento y desprendimiento de carácter reciente.

Debe controlarse el vertimiento libre de aguas negras; éstas deben ser conducidas en forma segura hasta el canal.

Debe controlarse la frecuente depositación de escombros y basuras.

Las obras ejecutadas por CARDER necesitan mantenimiento y deben ser corregidas en los lugares donde se formaron

canales alternos.

Debe vigilarse la evolución del agrietamiento en este sector.

Condiciones de estabilidad del sector de Villanueva Sur

Corresponde al área de influencia de la Quebrada Caquetá, en sus comienzos y al tramo de la carretera que conduce del Parque Jacobo Ruíz a a Tribuna.

Afloran en este sector rocas sedimentarias, especialmente lutitas lentes de arenisca, en estado avanzado de meteorización en la vía, y relativamente frescas en la Quebrada Caquetá.

Generalmente se encuentran cubiertas por depósitos de flujos de escombros, producto de varios movimientos de masa, algunos de los cuales tuvieron gran magnitud o por depósitos de cenizas volcánicas que en ocasiones contienen pequeños fragmentos de roca sedimentaria.

Los procesos erosivos que en esta zona se están presentando están relacionados principalmente con la intensa socavación de orillas de la Quebrada Caquetá. Esta, combinada con las fuertes pendientes, mayores del 70%, el vertimiento de

aguas negras sobre las laderas, algunos pequeños manantiales, la depositación indiscriminada de escombros y el mal manejo de las obras de disipación de aguas ha contribuido a desestabilizar las pendientes, produciéndose así una reactivación parcial de los movimientos de masa y asentamientos en el terreno.

Estos procesos se reflejan principalmente en el agrietamiento de la carretera y de la escuela de niños, así como de las viviendas localizadas en el sector.

La CARDER ha emprendido ya las obras de estabilización de este sector.

Condiciones de estabilidad del Barrio La Cruz

Localizado al occidente del casco urbano; corresponde a la ladera superior de la vía principal.

En este sector afloran las rocas sedimentarias, por lo regular muy fracturadas y algo meteorizadas. Numerosos pero pequeños depósitos de movimientos de masa las cubren parcialmente. A los depósitos a su vez están supra acidos por cenizas volcánicas y en parte mezclados con ellas

ura 12).

FIGURA 12. ESQUEMA EN PERFIL DE LA UBICACION DE VIVIENDAS EN EL SECTOR DE LA PETROLERA

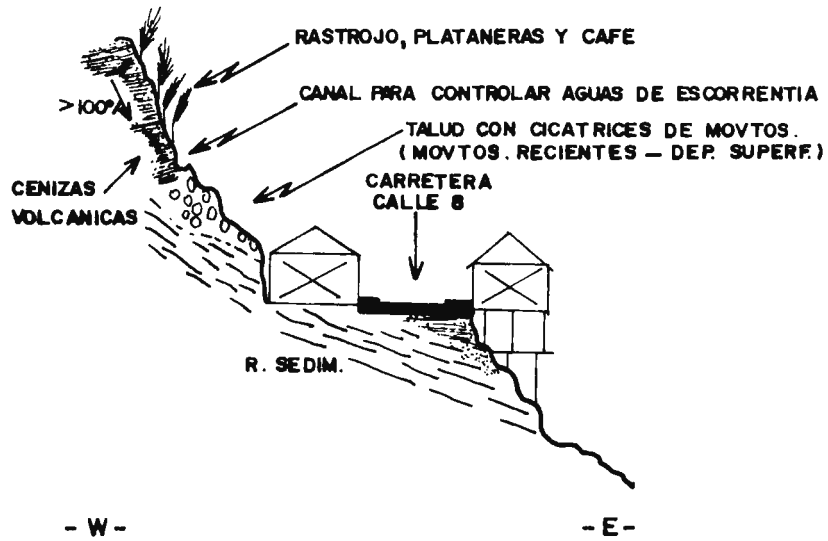
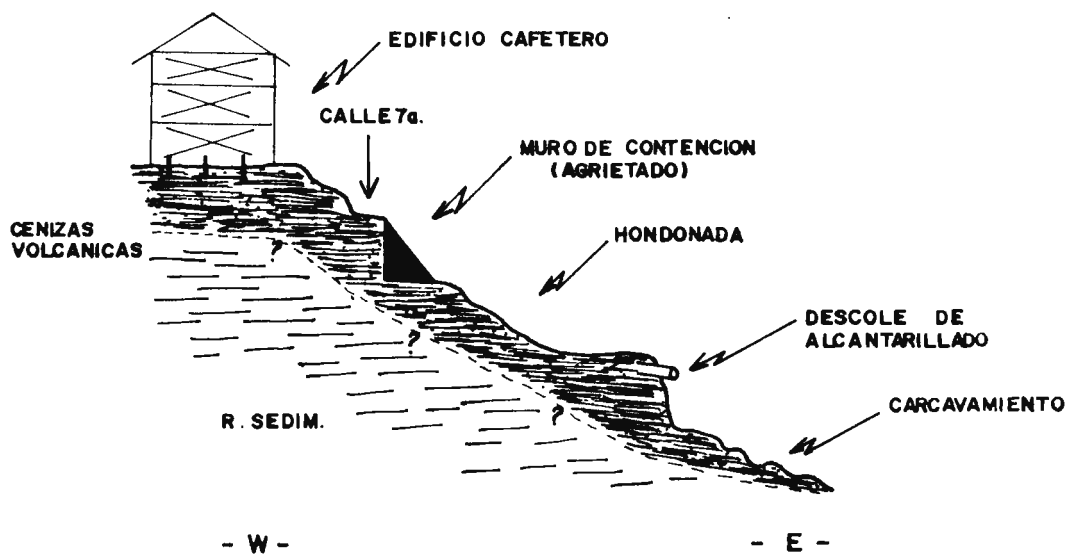


FIGURA 13. ESQUEMA DE UBICACION DEL EDIFICIO CAFETERO (PARTE POSTERIOR)



Son muchas las cicatrices de movimientos de masa que se aprecian en la zona, algunas activas y de carácter muy reciente. Estos procesos le confieren al terreno un aspecto muy irregular, con desniveles hasta de dos metros. Los cortes hechos para la construcción de las viviendas, nacimientos de agua, manejo inadecuado de aguas servidas de escorrentía son, además de las pendientes que superan el 60%, factores que contribuyen de manera significativa a los procesos erosivos.

Para aminorar los efectos de tales procesos se han ejecutado obras que inclu en: Construcción de canales de recolección de aguas lluvias y de pequeños nacimientos; la CARDER ha estabilizado dos taludes, uno de ellos localizado en el sector de la petrolera y el otro en el sector de la plaza.

El crecimiento un tanto desordenado del sector, no permite pensar en emprender obras de estabilización de taludes como las ya realizadas, entre la calle principal (Calle 8) y la calle 9 o incluso entre las calles 9 y 10. Para subsanar este inconveniente se recomienda:

- Proteger los taludes con especies livianas y de buen amarre. Para ello debe contarse con los habitantes del sector ya que tales taludes corresponden a los solares de sus viviendas, se encuentran debidamente cercados

con culivos de plátano y café; allí son a rajadas las basuras y en parte las aguas servidas.

- Las calles que están destapadas deben tener un manejo adecuado de aguas lluvias.
- Es importante la construcción de canales de recolección de aguas lluvias sobre las pendientes, en especial en el sector suroeste, puesto que las obras de captación de aguas de la carretera a los tanques no son suficientes.
- Deben ser igualmente protegidos los taludes posteriores de las viviendas para evitar el desprendimiento de masas de suelo y consiguiente desestabilización de las pendientes.

La planta de tratamiento y los tanques de almacenamiento de agua se encuentran en la parte superior de este sector. La planta de tratamiento presenta fugas laterales que constantemente deben ser reparadas. Se desconoce si además hay fugas en el piso. Los tanques de almacenamiento fueron construidos hace más de 50 años; nunca han recibido mantenimiento de ninguna clase. Tampoco aquí se tiene conocimiento sobre posibles fugas.

Se hace entonces necesario mantener una vigilancia permanente en estas obras; controlar el volumen de agua para detectar si ha o no pérdidas; revisar el terreno para verificar que no se presenten humedades, hacer mantenimiento a las tuberías de conducción.

Informaciones recibidas de los habitantes de la zona indican que hace más de 30 años hubo un agrietamiento muy profundo continuo cerca a la planta de tratamiento; el terreno se asentó y hubo un gran deslizamiento. Actualmente sólo se aprecia un desnivel que en algunos sitios alcanza hasta dos metros. El terreno es muy irregular y está cubierto con cenizas volcánicas mezcladas con fragmentos de roca sedimentaria. Hay una gran cicatriz de movimiento de masa, actualmente inactiva. El terreno está ahora completamente cultivado con café y se conserva estable

Condiciones de estabilidad del sector correspondiente a la cancha de baloncesto y el edificio cafetero

Está localizado este sector en la calle 7 entre carreras 9 y 10, es decir, al oriente de la plaza principal.

En él pueden apreciarse depósitos de cenizas volcánicas hasta de 2 m de espesor y en forma local depósitos de pequeños movimientos de masa.

Como procesos erosivos importantes, al oriente del sector, se presenta una cárcava originada por una entrega final del sistema de alcantarillado y que ha traído consigo la desestabilización de las laderas que dan hac a la cárcava (Figura 13).

Al igual que los muros de la cancha de baloncesto, algunas viviendas del sector y un muro de contención localizado a la altura de la calle 7, tal como se aprecia en la Figura 13, se encuentran muy agrietados, con separaciones que llegan a tener hasta 4 cm.

En la adecuación del terreno para el edificio cafetero, fue necesario remover gran cantidad de tierra que se depositó en un lote de la parte posterior del edificio. Se planea aquí la construcción de un parque infantil, con lo cual se haría un uso seguro y funcional de este espacio.

Es importante anotar, que en el sector hay unas cocheras establos, y todas las aguas servidas de éstos corren sin ningún control por las laderas.

El control del vertimiento de las aguas servidas, tanto de las viviendas como de la entrega del alcantarillado debe ser la primera obra que se ejecute; se deben realizar obras de captación y disipación de aguas en la vía (calle 7);

hace unas pequeñas perforaciones en la parte inferior del muro de contención para que pueda circular el agua. Las laderas afectadas por la carga a deben ser recuperadas, para ello se puede emprender una reforestación con especies de buen amarre. También se hace necesario mantener una vigilancia permanente en el sector, para conocer los efectos que pueda causar el edificio cafetero, que es una estructura bastante pesada.

Condiciones de estabilidad de Pueblo Nuevo

Localizado al oriente del casco urbano, sobre laderas que en promedio superan el 70%. Al sur limita con la carretera alterna de acceso y al occidente con la vía principal.

Este sector está casi en su totalidad cubierto por cenizas volcánicas que afloran en espesores hasta de 4 m. En menor proporción se encuentran depósitos de pequeños movimientos de masa. En la Quebrada del Hospital afloran las rocas sedimentarias, afectadas, como se mencionó en el capítulo de geología, por un metamorfismo penetrativo.

Los procesos erosivos que allí se dan están todos relacionados con actividades humanas, como son vivienda y vías de comunicación. Es así como se encuentran antiguos caminos de herradura, que encauzan las aguas lluvias y provocan

desprendimientos de masas de suelo. El asentamiento de las viviendas es muy irregular, debido precisamente a las difíciles condiciones topográficas; esta es además, la causa de las marcadas deficiencias en los sistemas de acueducto alcantarillado. El agua para el consumo es tomada de un pequeño nacimiento situado en la cabecera de la Quebrada del Hospital, en el mismo sitio donde hay una entrega final del alcantarillado. Es almacenada en un pequeño tanque, dañado en su parte superior, cuyas aguas sobrentes son conducidas por un canal labrado en el suelo, a la Quebrada del Hospital. La conducción del agua se hace a través de mangueras que en muchos tramos están rotas provocando así, junto con las aguas negras de las viviendas que son vertidas libremente sobre las laderas o en pequeños canales labrados en la tierra, la remoción del suelo que se está desprendiendo muy frecuentemente, aunque en pequeñas proporciones.

Como medidas de protección se han construido tres canales de recolección de aguas lluvias a diferentes niveles. Sin embargo, éstos carecen de mantenimiento con lo cual se reduce considerablemente su capacidad.

La evacuación de las aguas de estos canales así como las provenientes de las vías y las aguas negras, se hace en forma inadecuada, un poco al norte de la unidad deportiva,

provocándose una cárca a que alcanza hasta cinco metros de profundidad, se extiende en dirección NE y lle a sus aguas a la Quebrada del Hospital.

Se ha visto la necesidad, en este sector, de construir nuevos canales de recolección de aguas lluvias y mantener limpios los a existentes, mejorar las obras de captación y disipación de aguas existentes en las vías peatoriales; evitar el vertimiento de aguas negras en las laderas mejorar el sistema de conducción del agua para el consumo. Asimismo, se recomienda proteger las laderas con especies li vianas y de amarre, sustituir cultivos de plátano y garantizar viviendas de poco peso.

Para frenar el proceso de cárcavamiento, es necesaria la conducción adecuada de las aguas que allí son vertidas, por medio de tubería y reforestación del área.

Las viviendas que están dentro del programa de reubicación están sobre la vía alterna, en la parte superior de la vertiente izquierda de la Quebrada Caquetá; dicha ladera tiene una pendiente del 70%; en ella ha procesos de erosión activos representados por movimientos de masa, ocasionados por el mal manejo de las aguas servidas.

Debe ser reforestada esta vertiente evitarse nuevas construcciones sobre ella.

Categoría II. Areas con potencial urbanístico

IIA. Areas con potencial urbanístico sin problemas aparentes de estabilidad o sin problemas detectados.

Las zonas aptas para expansión están restringidas a pequeños lotes situados en áreas periféricas al casco urbano pero que pueden ser integradas a éste sin mayores costos.

- Lote ubicado al occidente de la cabecera municipal, en cercanías de la planta de tratamiento. Presenta un área aproximada de 4.732 m², con una superficie completamente plana que corresponde a la antigua cancha de fútbol. Actualmente es utilizado en cultivos de café y presenta cortes de adecuación sobre cenizas volcánicas, que no revisten peligro.

- Dos lotes localizados en el sector occidental de la cabecera municipal, contiguos a la planta de tratamiento. Presentan áreas de 540 m² y 1.080 m², respectivamente; corresponden a zonas con una superficie ondulada, bastante suave (pendiente hacia). Presenta cenizas volcánicas y por sus cercanías pasa la carretera que conduce

a la planta de tratamiento.

IIB. Areas con potencial urbanístico, que presenta restricciones.

Su adecuación es más costosa que la anterior. Deben garantizarse diseños basados en estudios geotécnicos e integración a la red via .

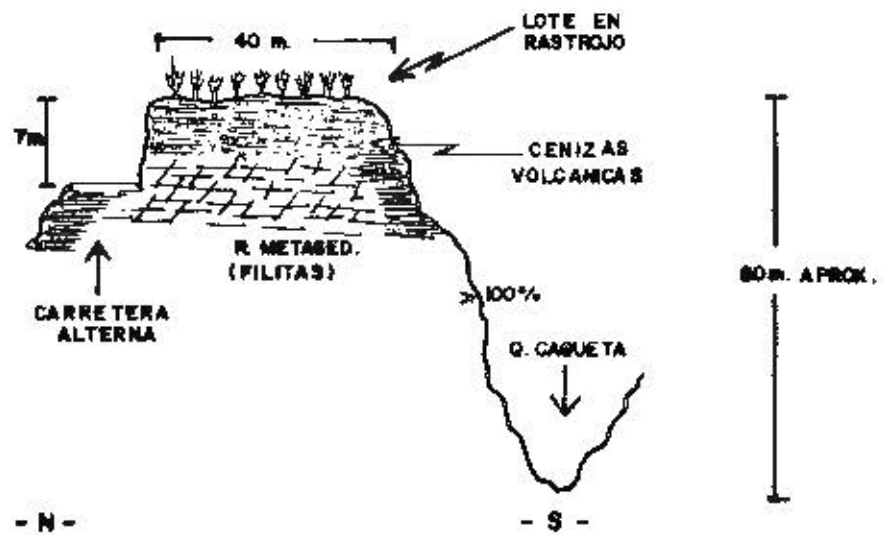
- Terreno con cultivos de café, localizado en una zona contigua al cementerio (al este). Presenta un área de 3.550 m² aproximadamente . está sobre cenizas volcánicas. Debe garantizarse la estabilidad del talud conformado entre el lote y la vía de acceso al municipio.

- Lote en rastrojo localizado al oriente de Villanueva, diagonal al polideportivo, presenta un área de 5.840 m² y corresponde a una zona relativamente plana, con una pendiente máxima del 10%, ubicada en una cuchilla con descenso hacia el este. Presenta cenizas volcánicas con espesores de 5 y 6 metros y está limitada por la carretera, al norte, la Quebrada Caquetá, al sur. Las laderas presentan pendientes fuertes, que suelen superar el 100%; éstas deben protegerse y garantizar su conservación. Igualmente debe dársele protección al talud entre la carretera y el lote (talud superior), ya que

presenta cortes verticales sobre cenizas volcánicas, con alturas hasta de 7 m. (Figura 14). Este lote fue seleccionado por la administración municipal para reubicación.

La planeación urbana y el ordenamiento territorial en un municipio como Balboa presenta serias dificultades, dadas las limitaciones físicas que posee. Una articulación vial adecuada, así como la conformación de una malla urbana uniforme son imposibles; esto hace que el municipio crezca en forma desordenada y subnormal, tal como lo ha hecho hasta ahora. Por esta razón se hace necesaria la elaboración de un código urbano que garantice al máximo la construcción de viviendas en forma adecuada y en las zonas de menor peligro; igualmente se debe garantizar la protección de los taludes en la parte posterior de las viviendas, el control de las aguas de escorrentía y la protección de las vías peatonales. Los crecimientos lineales a lo largo de las vías debe evitarse al máximo, especialmente en aquellas zonas donde se presentan depósitos antrópicos o botaderos de escombros.

FIGURA 14. LOCALIZACION LOTE DESTINADO PARA REUBICACION EN CORTE N-S



Categoría III. Zonas de conservación

IIIA. Zonas de conservación y vigilancia.

Representan gran parte del área suburbana. Por sus características fisiográficas y morfométricas no son adecuadas para fines constructivos; son utilizadas como áreas de cultivos o potreros.

En ellas se presentan procesos erosivos dados por las fuertes pendientes, la soca acción de orillas y el mal uso del suelo, por lo cual requieren de prácticas de conservación y vigilancia permanente.

IIIB. Zonas no urbanizadas, con serios problemas de estabilidad.

Como se mencionó en la categoría IC, son zonas aledañas a áreas urbanizadas, que requieren ser intervenidas con medidas como: estabilización geotécnica, tratamiento forestal, control de aguas superficiales y subterráneas, control de cauces, tratamiento de taludes y laderas.

A excepción de la carretera de acceso al municipio, estas zonas fueron descritas en conjunto con las áreas urbanizadas aledañas.

Condiciones de estabilidad de la carretera de acceso

Comprende el sector entre La Quebra y la glorieta de acceso y de ésta hasta el cementerio, por la carretera a La Celia.

Afloran en todo el trayecto rocas sedimentarias, localmente afectadas por metamorfismo penetrativo, que ha fracturado y cizallado fuertemente la roca. Están suprayacidas por depósitos de cenizas volcánicas que llegan a alcanzar hasta 4 m de espesor.

Los procesos erosivos que allí se presentan están relacionados con la apertura reciente ampliación de la vía (1 año). Ellos son, tal como se menciona en el capítulo correspondiente a procesos erosivos, deslizamientos y movimientos de masa mixtos.

Estos revisten especial importancia en inmediaciones del basurero municipal y jardín botánico, al igual que en La Quebra. Son originados por cortes verticales que llegan a alcanzar más de 10 m de alto, sobre rocas sedimentarias muy afectadas estructuralmente y cuyo buzamiento, en ocasiones es en favor de la pendiente. Grandes coronas de deslizamiento de carácter progresivo se repiten a lo largo de la vía. Los depósitos deben ser removidos frecuentemente

pa a despeja la vía, que sin embargo se ha estrechado bastante por estos deslizamientos.

El talud inferior de la vía también presenta problemas de inestabilidad causados por el mal manejo de las aguas provenientes de la vía, las cuales han originado procesos de carcamiento en diferentes lugares; esto asociado al vertimiento de escombros y del material removido de los deslizamientos de la ampliación de la vía, sobre pendientes muy fuertes, hace que el talud inferior deba ser vigilado y protegido para evitar el deterioro de la carretera.

Las recomendaciones pertinentes a la estabilización de los taludes están sujetas a un estudio geotécnico detallado que deberá incluir la evaluación del tramo que conduce al cementerio, que como el de la vía principal presenta graves problemas de inestabilidad.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área urbana y suburbana del municipio de Balboa se encuentra localizada sobre una ladera con pendientes superiores al 65% en promedio.
- En el área de estudio afloran rocas sedimentarias tipo lutitas, areniscas y, localmente chert. Las areniscas son de grano fino, pelíticas y aparecen interestratificadas con las lutitas.
- Las principales estructuras que afectan la zona de estudio son de carácter regional, con dirección aproximada N-S y están representadas por la falla de oro o la Falla Apia.
- Las formaciones superficiales predominantes son cenizas volcánicas, con una cobertura de 90 a 95%, y pequeños depósitos de flujos de escombros. Las cenizas volcánicas presentan espesores variables, superando en algunos casos los 7 m; generalmente suprayacen a rocas sedimen-

arías y, en ocasiones, flujos de escombros.

- La presencia de cenizas volcánicas en toda la región y el espesor considerable que llegan a alcanzar, denotan el alto grado de estabilidad de la zona en los últimos miles de años, no obstante las fuertes pendientes que aquí se presentan.
- Los procesos erosivos que afectan la zona urbana y suburbana no son de gran magnitud y están relacionados principalmente con la socavación de orillas, la cual ha desestabilizado algunas laderas, ocasionando un fuerte agrietamiento en las viviendas. Adicionalmente se presentan problemas de estabilidad de taludes, particularmente importantes en la vía de acceso y en la carretera al estadio, a la altura de hogar del anciano.
- Los numerosos botaderos de escombros que se presentan en la zona, están influenciando los procesos erosivos en zonas como: vía de acceso, a la altura del basurero municipal, parte posterior del hospital, parte posterior de la escuela de niños, carretera al estadio y el hogar del anciano. Estos deben ser suspendidos y ubicados en un lugar apropiado.

- Debe controlarse, igualmente, el vertimiento inadecuado de aguas negras en el sector de Villanueva, Barrio La Cruz y vía de acceso.

- En general, el área urbana y suburbana del municipio de Balboa es relativamente estable o potencialmente inestable.

- El drenaje natural de la región comienza a formarse en la ladera media, a la altura del casco urbano, razón por la cual no afecta directamente la población.

- El 22% de las viviendas de Balboa se encuentran en estado ruinoso, en tanto que el 48% están en regular estado y presentan, en su gran mayoría, agrietamientos relacionados principalmente con movimientos asociados a laderas de pendiente fuerte.

- Debe promoverse la elaboración de un código urbano que garantice la ocupación de áreas habitables en forma segura y adecuada, además de ejercer un control sobre las nuevas edificaciones, para que éstas cumplan con los requisitos técnicos exigidos.

- Debe conformarse un comité permanente de vigilancia emergencia.

- Debe realizarse un diseño general de canales que controlen las aguas de escorrentía.

- La mayoría de las viviendas del Barrio La Cruz presentan taludes verticales en su parte posterior; estos deben ser protegidos. Adicionalmente debe controlarse el botadero de basuras y escombros en este sector, al igual que ejecutar obras de control de aguas lluvias.

- Debe realizarse un estudio geotécnico detallado de la carretera Cachipay-Balboa, previo al programa de pavimentación.

BIBLIOGRAFIA

- CABALLERO y ZAPATA, 1983. Plancha 224, Pereira. Bogotá: INGEOMINAS, mapa geológico preliminar.
- Conozcamos el Gran Caldas : Balboa. Eq: La Patria, Manizales. (5, marzo, 1988); 15p.
- Departamento de Risaralda, 1988. Atlas de Risaralda. Fondo editorial del Depto. de Risaralda. Pereira. 244p.
- EGEO LTDA., 1987. Geología ambiental del área urbana y suburbana del Municipio de Marsella. Informe para CARDER. 8 mapas. 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. 263p.
- IGAC, 1976. Estudio general de suelos de los municipios de Balboa, Apia, Santuario y La Celia, Depto. de Risaralda. Bogotá. 159 p.
- , 1977. Mapa Ecológico. Bogotá : IGAC, subdirección agrológica. 21 mapas. 1977.
- INGEOMINAS, 1983. Mapa de terrenos geológicos de Colombia. Bogotá : Publicación geol. esp. Ingeominas. Vol. 14. 235 p.
- Integración : Caldas, Quindío, Risaralda, Chocó. Vol. 21, (marzo-abril, 1989). Manizales : Blanecolor Ltda., 1989. p. 31-38.
- JAMES, M., 1986. Estudio sismotectónico en el área del Viejo Caldas. Medellín : INGEOMINAS. 113 p.

ANEXO 1. MAPAS

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DEL MUNICIPIO DE BALBOA

1. Panorámica de Balboa. Foto tomada desde la carretera de acceso, a la altura del basurero municipal.
2. Area urbana de Balboa, vista desde el polideportivo. En primer plano Pueblo Nuevo.
3. Aspecto topográfico del área urbana y suburbana de Balboa. A la derecha cementerio en una pequeña superficie plana. Al fondo y en primer plano, laderas muy empinadas y drenaje encañonado. Foto tomada hacia el noroeste.
4. Sector sur del casco urbano. Pendientes muy empinadas con procesos erosivos en masa.
5. Roca sedimentaria cizallada por efectos de la Falla de Toro en el sector de La Quebra, talud superior de la carretera.
6. Detalle de una falla local, que afecta rocas sedimentarias y un depósito de flujo de escombros, en talud superior de la vía de acceso, en el cruce con la Quebrada del hospital.
7. Detalle de la falla de la foto anterior.
8. Perfil de cenizas volcánicas, en la parte alta del colegio Santo Domingo Savio.
9. Movimiento de masa en la vía de acceso. Basculamiento o descenso de un bloque de suelo en el talud superior de la carretera.
10. Movimiento de masa en el talud superior de la carretera de acceso. Afecta cenizas volcánicas y saprolito de rocas sedimentarias.
11. Cárcava en el talud inferior de la vía de acceso, por mal manejo del sistema de evacuación de aguas de la carretera.
12. Edificio del comité de cafeteros en construcción. En primer plano, muro de contención de la vía muy agrietado.
13. Deslizamiento en la parte posterior del comité de cafeteros. Observar muro de contención, mostrado en la foto anterior

14. Zona sur del casco urbano. Al fondo a la izquierda, talud sobre el cual se asienta el hogar del anciano, ahora en proceso de estabilización geotécnica.
15. Grieta en muro lateral de la cancha de baloncesto, causada por la inestabilidad de la ladera sobre la que se ubica y el lleno hecho para su construcción.
16. Parte posterior de las viviendas localizadas en la calle 7a. diagonal al hospital. Son vertidos escombros y aguas negras en la ladera.
17. Aspecto general del Barrio Pueblo Nuevo. Crecimiento subnormal por las inadecuadas condiciones topográficas.
18. Viviendas parte posterior del sector norte de Villanueva. Talud estabilizado geotécnicamente por CARDER.
19. Agrietamiento en una de las viviendas del sector norte de Villanueva, causado por la inestabilidad de la ladera.
20. Parque Jacobo Ruiz en el sector de Villanueva. A la derecha, escuela de niños, bastante agrietada por inestabilidad de la vertiente izquierda de la Quebrada Caquetá.
21. Aspecto del Parque Jacobo Ruiz en el sector de Villanueva.
22. Agrietamiento en la estructura de la escuela de niños, asociado con la inestabilidad de la vertiente izquierda de la Quebrada Caquetá.
23. Detalle del agrietamiento en la cancha de baloncesto de la escuela de niños.
24. Viviendas de reubicación localizadas sobre la carretera alterna de acceso. Al fondo talud sobre el cual se localiza el hogar del anciano, estabilizado geotécnicamente, en forma parcial.
25. La Tribuna. Casa fundadora.
26. Sector del Colegio Santo Domingo Savio y el estadio, afectado por procesos erosivos ocasionados por mal manejo de aguas de escorrentía, falta de protección de taludes.

27. Deslizamiento originado en la cancha de basquetbol del Colegio Santo Domingo Savio, por corte vertical y mal manejo de aguas de escorrentía. A la izquierda, contacto vertical entre depósito de flujos de lodo y cenizas volcánicas.
28. Detalle del contacto entre las cenizas volcánicas y el depósito de flujos de lodo, en el talud de la cancha de basquetbol del colegio.
29. Bocatoma del acueducto. Río Piedras Blancas a 30 Km del casco urbano.

















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 a intensidad y localización, con las otras referencias.

FECHA		HORAS			EPICENTRO		0	HIPUCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.				
1878	Febrero	9	19	30		5.1	75.5		5.3	VIII		
1878	Septbre.	9				5.1	75.399		5	VI	Manizales - Caldas	
1883	Novbre.	5	5	0	0	5.1	75.399		6	VIII	Manizales - Caldas	
1886	Marzo					5.1	75.399		4	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	Rote - Choco	
1938	Febrero	5	2	23	0	4.83	75.79	192	7	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		4	V	La 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	5	VI	Villa Maria - Caldas	
1957	Septbre.	17	20	42	19	4.8	75.6		3			
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					

AÑO	FECHA		HORAS			EPICENTRO		0	HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	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	Septbr.	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	5	75.7		3				
1964	Junio	5	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	Septbr.	21	0	10	36	5	76	116	5				
1964	Septbr.	17	10	57	51	4.9	76.2	120	4.5	V	El Palmar - Choco		
1964	Octubre	12	5	43	30	5	76		2.8				
1964	Octubre	14	11	50	28	5	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	1	50	5	75.9		3				
1965	Marzo	28	3	35	58	4.7	76.1		2.7				
1965	Abril	4	20	31	33	5.5	76.1	102	4.89	VI	Caramanta - Choco		
1965	Abril	7	3	3	39	5	76.1	3.3					
1965	Mayo	19				5.5	76	98	4.8	VI	Caramanta - Choco		
1965	Septbr.	5	12	45	47	5.1	76.1		2.5				
1965	Septbr.	9	1	55	40	5	76		2.5				
1966	Enero	16	10	38	2	5.1	75.7		3.7				

FECHA		HORAS			EPICENTRO		0	HIPOCENTRO	MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (W)	LONG (W)	PROF.			
1966	Enero	22	5	14	16	5.1	76.1		2.5		
1966	Enero	22	5	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	7	15	49	51	5	76		3.1		
1966	Marzo	4	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 - Rda.
1966	Abril	5	13	19	4	5	75.9		2.5		
1966	Abril	30	3	11	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	15	15	12	5	4.699	75.3	83	4	V	Ibaque - Tolima
1966	Octubre	11	6	57	45	4.9	76	105	4.6	VI	Balboa - Risaralda
1966	Novbre.	1	23	49	39	5.1	75.7		3.1		
1966	Novbre.	4				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		2		
1967	Enero	12	4	53	24	4.8	75.8		2.7		
1967	Febrero	3	22	57	49	5	75.9		3.1		
1967	Febrero	4	15	41	55	5.7	75.9		3.2		
1967	Febrero	9	1	45	43	5	78.8		2.6		

AÑO	FECHA		HORAS		EPICENTRO		O	HIPOCENTRO	MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)		LONG (W)			
1967	Abril	12	0	0	21	5.2	76		3.5		
1967	Abril	26	18	51	2	5	75.9	114	3.9	IV	Apia - Risaralda
1967	Agosto	5	19	13	44	5	75.9		3.1		
1967	Agosto	14	11	32	43	5	75.5		2.7		
1967	Agosto	24	17	23	14	5.2	75.8		3.1		
1967	Agosto	27	7	38	54	5	75.7		3.1		
1967	Novbre.	26	20	0	36	5.3	76.1	128	3.9	IV	Pueblo Rico - Rda.
1968	Enero	1	0	36	40	5.1	76		2.5		
1968	Febrero	19	13	41	57	5	75.8		2.9		
1968	Febrero	29	21	0	1	4.9	75.3		2.5		
1968	Marzo	26	21	55	20	5.399	75.699	197	4.1	V	Riosucio - Caldas
1968	Abril	25	3	51	37	5	76		3.1		
1968	Junio	7	15	56	8	4.6	75.4		2.7		
1968	Junio	13	21	41	57	5	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	7	43	13	5	76.1		2.8		
1968	Junio	27	18	27	28	4.5	75.5		2.4		
1968	Julio	7	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		

FECHA		HORAS			EPICENTRO		0	HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.				
1969	Enero	29	7	45	0	5.2	76	109	4.1	V		Beien de Umbria - Rd
1969	Marzo	20	22	39	58	4.6	75.9		3.9			
1969	Marzo	31	2	9	54	5.2	75.6		2.5			
1969	Mayo	18	18	48	4	4.9	75.4		2.6			
1969	Junio	5	7	46	52	5.2	75.8		2.8			
1969	Junio	7	8	53	51	5	75.9		2.8			
1969	Julio	15	19	37	58	5.1	76.1	129	4.7	VI		Santuario - Rda.
1969	Novbre.	6	11	33	16	5.2	76.2	110	4.8	VI		Pueblo Rico - Rda.
1969	Novbre.	8	20	13	37	4.8	75.6		3.6			
1969	Novbre.	27	15	36	8	4.5	75.5	61	4.3	V		Restrepo - Tolima
1969	Diciembr	20	16	37	59	5	76		3.7			
1970	Marzo	20	4	30	13	4.8	75.9	150	4.2			
1970	Mayo	31	6	5	26	4.6	76		3.7			
1970	Sepbre.	26	19	59	13	5	76		3.3			
1970	Sepbre.	27	4	43	57	5	75.9		3.2			
1970	Sepbre.	27	1	34	58	5	75.9		3.1			
1970	Sepbre.	27	5	29	17	5	76		3.7			
1970	Sepbre.	27	11	24	54	5	76		3.1			
1970	Sepbre.	27	18	1	19	5	75.9		3.5			
1970	Sepbre.	27	12	22	26	5	75.9		3.3			
1970	Sepbre.	27	16	52	34	5	75.9		3.1			
1970	Sepbre.	27	13	54	58	4.9	75.9		3.3			

FECHA		HORAS			EPICENTRO		D	HIPOCENTRO	MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
AÑO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.			
1970	Septbre.	28	2	24	16	5	76		2.8		
1970	Octubre	1	20	36	15	4.8	75.6		3.1		
1970	Octubre	3	23	53	37	5	76		3.1		
1970	Octubre	4	21	53	45	5	76		3.1		
1970	Octubre	4	2	4	0	5	76		3.1		
1970	Octubre	6	21	5	8	5	76		3.2		
1970	Octubre	6	17	44	42	5	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	5	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	94	4.2	V	El Carmen - 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	9	9	53	18	4.6	76	84	5	VI	Toro - Valle
1973	Abril	3	13	54	1	4.7	75.6	158	6.2	VII	Venadillo - Tolima
1973	Abril	13	12	5	24	4.7	76.3	75	4.8	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	4	31	38	4.784	75.62	158	5		Sentido Per, Ara, 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.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.				
1974	Julio	13	18	51	15	5.306	75.739		4.6			
1975	Abril	13	1	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	5	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	5	75.6	267	3.4			
1976	Julio	12	9	55	48	5	75.6	287	3.5			
1976	Julio	12	17	23	19	5	75.6	190	3.2			
1976	Julio	12	1	59	11	5	75.6	247	3.3			
1976	Julio	13	10	13	26	5	75.6	355	3.2			
1976	Julio	13	6	58	35	5	75.6	160	2.9			
1976	Julio	15	11	12	33	5	75.6		2.9			
1976	Julio	31	15	7	16	5	75.6		2.7			
1976	Agosto	3	2	19	22	4.9	76	123	4.9			
1976	Diciembr	27	7	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	Septbre.	23	19	50	3	4.6	76		3			
1978	Junio	14	11	47	38	5	76.1		3.5			

FECHA		HORAS		EPICENTRO		0	HIPOCENTRO		MAGNITUD	INTENS.	LOCALIZACION
ARO	MES	DIA	HORA	MIN.	SEG.	LAT (N)	LONG (W)	PROF.			
1979	Mayo	16	12	43	38	4.7	75.8	164	4.8		
1979	Septbre.	6	3	57	53.6	4.5	75.9	165	5		
1979	Novbre.	23	18	45	22	4.5	76	113	6.4		
1980	Junio	25	12	4	56.9	4.4	75.7	154	5.7	VI	
1981	Julio	30	7	5	1	5.063	76.25	107	4.1		
1983	Mayo	7	14	2	51	5.315	75.743	141	4.4		
1984	Febrero	22	9	59	47	5.082	76.285	131			
1985	Junio	3	7	6	18	4.91	75.876	135	5		
1985	Junio	3	7	6	18	4.91	75.876	135	5		
1986	Marzo	4	6	32	50	5.22	75.591	33			Sentido en Manizales
1986	Marzo	29	9	48	55	4.59	75.626	158	5		Sentido en Pereira,
1987	Enero	7	17	16	25	4.729	76.285	110	4.5		Sentido en Manizales

ANEXO 4. INFORMES TECNICOS



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

PARA: DIRECTOR GENERAL

DE: INGENIEROS PLANEACION

REF: Informe de la visita realizada a varios sectores críticos de los municipios de Balboa y La Celia, el día 8 de Noviembre de 1989.

La visita se dividió en tres partes:

1. Parte posterior del Edificio Cafetero en Balboa
 2. Viviendas localizadas entre calles 8 y 9 carreras 6 y 7 en Balboa
 3. Vereda El Tigre, en La Celia.
1. En los últimos días se presentó un derrumbe en la parte posterior del Edificio Cafetero de Balboa, con las siguientes características:
 - El movimiento se comportó como un deslizamiento medianamente fluido, cuya superficie de arranque (superficie de falla) dejó una corona de unos 10 metros de amplitud por 4 metros de altura y un depósito que alcanzó a recorrer una distancia de 40 metros aproximadamente.
 - Este deslizamiento se presentó a escasos 5 metros del Edificio Cafetero, el cual se encuentra construido, posiblemente, sobre cenizas volcánicas que suprayacen rocas sedimentarias tipo lutitas y areniscas. (Ver esquema 1A).
 - En la parte posterior del Edificio Cafetero hay varios nive-



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

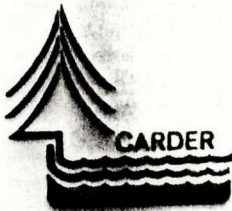
Pereira

2

Director General

les de llenos, donde se conformó un talud desde el nivel del edificio hasta la altura de la calle 7ª (Esquema 1B). Sobre estos llenos se presentó la superficie de falla o grieta de desprendimiento.

- El deslizamiento trajo como consecuencia la ruptura de la tubería del alcantarillado, la tubería de aguas lluvias y la tubería de acueducto para algunas viviendas del sector.
- La prolongación de la calle 7ª, en este lugar estaba sostenida por dos muros de contención bastante antiguos (unos 30 años), los cuales habían sido construidos sin hierro y sin filtros, razón por la que presentaban numerosas grietas, con abertura hasta de 4 cms.; estos muros fueron destruidos por el deslizamiento.
- El deslizamiento dejó al descubierto una tubería de aguas negras en servicio, que no estaba conectada al sistema de alcantarillado.
- La situación puede agravarse si se tiene en cuenta que a solo 50 metros hay una entrega final del alcantarillado (descole), que ha originado un proceso de carcavamiento (Esquema 1A).
- Las viviendas y construcciones en cercanías del Edificio Cafetero presentan agrietamientos en sentido N-S (normal a la pendiente).
- En síntesis, los factores influyentes en el deslizamiento son los siguientes:
Llenos antitécnicos, altamente permeables y fácilmente erodables.



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

Pereira

3

Director General

Presencia de cenizas volcánicas con porosidad y permeabilidad altas.

Muros de contención bastante agrietados, que por deficiencias en su diseño, carecen de buena capacidad de soporte.

Aguas negras sin control y posibles fugas en el sistema de alcantarillado.

Pendiente bastante fuerte.

- El Edificio Cafetero consta de 4 niveles construidos según estructuras de hierro y concreto, lo que imprime un peso bastante alto sobre las laderas con dominio de pendientes fuertes. Este factor puede traer serias consecuencias con respecto a la estabilidad del sector.

RECOMENDACIONES

- Reparar en forma inmediata el sistema de alcantarillado.
- Controlar las aguas negras del sector.
- Conducir la entrega final del alcantarillado hasta un lugar seguro.
- Asumir medidas de estabilización pertinentes teniendo en cuenta el estudio de suelos realizado, para el Edificio Cafetero y los factores antes mencionados. Tales medidas de estabilización deben implicar las obras de contención adecuadas.
- Manejar debidamente las aguas superficiales que confluyen en el sector afectado.

2. Se visitó la vivienda del señor Silvio López, afectada por un



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

Pereira

Director General

deslizamiento de características superficiales y de pequeña magnitud.

La figura 2 muestra la situación de la vivienda localizada entre las calles 8 y 9 y las carreras 6 y 7, cuyos solares corresponden a taludes bastante pronunciados, donde las pendientes pueden superar el 100%. En estos solares se presentan cultivos de café, frijol, cebolla y otros. No se observaron manantiales, pero las viviendas permanecen húmedas. Es necesario tomar las siguientes medidas:

- Dar protección a los taludes con material vegetal liviano, que puede ser recomendado por un Ingeniero Forestal.
- Eliminar todo tipo de cultivos.
- Controlar estrictamente las aguas lluvias y de escorrentía.
- Evitar construcciones pesadas y la ampliación o reforma a las ya existentes.

En los sectores aledaños y particularmente en el barrio La Cruz se presentan similares características, donde debe darse protección a los taludes y control a las aguas superficiales. Todas estas medidas pueden ser integradas a un diseño general de canales que controlen el agua de escorrentía en todos los sectores afectados; un programa de control de aguas lluvias en cada una de las viviendas y un programa de protección de taludes, cuya programación y ejecución puede realizarse de acuerdo a los resultados de la Geología Ambiental de Balboa.

3. El sector crítico de la vereda El Tigre en La Celia, corresponde a una finca localizada a unos 200 metros aproximada - mente al occidente de la escuela de dicha vereda, propiedad del señor Octavio Hincapié Ramirez.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE RISARALDA

5

Pereira
Director General

La casa de la finca se encuentra ubicada sobre un depósito tipo flujo de escombros de muy baja compactación y por tanto, altamente permeable y erodable. En la parte posterior de la vivienda aparecieron continuamente manantiales que han dado origen a deslizamientos, poniendo en peligro la vida de varias personas que allí habitan.

En la parte media del depósito se aprecian varias grietas de desprendimiento que hacen inminente la acción de nuevos derrumbes, involucrando un alto volumen de material.

Los manantiales se formaron por infiltración y circulación subterránea de agua a partir de dos fuentes posibles:

Una quebrada, cuyo nacimiento está en cercanías de la vivienda Tanques de acueducto de la vereda, construidos en la parte superior del depósito y que pueden presentar fugas.

SE RECOMIENDA

- Desalojar inmediatamente la vivienda hasta tanto no se tomen las medidas correctivas necesarias.
- Hacer chequeos permanentes sobre los tanques y las tuberías de conducción del acueducto, de tal forma que se descarten o se confirmen las presuntas fugas, por parte del Comité de Cafeteros, que es la entidad responsable de este manejo.
- Revisar los tanques del beneficiadero de café, que igualmente, pueden tener exfiltraciones.

No se podrá dar un diagnóstico seguro y por tanto recomendaciones seguras hasta tanto no encontrar la fuente de las aguas de circulación que se manifiesten en manantiales.



**CORPORACION AUTONOMA
REGIONAL DE RISARALDA**

5

Pereira
Director General

- 6

Los problemas que se han planteado consideramos que requieren la intervención inmediata de las entidades competentes.

Atentamente,

HECTOR J. VASQUEZ
Ingeniero Geólogo

FRANCISCO ANTONIO URIBE GOMEZ
Ingeniero Geólogo

Vo.Bo.

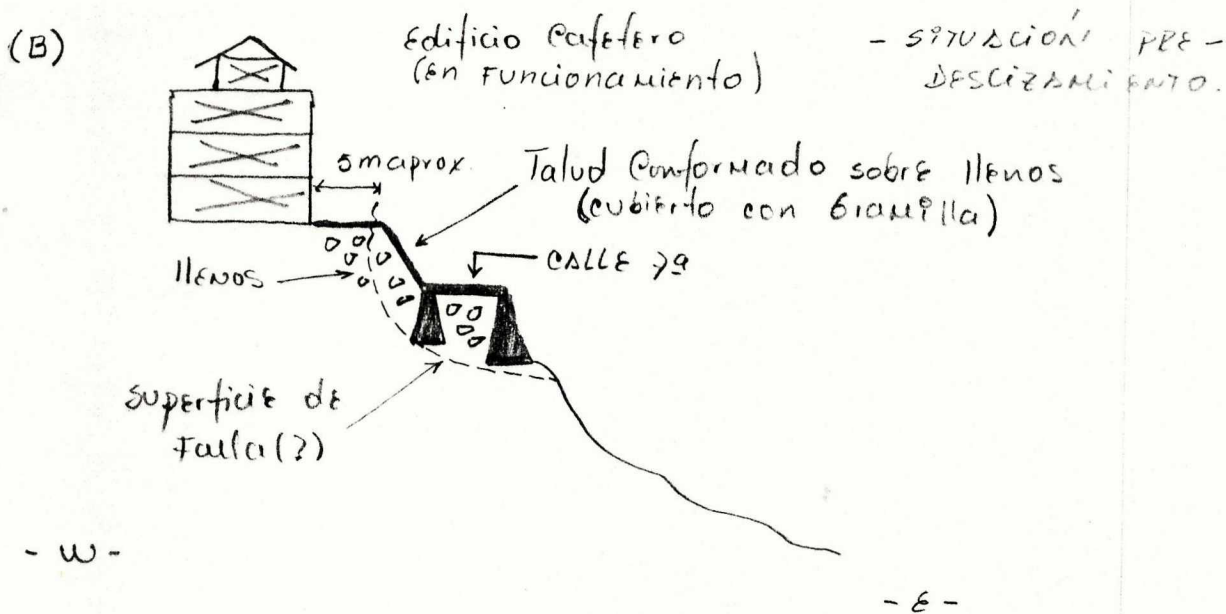
CESAR AUGUSTO BAUTISTA
Jefe Oficina de Planeación

Elizabeth M.

Anexo: Uno (ocho hojas)

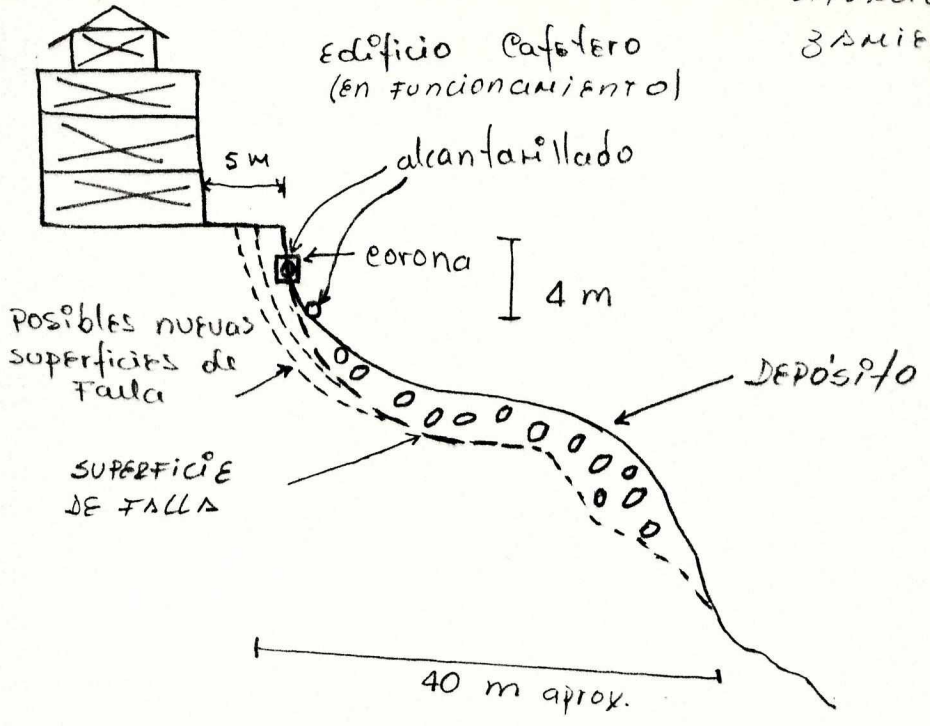
I. ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL EDIFICIO CAFETERO
SITUACIÓN EN SU PARTE POSTERIOR

y



- SITUACIÓN POSTDESCLIZAMIENTO

(C)

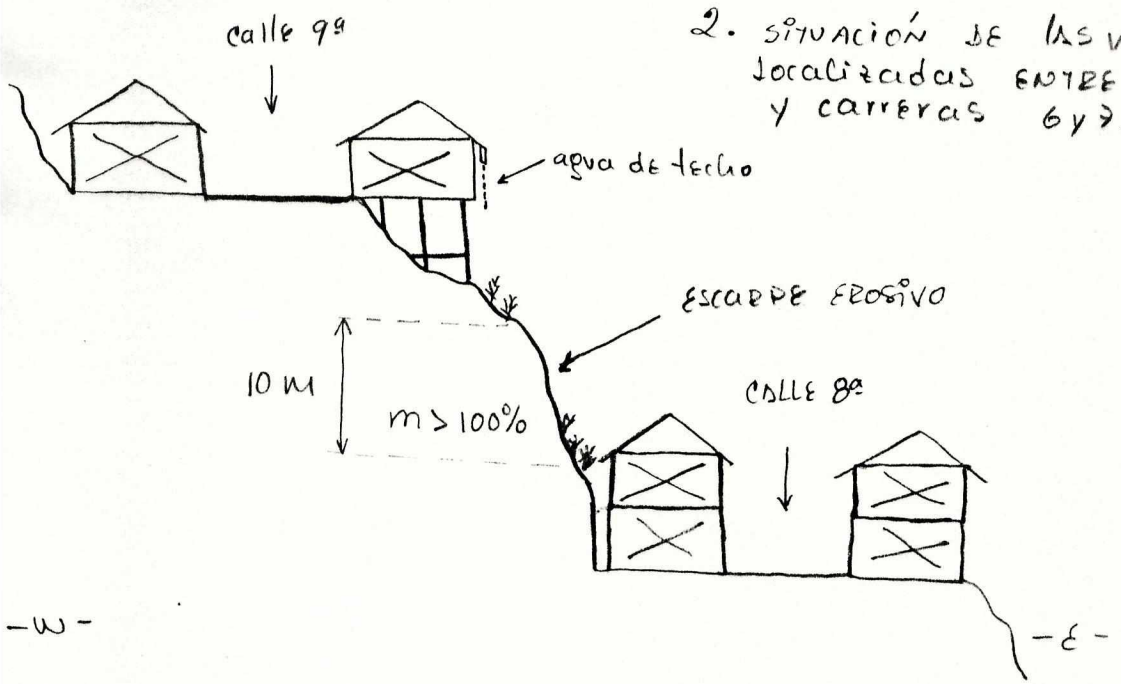


- W -

- E -



2. SITUACIÓN DE LAS VIVIENDAS LOCALIZADAS ENTRE CALLE 8 y 9 y CARRERAS 6 y 7.



- W -

- E -